



**Zonificación ambiental para el Plan de Manejo Ambiental Microcuenca Río
Chipatá – Quebrada Uval, en el municipio de Guasca, Cundinamarca**

Luisa Fernanda Ramírez de la Peña

Código 11792123507

Universidad Antonio Nariño

Facultad de Ingeniería Ambiental y Civil

Especialización en Sistemas de Información Geográfica

Bogotá D.C., Colombia

2022

**Zonificación ambiental para el Plan de Manejo Ambiental Microcuenca Río
Chipatá – Quebrada Uval, en el municipio de Guasca, Cundinamarca**

Luisa Fernanda Ramírez de la Peña

Proyecto de grado presentado como requisito parcial para optar al título de:
Especialista en Sistemas de Información Geográfica

Director:

Andrés Felipe Carvajal, Dr.

Universidad Antonio Nariño

Programa Ingeniería Ambiental

Especialización en Sistemas de Información Geográfica

Bogotá D.C., Colombia

2022

Contenido

	Pág.
1. Resumen	4
2. Abstract	5
3. Introducción.....	6
4. Objetivos.....	9
4.1. General:	9
4.2. Específicos:	9
5. Marco Teórico y Estado del conocimiento	10
5.1. Unidad hidrográfica.....	10
5.2. Formulación de Plan de Ordenación y manejo de cuencas hidrográficas	11
5.3. Plan de manejo ambiental microcuenca	12
5.3.1. Zonificación ambiental	12
5.3.2. Cobertura clasificación Corine Land Cover	15
5.3.3. Conflicto de Uso.....	16
5.4. Estado del conocimiento	17
5.4.1. Clasificación Corine Land Cover Cuenca Magdalena-Cauca:	17
5.4.2. Cambios en la cobertura del suelo y uso potencial.....	17
5.4.3. Zonificación ambiental	18
5.4.4. Zonificación ambiental en POMCA:	19
6. Metodología.....	20
6.1. Área de estudio.....	20
6.2. Alistamiento de información e insumos.....	22
6.2.1. Consolidación de cartografía básica y temática	22
6.2.2. Consolidación de áreas protegidas	26

6.2.3. Obtención de imágenes de satélite.....	27
6.3. Generación de insumos temáticos	31
6.3.1. Cobertura de la tierra CLC	31
6.3.2. Conflicto de uso.....	34
6.4. Identificación de variables, cruces geográficos y definición de áreas de zonificación ambiental.	35
7. Resultados y discusión.....	39
7.1.1. Áreas protegidas en el área de estudio.....	39
7.1.2. Imagen de satélite Landsat	43
7.2. Insumos temáticos.....	44
7.2.1. Cobertura de la tierra clasificación Corine Land Cover:	44
7.2.2. Uso potencial del suelo.....	48
7.2.3. Conflicto de Uso.....	49
7.3. Variables y cruces geográficos.....	51
7.4. Zonificación ambiental.....	54
8. Conclusiones.....	57
9. Recomendaciones.....	59
10. Referencias Bibliográficas	61

Lista de Figuras

	Pág.
Figura 1. Árbol de problemáticas.	6
Figura 2. Metodología para emplear	20
Figura 3. Localización general Microcuenca Chipatá.	21
Figura 4. Plancha 228ID2 y 228ID4 IGAC 1:10.000.....	23
Figura 5. Sistema hídrico- cartográfica base.	23
Figura 6. Curvas de nivel- cartografía base.	24
Figura 7. Fotografía área de la zona de estudio. RGB 321.....	25
Figura 8. Consolidación de información geográfica básica.	26
Figura 9. Proceso para ronda hídrica conjunta a los cuerpos de agua.	27
Figura 10. Imagen Landsat cruda, del 31/01/2022	28
Figura 11. Corte de la imagen a la zona de estudio.	29
Figura 12. Imagen de Radar Alos palsar.	30
Figura 13. Cobertura de la tierra escala 1:100.000.....	32
Figura 14. Clasificación de la tierra CLC en Nivel 1, clasificación supervisada.	33
Figura 15. Edición de cobertura segmentando a nivel 2 y 3.....	33
Figura 16. Zonificación ambiental POMCA Rio Bogotá.	36
Figura 17. Diagrama de flujo para la Zonificación ambiental.....	37

Figura 18. Reserva forestal nacional	39
Figura 19. Complejo de páramo	40
Figura 20. Páramos delimitados.	41
Figura 21. Ronda hídrica definida a 30 metros.	42
Figura 22. Cobertura de uso Microcuenca Chipatá	47
Figura 23. Uso potencial del suelo en la microcuenca.	48
Figura 24. Conflicto de uso en la microcuenca.	50
Figura 25. Unión de zonas de protección global.	52
Figura 26. Áreas de preservación y de restauración.	53
Figura 27. Áreas de uso sostenible.	54
Figura 28. Propuesta de zonificación ambiental en la microcuenca.....	55

Lista de tablas

	Pág.
Tabla 1. Categorías de zonificación.	13
Tabla 2. Categorías de conflicto de uso.....	16
Tabla 3. Categorías de conflicto.	34
Tabla 4. Medidas de tendencia central por Banda.....	43
Tabla 5. Medidas de dispersión por Banda.....	44
Tabla 6. Clasificación CLC en nivel 1.	44
Tabla 7. Cobertura por área en la microcuenca.	46
Tabla 8. Uso potencial por áreas de la microcuenca.	49
Tabla 9. Áreas por Conflicto de uso.....	51
Tabla 10. Zonificación ambiental por áreas.	56

1. Resumen

En Colombia actualmente se definen unidades de cuencas hidrográficas que permite hacer uso responsable y adecuado de los recursos, dichas áreas deben ir alineadas con la regulación, los planes de ordenamiento y las áreas declaradas como protegidas.

En el municipio de Guasca Cundinamarca se encuentra ubicada la microcuenca del Río Chipatá- Quebrada Uval que pertenece a la Cuenca del Río Bogotá. En este proyecto se propone una zonificación ambiental dentro del Plan de manejo Ambiental de la microcuenca, que regule, proponga y articule de la mejor manera el área de estudio en vía de la protección del ecosistema y la restauración de las zonas que estén siendo vulneradas, mediante información secundaria base y temática, imágenes de satélite y procesamiento, alineado y definida teniendo en cuenta las categorías definidas en el Decreto 2372 de 2010. Empleando información de cobertura de uso de la tierra actual, uso potencial, identificando áreas de protección y diferentes parámetros, para definir una propuesta de zonificación ambiental que permita un manejo adecuado de los recursos naturales, teniendo presente la actividad antrópica y su respecto desarrollo sostenible.

Finalmente se definieron 3 clases principales: Zona de preservación que indica el continuo manejo de áreas protegidas con una extensión de 1855 hectáreas, siendo un 85% de la microcuenca, área de restauración presentes que indica un área de protección que por diferentes actores se encuentran utilizadas inadecuadamente y se deben restaurar, el cual corresponde a un 5% siendo un total de 108 hectáreas, y por último el área de uso sostenible, componente para las zonas de uso antrópico como cultivos, pastos y para otras actividades económicas, con una extensión de 220,93 hectáreas representando un 10% de la microcuenca.

2. Abstract

In Colombia, At the moment, hydrographic basin units are currently defined that allow a responsible and adequate use of resources, these areas must be aligned with the regulation, the management plans and the areas declared as protected.

Rivier Chipatá -Uval micro-basin is located in the municipality of Guasca Cundinamarca, which belongs to the Bogotá River Basin. In this project, an environmental zoning is proposed within the Environmental Management Plan of the micro-basin, which regulates, proposes and articulates in the best way the study area in the process of protecting the ecosystem and restoring the areas that are being violated. base and thematic secondary information, satellite images and processing, aligned and defined taking into account the categories defined in Decree 2372 of 2010. Using current land use coverage information, potential use, identifying protection areas and different parameters , to define an environmental zoning proposal that allows an adequate management of natural resources, keeping in mind the anthropic activity and its respect for sustainable development.

At the end, 3 main classes were defined: Zone of left that indicates the continuous management of protected areas with an extension of 1855 hectares, being 85% of the micro-basin, present restoration area that indicates a protection area that is used by different actors inadequately and must be restored, which corresponds to 5% being a total of 108 hectares, and finally the area of sustainable use, a component for areas of anthropogenic use such as crops, pastures and for other economic activities, with an extension of 220.93 hectares representing 10% of the micro-basin

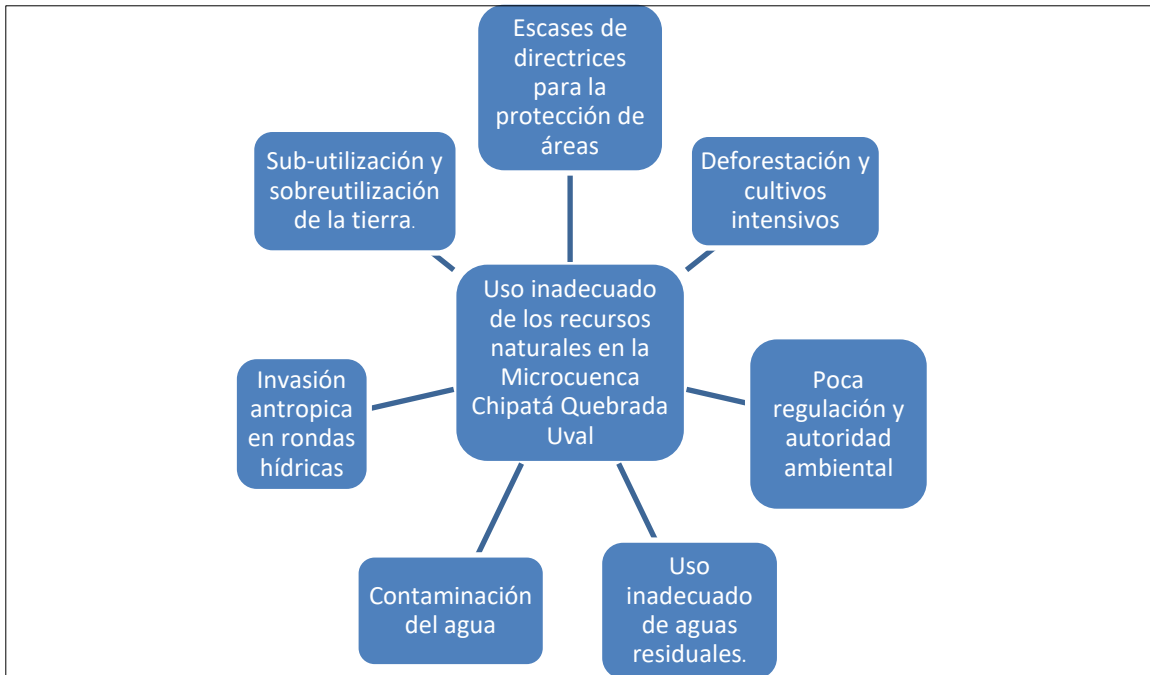
3. Introducción

En Colombia se ha definido un Sistema Nacional de Áreas Protegidas, el cual integra áreas de importancia ecosistémica, parques naturales a nivel nacional, regional y actores sociales e institucionales y las estrategias e instrumentos de gestión que las articulan, para contribuir con el cumplimiento de los objetivos de conservación del país (PNN, 2016)

Con el aumento de la población en tierras secas, la demanda de alimentos también está aumentando, lo que ejerce presión externa sobre la seguridad alimentaria (Barakat, 2009). Dado que las tierras secas son más sensibles al cambio climático y al área de plantación de cultivos, la densidad de plantación se ve fácilmente afectada por el cambio, lo que da como resultado el cambio de la capacidad potencial de cultivo en las tierras secas (Cai, 2022).

En Colombia se definen unidades hidrográficas de Colombia como una parte de una división mayor en áreas hidrográficas las cuales se asocian a grandes vertientes separando la cuenca Magdalena Cauca de la vertiente Caribe por su importancia política y socioeconómica. Dichas áreas permiten implementar las directrices de gestión y planificación ambiental del territorio. (IDEAM, 2013) mediante planes de manejo reguladas por el Decreto 1640 de 2012, sin embargo, el mal uso de la tierra, las acciones antrópicas, las pocas dinámicas donde se hace conciencia y educación adecuada para el manejo del recurso hídrico permiten que se vea deteriorado y no se renueve, conserve o restaure y/o en su defecto los suelos sean sobreexplotados o subexplotados. En la Figura 1 se muestra el árbol de problemas alrededor del uso inadecuado de los recursos presentes en el territorio.

Figura 1. Árbol de problemáticas.



Fuente: Elaboración propia.

En el mundo se han venido tomando medidas de protección y conservación del medio ambiente y los recursos naturales, en caminado a un desarrollo sostenible y sustentable. En nuestro país, se tienen delimitadas y reguladas algunas áreas protegidas que; por su importancia ecosistémica, y generación de recursos, dichas áreas son reguladas por decretos y normas que muchas veces quedan únicamente definidas y no se hace intervención adecuada, prohibiciones o proyectos que permitan restauración si es necesario o que potencialicen su estado actual y natural.

Actualmente el país define unidades de cuencas hidrográficas y estas a su vez en microcuencas que deben ir alineadas con la regulación, en el municipio de Guasca Cundinamarca se encuentra ubicada la microcuenca del Río Chipatá- Quebrada Uval que pertenece a la Cuenca del Río Bogotá.

Por esto es necesario la propuesta de una zonificación ambiental dentro del Plan de manejo Ambiental de la microcuenca, que regule, proponga y articule de la mejor manera el área de estudio en vía de la protección del ecosistema y la restauración de las zonas que estén siendo vulneradas, así mismo que se conserve lo que ya se encuentra establecido y en buen estado. Donde se garantice un uso adecuado de los recursos, sin dejar a un lado las necesidades sociales presentes.

El presente proyecto pretendió identificar los factores como conflicto de uso, cobertura actual de la tierra, áreas especiales para así proponer una zonificación ambiental incluyendo un desarrollo sostenible y que permita la restauración y manejo adecuado de los recursos hídricos y del suelo en la microcuenca Chipatá.,

4. Objetivos

4.1. General:

Proponer la zonificación ambiental para el Plan de Manejo Ambiental Microcuenca PMAM río Chipatá – Quebrada Uval, en el municipio de Guasca, Cundinamarca

4.2. Específicos:

- Determinar las variables espaciales para la zonificación ambiental de la microcuenca del río Chipatá
- Realizar el análisis espacial para la zonificación ambiental de la microcuenca del río Chipatá.

5. Marco Teórico y Estado del conocimiento

5.1. Unidad hidrográfica

Las unidades hidrográficas nacen de una división mayor de áreas hidrográficas asociadas a grandes vertientes. En Colombia se determinan inicialmente la cuenca Magdalena Cauca de la vertiente Caribe por su importancia política y socioeconómica. Ahora bien, dichas áreas son segmentadas por unidades de menor jerarquía, en zonas y subzonas, que permiten implementar las directrices de gestión y planificación ambiental del territorio. (IDEAM, 2013)

La cuenca es un área geográfica limitado que se define a partir de aguas divisorias, donde se expresa el ciclo hidrológico, la cual permite, a partir del agua precipitada que entra a este dominio, y finalmente la cantidad que fluye a través de los drenajes naturales de la cuenca y forma el flujo superficial. (HIMAT, 1985).

Las cuencas hidrográficas que entregan o desembocan sus aguas superficiales directamente de un área hidrográfica se denominaran zonas hidrográficas, las cuales están integradas por cuencas de las partes altas, medias o bajas de una zona hidrográfica que captan agua y sedimentos, donde se pueden encontrar nacimientos de agua, arroyos, quebradas, ríos, entre otras. Las cuencas que contribuyen sus aguas a su vez a las zonas hidrográficas se denomina subzonas hidrográficas. (IDEAM, 2013)

5.2. Formulación de Plan de Ordenación y manejo de cuencas hidrográficas

En Colombia los instrumentos para la planificación, ordenamiento y manejo de cuencas hidrográficas y acuíferos se regulan mediante el Decreto 1640 de 2012, el cual define una cuenca hidrográfica como: área de aguas superficiales o subterráneas que vierten a una red hidrográfica natural con uno o varios cauces naturales, los cuales pueden ser de caudal permanente o intermitente, que confluyen en un curso mayor que, a su vez, puede desembocar en un río principal, en un depósito natural de aguas, en un pantano o directamente en el mar. (MinAmbiente, 2012)

Artículo 18. Plan de ordenación y manejo de la Cuenca Hidrográfica, se define como. Un instrumento a través del cual se realiza la planeación del uso coordinado del suelo, de las aguas, de la flora y la fauna y el manejo de la cuenca entendido como la ejecución de obras y tratamientos, en la perspectiva de mantener el equilibrio entre el aprovechamiento social y económico de tales recursos y la conservación de la estructura fisicobiótica de la cuenca y particularmente del recurso hídrico. (MinAmbiente, 2012).

Para la ejecución del plan de ordenamiento y manejo de cuencas hidrográficas se establece la guía realizada “Guía técnica para la formulación de los planes de ordenación y manejo de cuencas hidrográficas” por (Minambiente, 2014) donde se establecen los aspectos técnicos, procedimientos y las fases: aprestamiento, diagnóstico, prospectiva y zonificación ambiental, formulación, ejecución, seguimiento y evaluación.

5.3. Plan de manejo ambiental microcuenca

Microcuenca: es aquella área que está dentro de una Subzona hidrográfica o su nivel subsiguiente, cuya área de drenaje es inferior a 500Km². (MinAmbiente, 2012), es decir que corresponde al área de aguas superficiales, que se encuentran en una red hidrográfica natural con uno o varios cauces naturales, su caudal puede llegar a ser continuo o discontinuo, de igual manera, puede desembocar en un río principal, en un depósito natural de aguas, otro cuerpo de agua o directamente en el mar; la microcuenca está delimitada por la línea divisoria de aguas. (MADS, 2018).

El Plan de manejo ambiental de microcuencas es el instrumento por el cual se planifica y administran los recursos naturales renovables de la microcuenca, se ejecuta mediante proyectos y actividades para la preservación, restauración y uso sostenible. (MADS, 2018).

5.3.1. Zonificación ambiental

En Colombia se tiene regulada la definición de áreas a partir de 3 grandes líneas: zona de preservación, restauración y de usos sostenible.

La zonificación corresponde a las áreas protegidas del SINAP que se deben regular con el fin de garantizar el cumplimiento de los objetivos de la conservación, de la misma manera se definen sub zonas que dependen de la destinación que se prevea para el área según la categoría de manejo definida. (MinAmbiente, 2012). Ver Tabla 1

Tabla 1. Categorías de zonificación.

Zona	Concepto	
Zona de preservación	<p>Área enfocada en el manejo ante todo a evitar su daño, alteración, degradación o transformación por la actividad antrópica. Una zona protegida puede tener una o varias zonas de preservación, Cuando por cualquier motivo la intangibilidad no sea condición suficiente para el logro del alcance de la conservación, esta zona se definirá como zona de restauración.</p>	
Zona de restauración	<p>Área dirigida al restablecimiento parcial o total a un estado anterior, en cuanto a la composición, estructura y función de la diversidad biológica. Es decir, la reparación del sistema natural. En zonas de restauración se pueden realizar procesos inducidos por acciones antrópicas, con el fin de dar cumplimiento de los objetivos de conservación del área protegida. de acuerdo con lo denominado de acuerdo con la zona que corresponda a la nueva situación. Así las cosas, será administrador y autoridad del área protegida quien definirá y pondrá en marcha las acciones y proyectos necesarios para el mantenimiento de dicha zona restaurada.</p>	
Zona uso sostenible:	<p>Incluye los espacios para adelantar actividades productivas y extractivas compatibles con el objetivo de conservación del área protegida. Contiene las siguientes subzonas:</p>	
	<p>Subzona para el aprovechamiento sostenible:</p>	<p>Subzona para el desarrollo: Son áreas donde se permite el desarrollo de actividades de una manera controlada, las</p>

	<p>Son áreas definidas con el objetivo de aprovechar de forma sostenible la biodiversidad contribuyendo a su preservación o restauración, estos espacios pueden atender las necesidades humanas sin alterar sus componentes.</p>	<p>cuales pueden ser: agrícolas, ganaderas, mineras, forestales, industriales, habitacionales no nucleadas con algunas restricciones en la densidad, de ocupación y la construcción y ejecución de proyectos de desarrollo, bajo un reglamento y en pro con los objetivos de conservación del área protegida</p>
--	--	--

Fuente: Datos (MinAmbiente, 2012).

Ahora bien, para la elaboración del proyecto se determinaron temáticos geográficos que contribuyeran mostrando la realidad del territorio, las potencialidades, los objetos y accidentes geográficos existente para así hacer un diagnóstico y poder establecer relación hacía la zonificación ambiental.

Para esto se es indispensable la relación entre la cobertura de uso de la tierra, la existencia de áreas de protección, cuerpos de agua, red hídrica, uso potencial del suelo, entre otros que en conjunto permiten la identificación de zonas de conflicto de mayor atención que pueden llevar a una necesaria restauración, sin dejar a un lado las dinámicas antrópicas del área.

5.3.2. Cobertura clasificación Corine Land Cover

CORINE Land Cover (CLC) es el estándar de facto para el seguimiento del uso y la cobertura del suelo (LULC) a nivel paneuropeo. CLC consiste en una secuencia de conjuntos de datos LULC interanuales de Europa, producidos por agencias nacionales y coordinados por la Agencia Europea de Medio Ambiente (EEA). Los conjuntos de datos se producen de acuerdo con un estándar común y representan el estado de los años de referencia 1990, 2000, 2006, 2012 y 2018. Esta serie temporal proporciona una descripción armonizada del desarrollo de la cobertura y el uso del suelo en Europa durante los últimos 30 años (Feranec et al, 2010). Esta captura de información permite reconocer e identificar como se utiliza el territorio actualmente, que actividad económica se denomina, encontrar la conectividad entre la parte social y ambiental; entre otros que dan factores decisivos a la hora de formular decisiones sobre el territorio.

Clasificación Corine Land Cover en Colombia

En Colombia se heredó la leyenda nacional para la elaboración del mapa de coberturas de la tierra, escala 1:100.000, según la metodología CORINE (Coordination of Information on the Environmental) Land Cover. por sus siglas en ingles La metodología tiene como propósito la realización del inventario homogéneo de las características biofísicas (cobertura) de la superficie de la tierra mediante una interpretación visual de imágenes de satélite asistida por computador y la generación de una base de datos geográfica. Realizado por IDEAM, IGAC, Sinchi, IAvH y la UAESPNN. (Ministerio de Ambiente V. y.-I., 2010)

5.3.3. Conflicto de Uso

Conflicto en la pérdida de terrenos con vegetación natural como un conflicto, disminución continua por expansión de otras coberturas, ocurre cuando las partes tienen un uso incompatible relacionado con las unidades existentes y se contradice principalmente con la protección ecológica y ambiental (Nantel P, 1998).

El conflicto se puede categorizar de la siguiente manera, atendiendo su nivel y si corresponden a uso excesivo de la tierra que se degradan por su uso inadecuado o por lo contrario que su uso no está siendo aprovechado por las propiedades y características químicas, físicas y biológicas potenciales. Así mismo se pueden categorizar por su nivel de severidad de manera: severa, moderada o ligera, o si no presenta conflicto (Tabla 2).

Tabla 2. Categorías de conflicto de uso.

Sobreutilización ligera
Sobreutilización moderada
Sobreutilización severa
Subutilización ligera
Subutilización moderada
Subutilización severa
Sin conflicto de uso o uso adecuado

Fuente: (Rodriguez, 2014)

Los Sistemas de Información Geográfica (SIG) tienen la capacidad de integrar datos de atributos espaciales y no espaciales, así como de realizar análisis y representar resultados en varios formatos según lo deseen las partes interesadas (A. Muthamilselvan, 2016).

Mediante procesos geoespaciales es posible identificar cruces de manera masiva que permitan determinar la dinámica del territorio, en cuanto a generación de áreas de influencia. Cruces, extracción de áreas, entre otros.

5.4. Estado del conocimiento

5.4.1. Clasificación Corine Land Cover Cuenca Magdalena-Cauca:

Es en estudio de cobertura para las cuencas Magdalena-Cauca a escala 1:100.000, Cormagdalena (2008), se empleó una metodología donde inicialmente se hizo un análisis para la adopción de la metodología CLC, posteriormente se implementaron herramientas que se aplicara de manera sistemática para los procesos y el control de calidad, para la interpretación se emplearon imágenes Landsat , las cuales fueron preparadas de manera adecuada para su uso, haciendo orto-rectificación, mosaicos, entre otras, adicionalmente se hizo una verificación en campo específicamente en áreas donde se presentaran la mayor duda de interpretación o de clasificación de cobertura (Cormagdalena, 2008)

5.4.2. Cambios en la cobertura del suelo y uso potencial

En el estudio realizado por Gintaré Sujetoviene (2022); Se realizó un análisis del cambio de cobertura y uso potencial, inicialmente identificando la cobertura entre los diferentes años 1990, 2000, 2006, 2012 y 2018, a partir de inventario con metodología Corine Land Cover. Se emplearon imágenes de satélite como insumo base, donde posteriormente se estimó el dinamismo del uso de la tierra por el índice K, como tasa de cambio. Se logra establecer una matriz que vincula el conjunto de cambio de cobertura y de uso potencial entre

los años estudiados, permitiendo la identificación de coberturas con mayor tasa de cambio, se emplearon índices de vegetación e índices de diversidad. Finalmente se concluye que dichos cambios general un impacto en los servicios ecosistémicos.

5.4.3. Zonificación ambiental

En el estudio de Chaoxu Luan (2021), donde se realizó una mejora en la zonificación ambiental a partir de puntuación lógica de preferencia LSP y el índice de ventaja comparativa revelada normalizada (NRCA), inicialmente se determinaron indicadores y sistemas de estandarización de los datos, posteriormente el cálculo de los pesos a partir de criterios que relaciona los métodos LSP y por tres niveles. Estos criterios incluyen variables como topografía, geología, aspectos socioeconómicos y ecológicos; adicionalmente no se dejaron de lado los factores antrópicos como uso del suelo, proximidad a carreteras, zonas urbanas, distancia a aguas superficiales, entre otras. Finalmente se concluyó que el método LSP arroja una precisión lógica adecuada hacia la protección ecológica, se puede aplicar en las zonas urbanas o rurales, sin embargo, la evaluación se ve afectada debido a la disponibilidad de datos (Chaoxu Luan, 2021).

Por otro lado, en el estudio de Anh Kim Nguyen (2016), se definió una zonificación ambiental empleando imágenes de satélite Landsat 8, mapas de topografía, protección ambiental, mapas catastrales, índices de fertilidad en el suelo, mapas de bosques y el modelo digital de elevación, y haciendo una definición de tabla de decisión que involucraran las variables y así dar prioridad al recurso hídrico, las áreas de protección y por último los factores económicos y sociales (Anh Kim Nguyen, 2016)

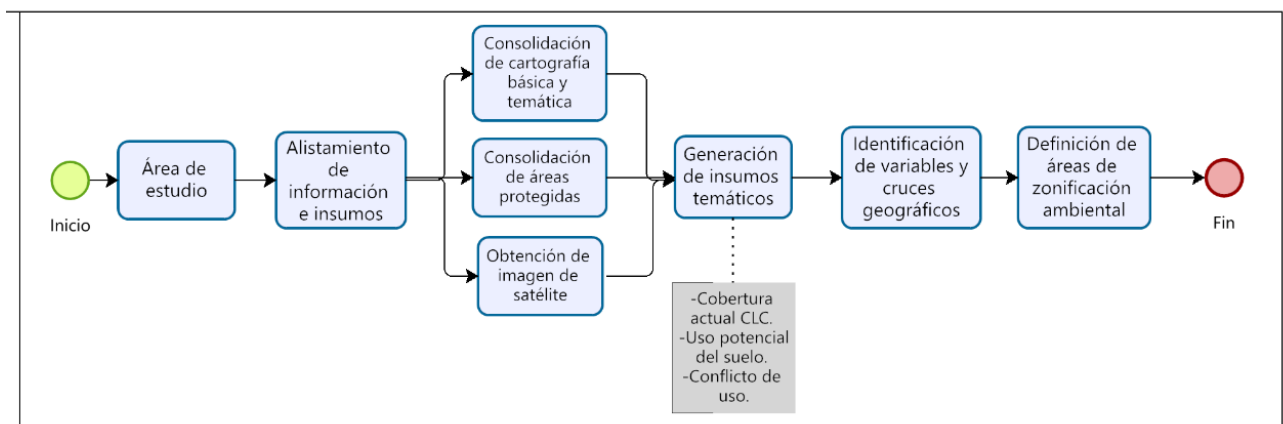
5.4.4. Zonificación ambiental en POMCA:

En el estudio de la actualización del POMCA del río Bogotá CAR (2019), se estableció una zonificación ambiental a partir del diagnóstico en el cual se determinó el estado actual de la cuenca, en sus respectivos componentes a nivel: físico, biótico, gestión del riesgo y antrópico como socioeconómico y cultural. Así mismo se involucraron factores de escenario tendencial, escenarios deseados y en apuesta. En este estudio se realizó la zonificación a partir de superposición de información geográfica, capas temáticas y reclasificación de polígonos. (CAR, 2019).

6. Metodología

Para el desarrollo del proyecto se empleó el siguiente diagrama de flujo (Figura 2) donde se desarrollan las etapas globales, para el área de estudio se ubicó geográficamente la microcuenca, a partir de esta definición, se procedió a alistar la información la cual incluye la descarga de datos libres del IGAC de cartografía base, descarga de imágenes de satélite, adquisición de información geográfica de las áreas protegidas SINAP presentes en el área de estudio; posteriormente se genera la información temática necesaria para la identificación de coberturas, conflictos y otros presentes. Finalmente, se identifican las variables propuestas para la generación de la zonificación ambiental.

Figura 2. Metodología para emplear



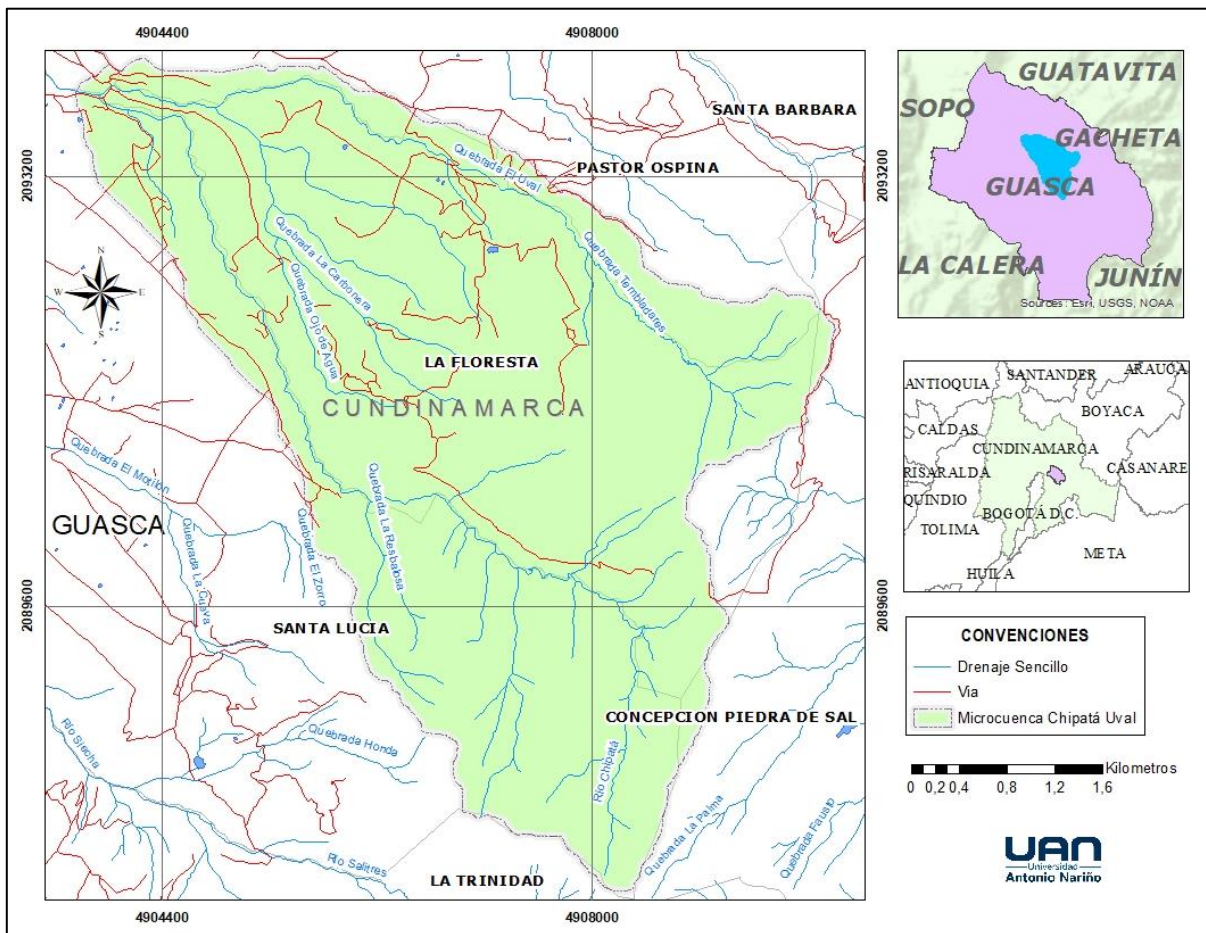
Fuente: Elaboración propia

6.1. Área de estudio

La Microcuenca de la Quebrada Chipatá Uval, se encuentra localizada en el departamento de Cundinamarca, municipio de Guasca, con una extensión de aproximadamente de 2186 ha. La microcuenca se encuentra en la jurisdicción del municipio

de Guasca, donde se encuentran las veredas de La Floresta, Pastor Ospina, Concepción piedra de sal y Santa Lucia (Figura 3). Esta microcuenca pertenece a la Cuenca del río Bogotá con jurisdicción de la CAR de Cundinamarca y Corpoguvio.

Figura 3. Localización general Microcuenca Chipatá.



Fuente: Elaboración propia, información geográfica Datos abiertos IGAC.

6.2. Alistamiento de información e insumos

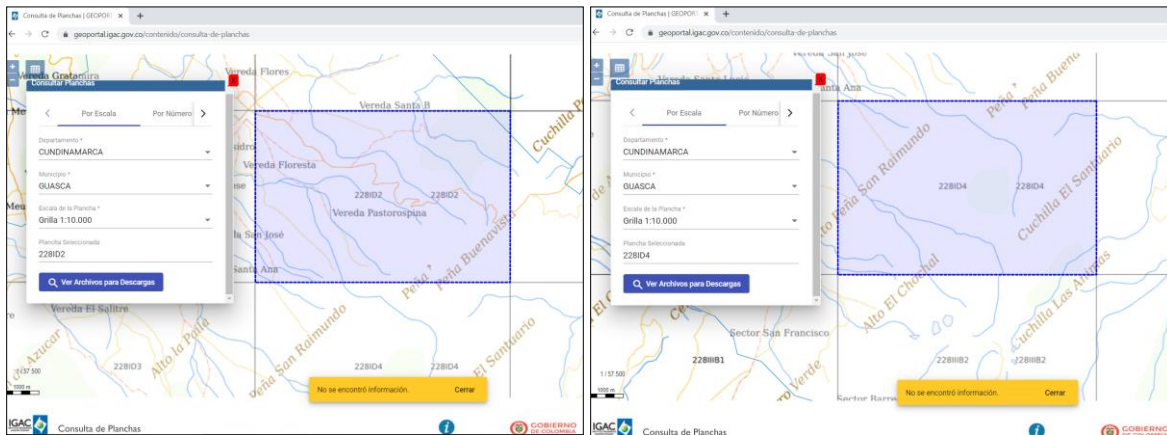
6.2.1. Consolidación de cartografía básica y temática

Para el desarrollo del proyecto se recopiló la información geográfica y alfanumérica disponible y abierta con la que cuenta el Instituto Geográfico Agustín Codazzi en su repositorio de datos abiertos la cartografía base y algunas temáticas por planchas del país, el portal de datos abiertos: Geoportal sitio web: <https://geoportal.igac.gov.co/contenido/consulta-de-planchas>. Para la Microcuenca se presentan las planchas IGAC a escala 1:10.000, correspondientes a la plancha 228ID2 y la 228ID4 (Figura 4), de igual manera se capturaron imágenes de fotografía aérea con una resolución espacial de 0.5 m, resolución radiométrica de 8 bits y una resolución espectral que incluye 3 bandas (espectro visible).

Posteriormente, se depuraron las capas geográficas que, si cuentan con objetos dentro de la zona de estudio, se prosiguió a estructurar una GDB para la información cartografía base y cartografía temática por componente.

Igualmente se consultó en la Agencia catastral de Cundinamarca para la extracción de información geográfica, donde se encontró que al momento no se cuenta con los datos libres.

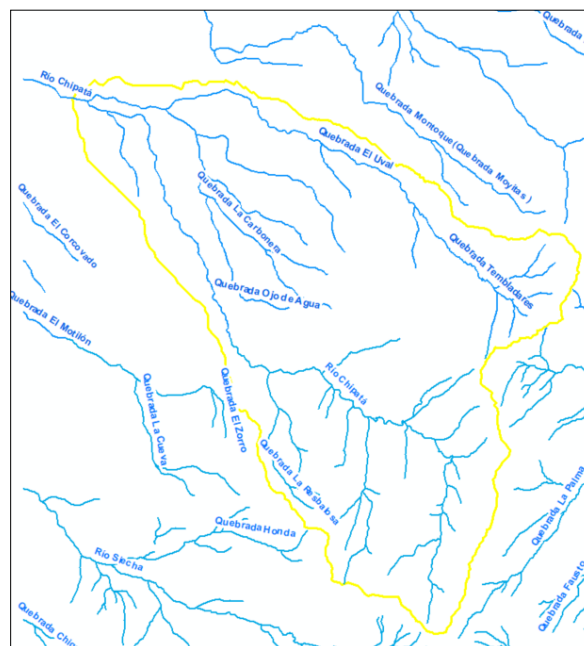
Figura 4. Plancha 228ID2 y 228ID4 IGAC 1:10.000



Fuente: Geoportal IGAC

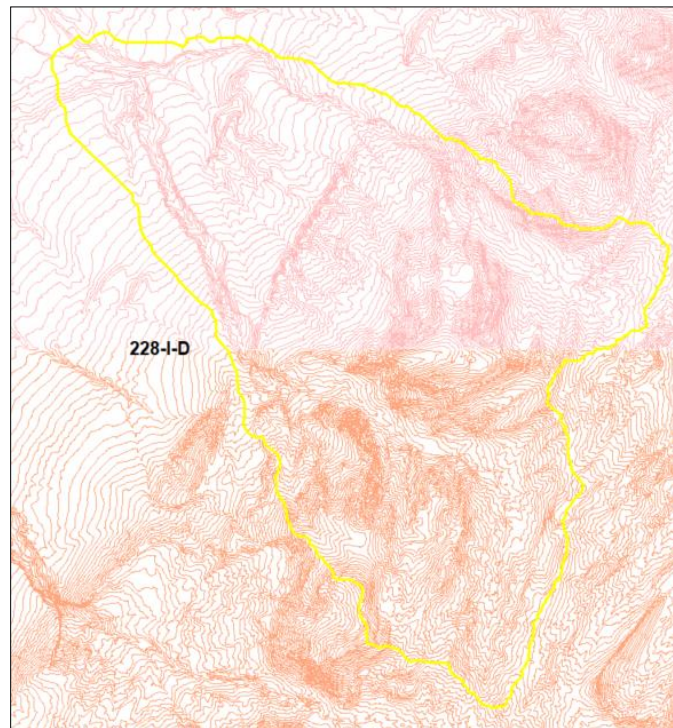
Luego de obtener la información, se realizó una evaluación de las capas que tienen información en el área de estudio y de interés: (Figura 5 y Figura 6)

Figura 5. Sistema hídrico- cartográfica base.



Fuente: IGAC datos abiertos.

Figura 6. Curvas de nivel- cartografía base.



Fuente: IGAC datos abiertos.

Adicionalmente se cuenta con dos fotografías aéreas de las áreas de las planchas a escala 1:10.000 con una resolución espacial de 0.5m y una resolución radiométrica de 8bits, una resolución espectral de las 3 bandas del visible RGB.

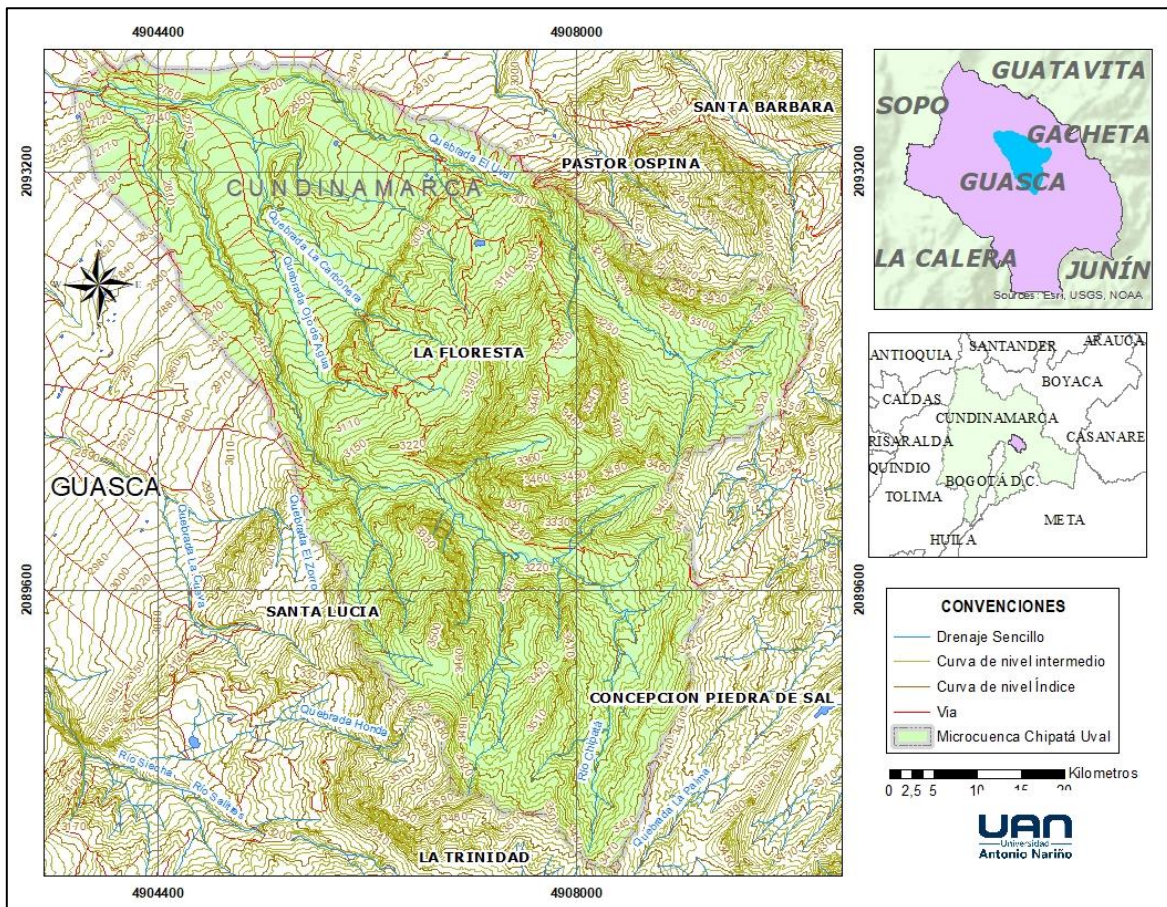
Figura 7. Fotografía área de la zona de estudio. RGB 321.



Fuente: IGAC, 2021.

La información geográfica a escala 1:10.000 se encontraba dividida por planchas, por lo que se hizo una unión por capas presentes y para homogenizar la información en la microcuenca. Las planchas se encontraban en sistema de proyección Magna Colombia Bogotá, pero a partir de las nuevas directrices del IGAC por medio de Resolución 471 de 2020, se realizó la reproyección a sistema CTM12 de origen único Nacional. Compilando la información en una GDB se completan los insumos básicos.

Figura 8. Consolidación de información geográfica básica.



Fuente: Elaboración propia, insumos IGAC, 2022.

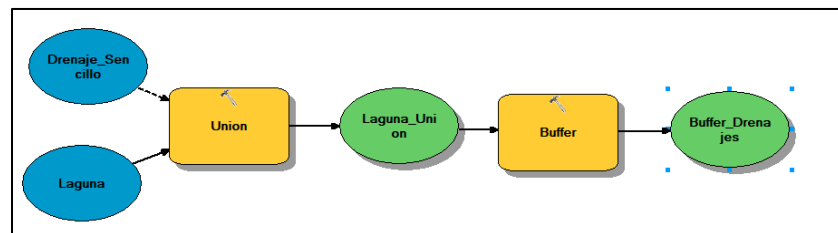
6.2.2. Consolidación de áreas protegidas

Se obtuvieron las áreas protegidas del Sistema Nacional de Áreas Protegidas del País SINAP registradas en RUNAP (Registro Único Nacional de Áreas Protegidas) de acceso libre para descarga (<https://runap.parquesnacionales.gov.co/departamento/923>), y se generaron los cruces geográficos con el área de estudio para determinar que zonas cruzan y se deben tener presente en el desarrollo del proyecto. Del inventario actual se encontró que

la microcuenca cruza con: Reserva forestal nacional, complejo de páramo y páramos delimitados.

Para el área de ronda hídrica se definió una extensión de 30 metros a cada lado de los cuerpos de agua.

Figura 9. Proceso para ronda hídrica conjunta a los cuerpos de agua.



Fuente: Elaboración propia.

Se recolectó la información del Plan de ordenamiento del recurso hídrico de la unidad hidrográfica del Embalse de Tominé del cual hacen parte los ríos Siecha – Aves y principales tributarios, y de la unidad Hidrográfica del Río Teusacá y principales tributarios en las jurisdicciones de la CAR y CORPOGUAVIO Tipo de archivo GDB, MXD, JPEG,PDF. Donde se tomó información temática como suelos, adicionalmente para completar la información base con datos de topónimos, entre otros.

6.2.3. Obtención de imágenes de satélite

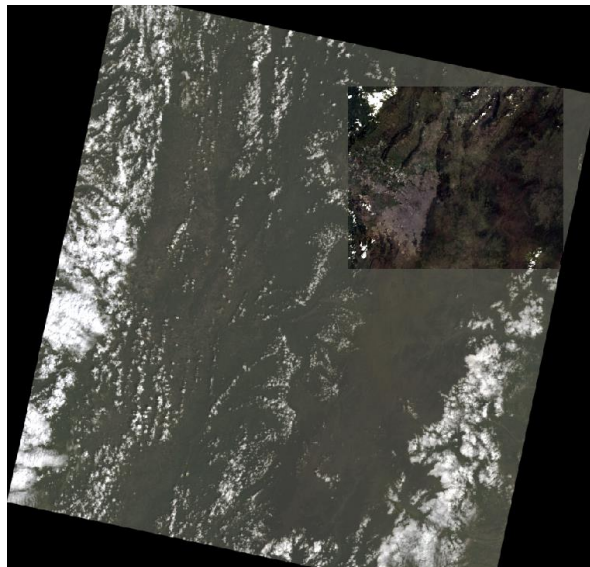
Para la adquisición de imágenes se hizo una búsqueda en las diferentes plataformas de uso libre como NASA EARTH DATA y Earth explorer, evaluando las condiciones y

características óptimas para el desarrollo: resolución espacial, espectral, radiométrica, fecha de adquisición, entre otros. Adicionalmente se encontraron imágenes Landsat, Sentinel y una Alos palsar de Radar, para la revisión de aguas divisorias, DEM y curvas de nivel que permitieron la identificación de la red hídrica de mayor precisión, adicionalmente se consultó por fotografía áreas del IGAC.

1.IMAGEN LANDSAT: Para la zona se interés se encontró imagen Landsat 8 con fecha del 31 de enero de 2022, en la plataforma Earth explorer. Inicialmente se hizo un layerstack para obtener la composición de la imagen por banda en el rango multiespectral (7 bandas).

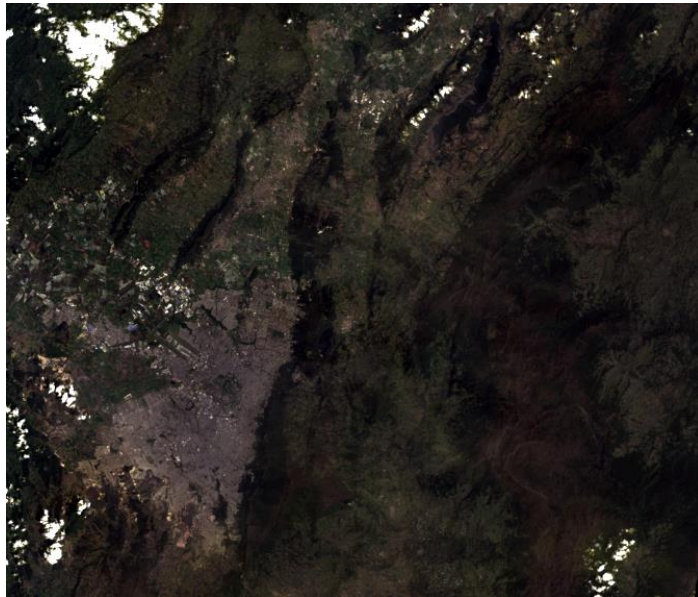
La imagen Landsat originalmente abarca un área más extensa, lo que llevo a cortarla en un área más pequeña y que tuviera toda el área de interés de la microcuenca, como se ve en las Figura 10 y Figura 11 .

Figura 10. Imagen Landsat cruda, del 31/01/2022



Fuente: Earth explorer, 2022.

Figura 11. Corte de la imagen a la zona de estudio.

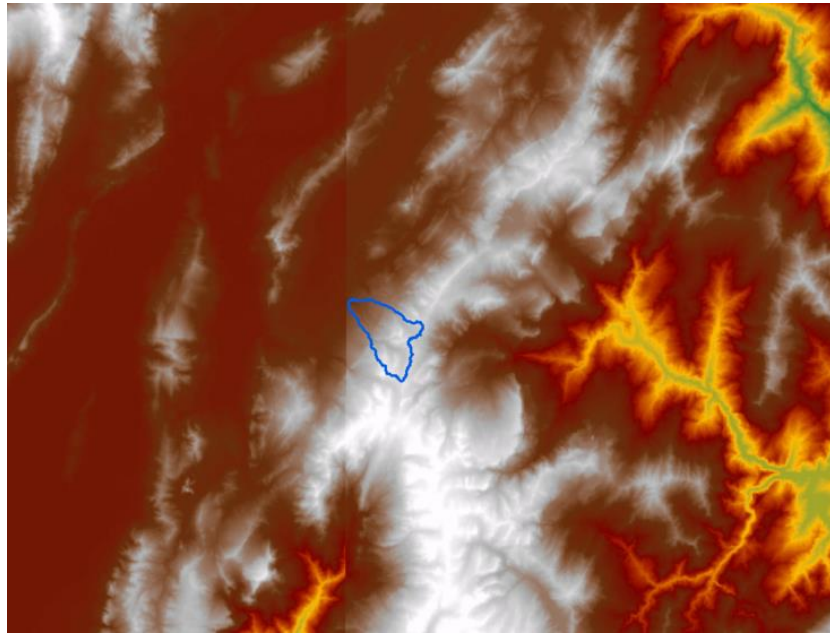


Fuente: Earth explorer, 2022.

2.IMAGEN DE RADAR ALOS PALSAR:

Mediante el repositorio de la plataforma Earth Data Open Access de la NASA, se obtienen imágenes de radar Alos Palsar que permiten obtener un DEM de la zona de estudio, con el fin de identificar de mejor manera los drenajes, zonas planas y onduladas, se seleccionaron dos imágenes de fecha:2015 dicha imagen tiene una resolución espacial de 12.5 m, resolución radiométrica de 16 bits.

Figura 12. Imagen de Radar Alos palsar.



Fuente: NASA, 2015.

3.FOTOGRAFIAS AEREAS: En la información geográfica IGAC, se presentaron imágenes por plancha (2), dichas imágenes tienen una resolución espacial de 0.5 m, resolución radiométrica de 8 bits y una resolución espectral que incluye 3 bandas (espectro visible) de fecha año 2020. Las imágenes se encontraban sin referencia, así que se procedió a georreferenciar a partir de la delimitación de planchas

6.3. Generación de insumos temáticos

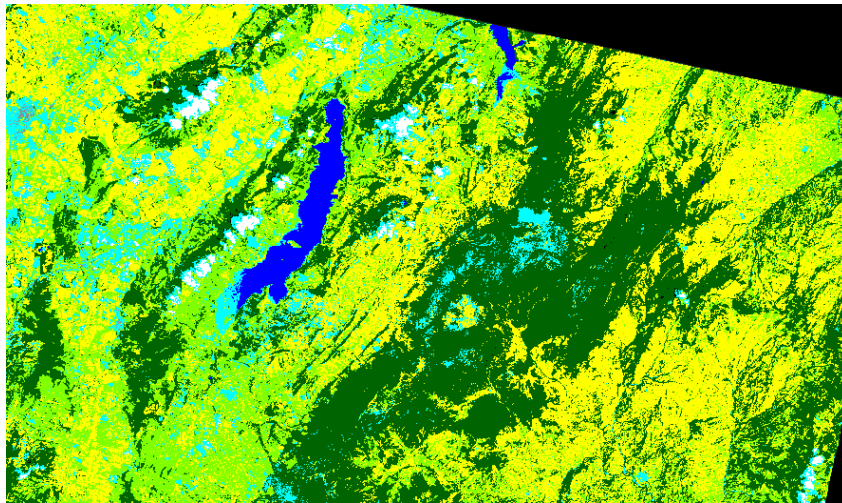
6.3.1. Cobertura de la tierra CLC

Para la clasificación de cobertura de la tierra mediante metodología Corine Land Cover, se emplearon las imágenes de satélite y fotografía aérea, mediante el software Erdas Imagine se inició una clasificación supervisada, segmentando 5 clases entre ellas las de mayor diferenciación pertenecientes al primer nivel de clasificación: 1. Territorios artificializados, 2. Territorios agrícolas, 3. Bosques y áreas seminaturales, 4 Áreas húmedas y 5 Superficies de agua, para ellos se definieron firmas espectrales por cada coberturas identificadas en la imagen Landsat.

Una vez segmentada la imagen, se prosiguió a hacer una división más detallada a partir de la cobertura de segundo nivel con otros insumos (mediante el software ArcGIS para lograr la edición de polígonos de mejor manera): la fotografía aérea con mayor resolución espacial, validando y completado con la cobertura de la Tierra a escala 1:100.000 generada por el IDAM en el 2018, para todo el país (Figura 13) el cual se puede descargar de manera gratuita (<http://www.siac.gov.co/catalogo-de-mapas>).

Clasificación supervisada: Se obtuvo una clasificación que logra diferenciar los cuerpos de agua, las áreas de bosque y territorios agrícolas, se evidencia que las zonas artificializadas se asignaron adecuadamente, pero se involucran erróneamente entre el paso de zonas agrícolas y bosque, lo que implicó validación. Figura 14.

Figura 14. Clasificación de la tierra CLC en Nivel 1, clasificación supervisada.



Fuente: Elaboración propia.

Detalle a nivel de clasificación 2 y 3: Se editaron los polígonos de tal manera que fueran lo más preciso posible en el cambio de cobertura (Figura 15)

Figura 15. Edición de cobertura segmentando a nivel 2 y 3.



Fuente: Elaboración propia.

Finalmente, se hizo una topología para corregir errores de traslapes de superposición y huecos en todo el límite de la microcuenca, para así obtener la cobertura de la tierra en el área final.

6.3.2. Conflicto de uso

Para el conflicto de uso se emplearon los datos de cobertura actual anteriormente descrita y el uso potencial del suelo de información secundaria de la cuenca del río Bogotá. Donde a partir de cruce geográfico se identifica los dos atributos y se hace un análisis correspondiente a la cobertura y si es apropiado con su uso potencial, para ello se empleó hacer una categorización de niveles de conflicto, donde inicialmente se divide en sobreutilización y subutilización (Tabla 3). Es importante aclarar que cuando se trata de cuerpos de agua, bosques, áreas de protección, por su nivel de importancia, no tienen conflicto, así su uso potencial sea otro. Es decir, están en una mayor jerarquía.

Tabla 3. Categorías de conflicto.

Sobreutilización moderada
Sobreutilización severa
Subutilización ligera
Subutilización moderada
Subutilización severa
Sin conflicto de uso o uso adecuado

Fuente: Elaboración propia.

Una vez se contaban con los insumos de cobertura de la tierra y el de uso potencial, se hizo un cruce donde se segmentó la información con los atributos correspondientes y poder evaluar el conflicto presente y su nivel de intensidad.

6.4. Identificación de variables, cruces geográficos y definición de áreas de zonificación ambiental.

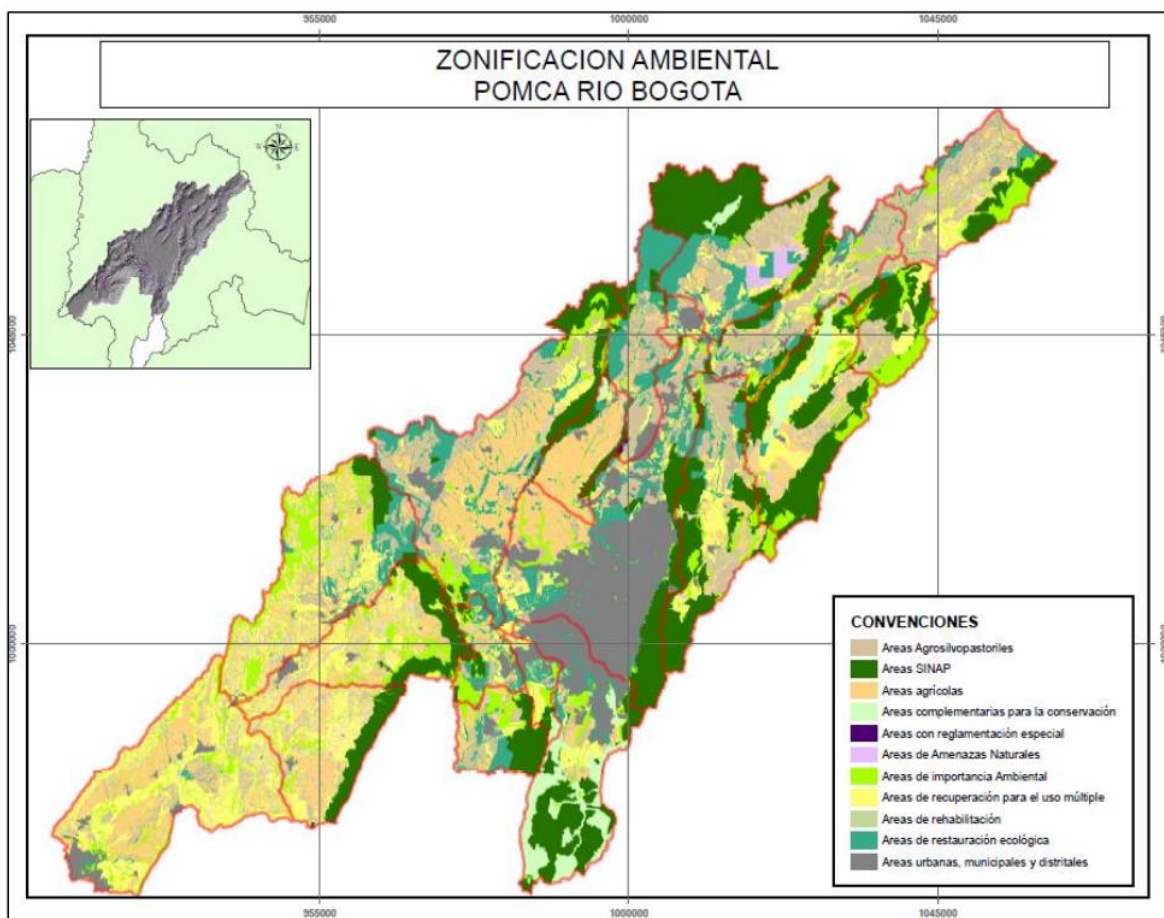
1. Zonas de protección y restauración, una vez identificadas las áreas del sistema nacional de áreas protegidas y las rondas hídricas definidas, se hace un cruce que permita extraer de la microcuenca dichas áreas y validar si existe conflicto de uso para su respectiva restauración.

1 zonas de restauración: Se extrajo del límite todas las zonas de protección, para identificar cuales se encuentran en conflicto de uso y definir las como restauración.

Una vez se obtienen las zonas de las áreas de protección se prosiguió a hacer una evaluación a las demás áreas restantes donde se discriminó por comparación de conflicto con uso potencial, como se estableció en el diagrama de flujo (Figura 17).

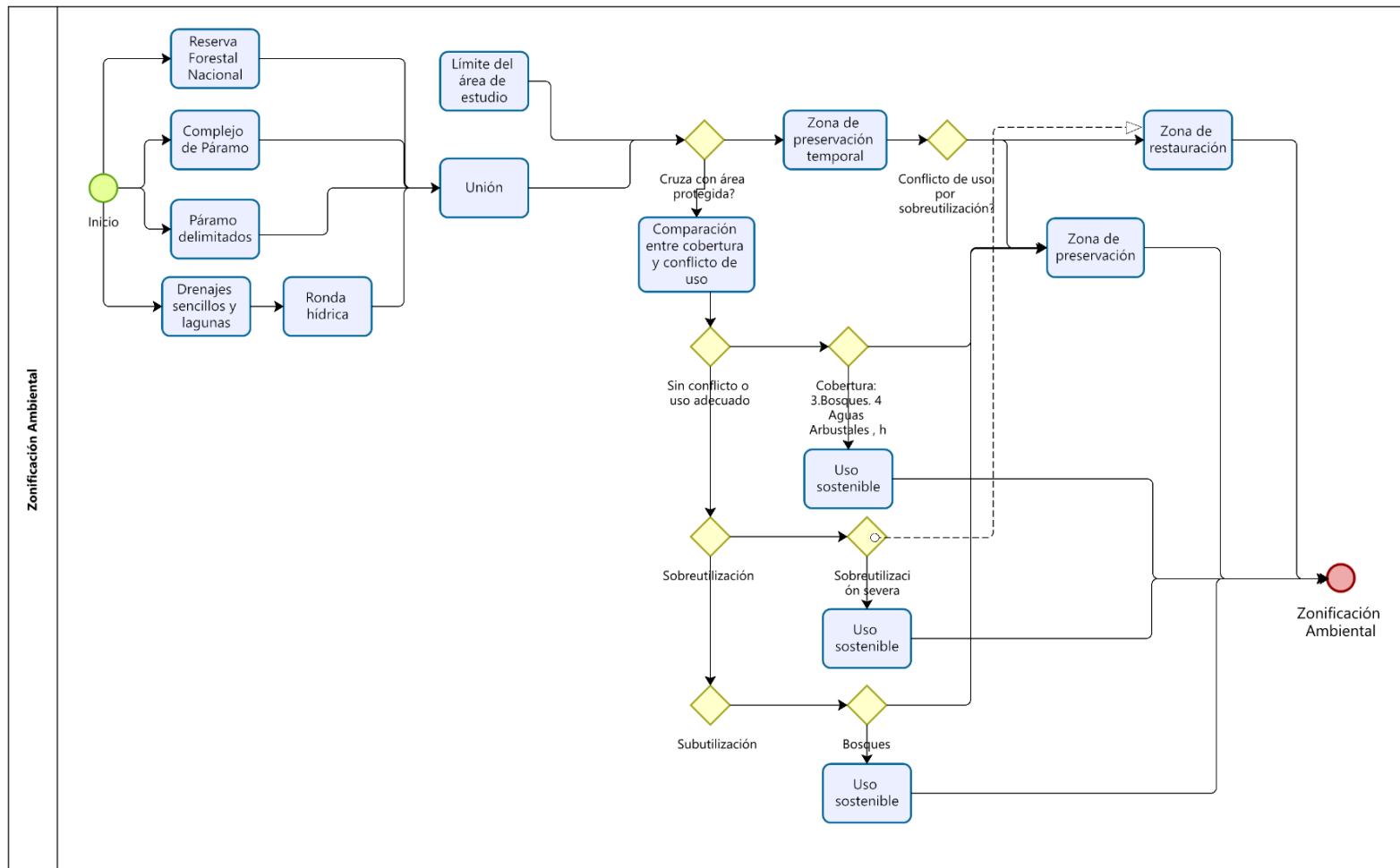
Adicionalmente se obtuvo como información secundaria la zonificación ambiental determinada por la CAR en su Plan de ordenamiento y manejo de la Cuenca del Río Bogotá (CAR, 2019). El cual estableció 11 zonas en toda la cuenca. Y específicamente en la microcuenca Chipatá, se presentan las zonas de Áreas SINAP, agrosilvopastoriles y de recuperación para uso múltiple (Figura 16)

Figura 16. Zonificación ambiental POMCA Rio Bogotá.



Fuente: (CAR, 2019)

Figura 17. Diagrama de flujo para la Zonificación ambiental.



Fuente: Elaboración propia

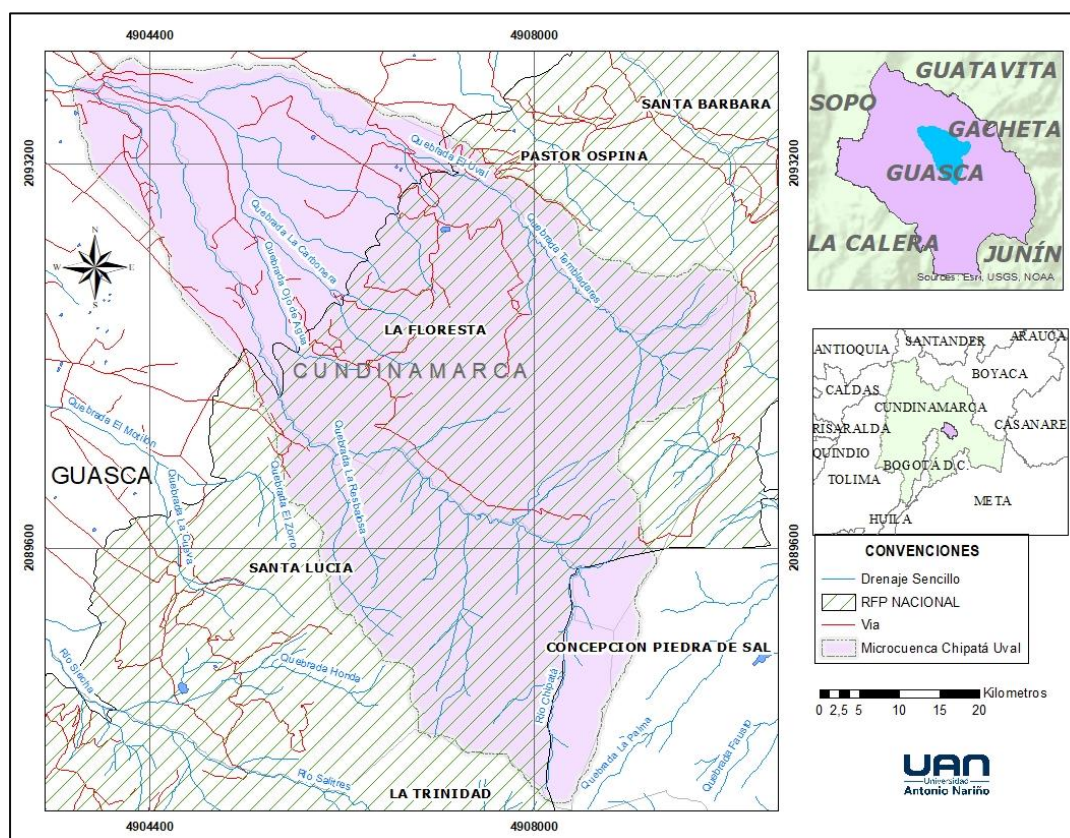
7. Resultados y discusión

7.1.1. Áreas protegidas en el área de estudio

Reserva Forestal Nacional

Al realizar el cruce con reserva forestal nacional denominada Páramo Grande, definida con Parque Nacional Natural, con fecha declarativa del 30 de septiembre de 1975 y registro el 06 abril de 2017, se encontró un área de 1463 ha de reserva forestal, que corresponde con un 67% del total de la microcuenca siendo una gran parte, y dicha área queda ubicada toda la zona sur de la microcuenca del río Chipatá (Figura 18).

Figura 18. Reserva forestal nacional

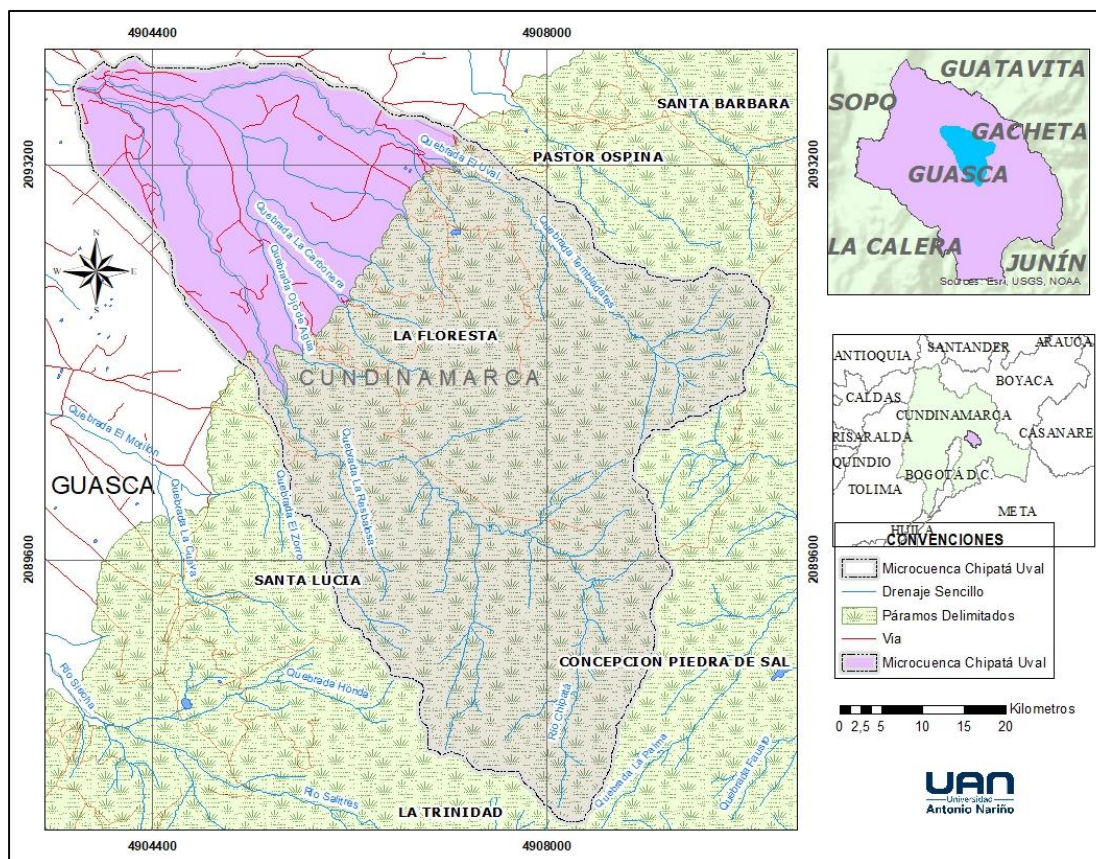


Fuente: SINAP, Elaboración propia.

Páramos delimitados:

En cuanto a la delimitación de páramos, la microcuenca cruza con una extensión de 1600 ha que corresponde a un 73% del total de la microcuenca, dicha área coincide con complejo de paramo. Se refleja que las áreas protegidas coinciden y representan un porcentaje alto en la microcuenca, lo que indica la importancia de regular el área y establecer proyectos que mantengan, y restauren dichas áreas (Figura 20)

Figura 20. Páramos delimitados.



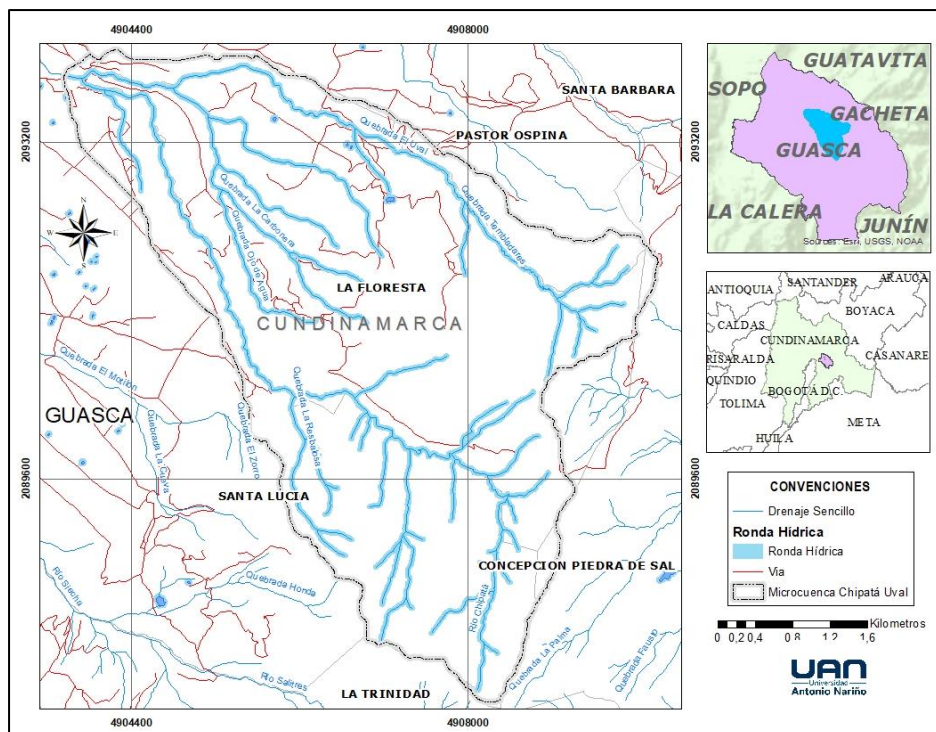
Fuente: SINAP, Elaboración propia.

Todas las áreas protegidas involucradas en la microcuenca están inmersas de la misma manera en la zonificación ambiental definida en el POMCA del Río Bogotá (CAR, 2019), como categoría de áreas SINAP.

Ronda hídrica:

Las rondas hídricas determinadas por un área de influencia de 30 metros responden a un total de 336 ha, siendo el 15% del total de la microcuenca, estas zonas son de mayor prioridad y jerarquía, es decir, se deben mantener, restaurar y no presentan conflicto de uso de suelo, mientras que si se debe mantener dicha área en aras de mantener el cuerpo de agua y minimizar riesgo antrópico como inundaciones por asentarse allí (Figura 21).

Figura 21. Ronda hídrica definida a 30 metros.



Fuente: Elaboración propia.

7.1.2. Imagen de satélite Landsat

Medidas de la imagen: Una vez identificadas las medidas de tendencia central de las 7 bandas, se puede observar que todas las bandas tienen como valor mínimo el 0, mientras que las bandas 5, 6 y 7 tienen su máximo en 255, en cuanto a la media y la mediana se puede observar que la mediana es un dato más estable, es decir no se deja alterar por los valores extremos o atípicos, en los niveles digitales se puede observar que la banda 7 tiene los datos menores en comparación con las demás bandas (Tabla 4).

Tabla 4. Medidas de tendencia central por Banda.

Medida de Tendencia Central	Banda 1	Banda 2	Banda 3	Banda 4	Banda 5	Banda 6	Banda 7
Mínimo	0	0	0	0	0	0	0
Máximo	192	188	222	215	255	255	255
Rango	192	188	222	215	255	255	255
Media	35,43	35,916	41,213	41,324	52,846	30,999	18,2
Moda	33	33	38	37	43	33	13
Mediana	34	34	40	39	51	30	16

Fuente: Elaboración propia.

Medidas de dispersión: En cuanto a las medidas de dispersión, se puede observar que la banda 5 presenta una desviación mayor en sus datos, es decir más alejados de la media, mientras que la banda 3 tiene la menor desviación (

Tabla 5)

Tabla 5. Medidas de dispersión por Banda.

Medidas De Dispersión	Banda 1	Banda 2	Banda 3	Banda 4	Banda 5	Banda 6	Banda 7
Desviación estándar	8,449	8,397	8,807	9,369	14,768	11,574	9,747
Varianza(M)	71,386	70,510	77,563	87,778	218,094	133,957	95,004

Fuente: Elaboración propia.

7.2. Insumos temáticos.

7.2.1. Cobertura de la tierra clasificación Corine Land Cover:

De manera agrupada, se presentan las coberturas en nivel 1 de la clasificación Corine Land Cover: Donde se puede observar que la cobertura que más predomina en la microcuenca es la de bosques y áreas seminaturales, con un total de 1865 ha, siendo el 86%, seguida de territorios agrícolas con una extensión de 296 ha. que representan el 24%, mientras que no se presentan áreas húmedas, y para los territorios artificializados y superficies de agua se determina un área de 11 ha (0.5 %) y 6 ha. (0.3 %) respectivamente (Tabla 6).

Tabla 6. Clasificación CLC en nivel 1.

Nivel 1 CLC	Área	Porcentaje
1. Territorios artificializados	11	0,5%
2. Territorios agrícolas	296	14%
3. Bosques y áreas seminaturales	1865	86%
4. Áreas húmedas	0	0%
5. Superficies de agua	6	0,3%





















Fuente: Elaboración propia.

A partir de la generación de clasificación supervisada, depuración y edición de coberturas, se llegó a una interpretación de la microcuenca, ahora es importante señalar que la mayor parte de la microcuenca tiene una cobertura de herbazal denso de tierra firme no arbolado, con un área de 865 ha. siendo el 40% del total, y se ubica principalmente en la zona sur de la microcuenca, correspondiente a las áreas protegidas; seguido por el bosque fragmentado con un área de 341 ha. y un 16 %. El cual se presenta por toda la cuenca de manera dispersa, acercándose a los drenajes. (Tonalidades verdes, (Figura 22))

En tercer lugar, se encuentra el herbazal denso de tierra firme con arbustos, el cual tiene una extensión de 301 ha, el cual corresponde a un 14 % del total de la microcuenca, el cual se ubica principalmente en la zona sur (áreas protegidas) y en la zona central (Tabla 7).

Mientras que las coberturas con menor presencia en el área de estudio corresponden a mosaico de pastos con espacios naturales y tejido urbano discontinuo, con una extensión ambas de 2 ha. se muestran los resultados obtenidos para cada cobertura con su área correspondiente en la microcuenca (Tabla 7).

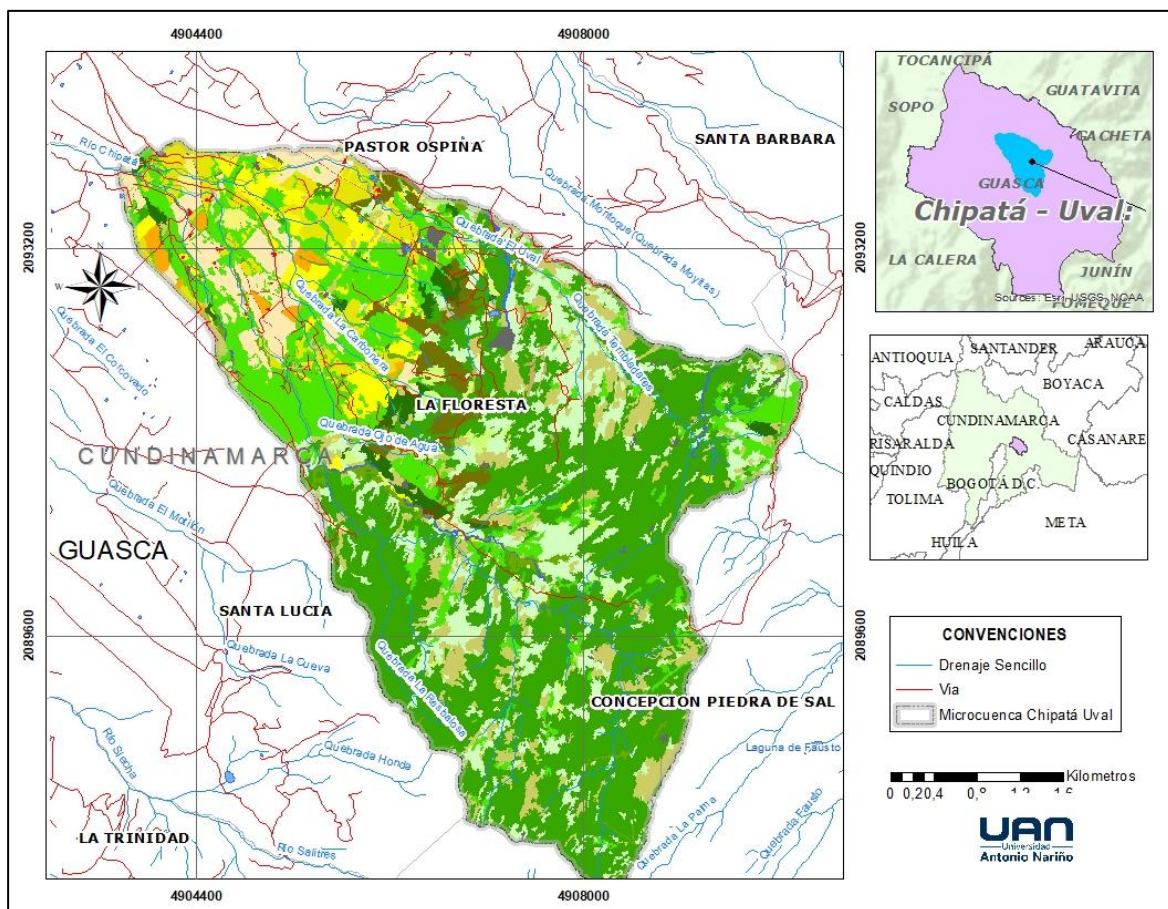
Tabla 7. Cobertura por área en la microcuenca.

Simbología	Código	Cobertura	Área (ha)	%
	1.1.2	Tejido urbano discontinuo	2,04	0
	1.2.2.1	Red vial y territorios asociados	8,74	0
	2.2	Cultivos permanentes	16,36	1
	2.3.1	Pastos limpios	83,83	4
	2.3.2	Pastos arbolados	12,84	1
	2.3.3	Pastos enmalezados	83,08	4
	2.4.2	Mosaico de pastos y cultivos	97,32	4
	2.4.4	Mosaico de pastos con espacios naturales	2,34	0
	3.1.1.2	Bosque denso bajo	35,96	1
	3.1.2	Bosque abierto	3,90	0
	3.1.3	Bosque fragmentado	341,33	16
	3.1.4	Bosque de galería y ripario	27,59	1
	3.1.5	Plantaciones forestales	52,23	2
	3.2.1.1	Herbazal denso de tierra firme arbolado	21,26	1
	3.2.1.1.1.2	Herbazal denso de tierra firme con arbustos	301,32	14
	3.2.1.1.1.3	Herbazal denso de tierra firme no arbolado	865,58	40
	3.2.2	Arbustales	198,26	9
	3.3.2	Afloramientos rocosos	5,54	0
	3.3.3	Tierras desnudas y degradadas	11,59	1
	5.1	Aguas continentales	6,37	0
		TOTAL	2186	100

Fuente: Elaboración propia.

A continuación, se muestra la distribución de cobertura del suelo en nivel detallado de la microcuenca.

Figura 22. Cobertura de uso Microcuenca Chipatá



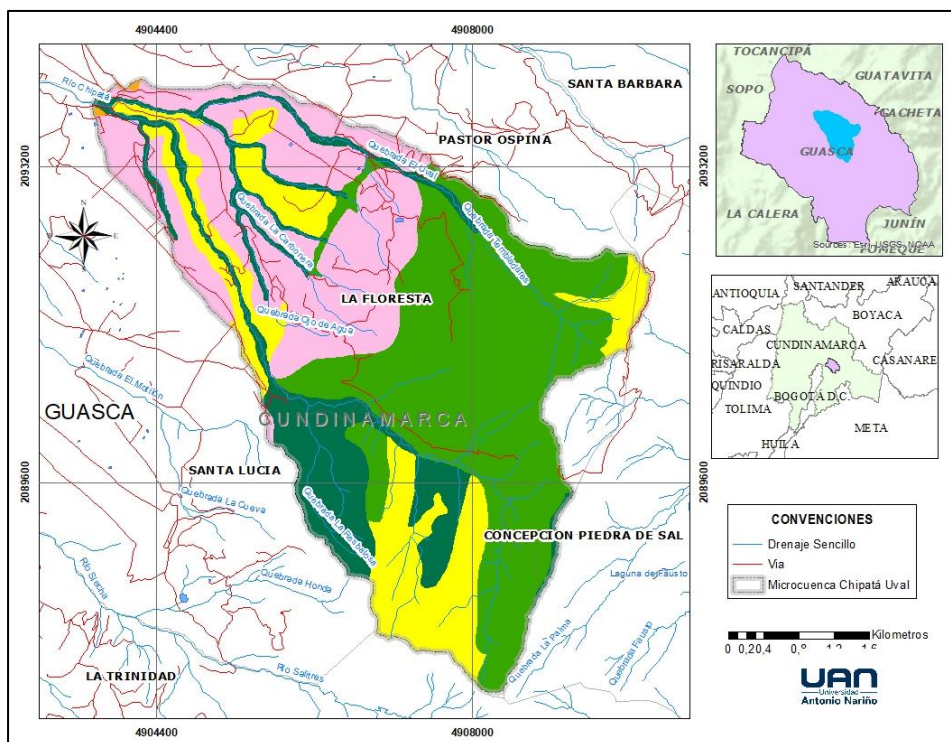
Fuente: Elaboración propia.

Los datos arrojaron una mayor cobertura en la categoría de herbazales en general y bosques, y en menor proporción las áreas de pastos y mosaicos ubicados en la zona norte de la microcuenca, lo cual presenta similitud a las coberturas determinadas por el IDEAM (IDEAM, 2018), el cual definió en la zona las clases de herbazales, bosques, plantaciones forestales, mosaicos de pastos y cultivos, no obstante la delimitación de polígonos difiere, pues los insumos, nivel de escala y temporalidad varían.

7.2.2. Uso potencial del suelo

Para el uso potencial del suelo se obtuvo información generada por la corporación autónoma Corpoguavio en el proceso de plan de ordenamiento de la cuenca del Rio Bogotá. Segmentando el área en las siguientes categorías (Figura 23). Donde se refleja que el área sur de la microcuenca se destaca por tener un uso potencial de conservación, recuperación y plantaciones forestales de protección, lo que indica que está acorde y encaminado a las áreas de protección delimitadas, mientras que en la zona nor-occidental se presenta un uso potencial de cultivos transitorios, semi-intensivos y sistemas agro-silvícolas.

Figura 23. Uso potencial del suelo en la microcuenca.



Fuente: Elaboración propia con información Corpoguavio 2020.

La cuenca presenta un mayor uso potencial como áreas de conservación y/o restauración de la naturaleza, con una extensión de 869 ha. siendo el 40% del total de la microcuenca, seguido de cultivos transitorios semi- intensivos con un área de 573 el cual corresponde al 26%; mientras que el uso potencial con menor presencia es el de cultivos transitorios intensivos con una extensión de 3 ha que corresponde a un 0.2% (Tabla 8).

Tabla 8. Uso potencial por áreas de la microcuenca.

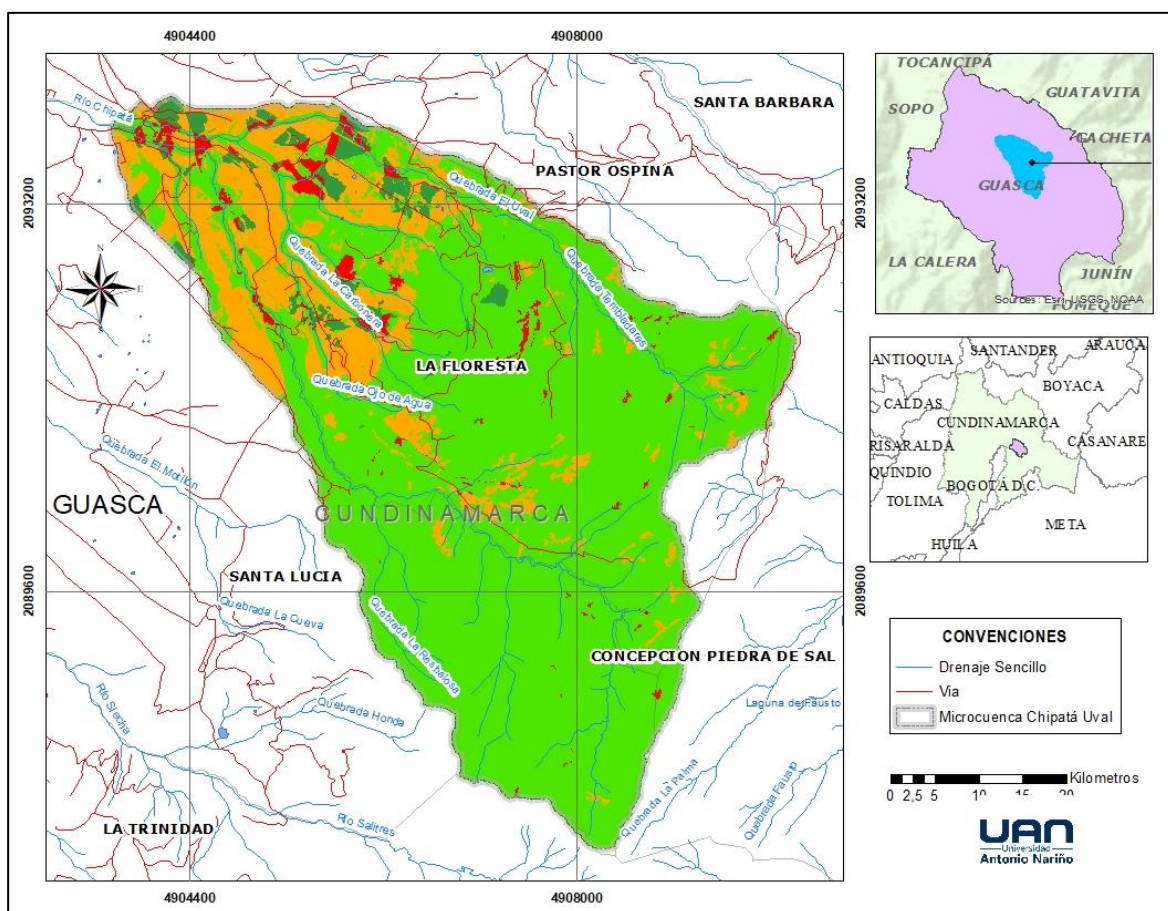
Simbología	Uso potencial	Área (ha)	%
	Conservación y o recuperación de la naturaleza	869,24	40
	Cultivos transitorios intensivos	3,58	0,2
	Cultivos transitorios semi-intensivos	573,50	26
	Plantaciones forestales protectoras	340,17	15,6
	Sistemas agro silvícolas	391,61	18

Fuente: Elaboración propia.

7.2.3. Conflicto de Uso

Del cruce entre la cobertura actual de la tierra, la determinación de áreas protegidas y el uso potencial, y la clasificación de conflicto según su nivel, se obtuvo que la microcuenca tiene un 78% de uso adecuado o sin conflicto, que corresponde a un área de 1703ha, lo cual indica que tiene un adecuado manejo y que se están manteniendo adecuadamente la regulación de áreas protegidas, dicha zona se ubica en la zona sur, por otro lado se puede evidenciar (Figura 24) que las áreas con conflicto severo (sea por subutilización 1,99ha o sobreutilización 44,26ha) se ubican en la zona norte de la microcuenca, principalmente en cercanías a los drenajes como la quebrada Uval y quebrada La Carbonera donde se presenta actividad humana.

Figura 24. Conflicto de uso en la microcuenca.



Fuente: Elaboración propia.

Se puede observar que la sobreutilización (moderada 64ha y severa 44ha) presenta mayor área que la subutilización (ligera 62 ha, moderada 302 ha y severa 2 ha), lo que indica que las propiedades del suelo se están viendo explotadas de manera acelerada en comparación de las zonas que no se están aprovechando adecuadamente (Tabla 9).

Tabla 9. Áreas por Conflicto de uso

Simbología	Conflicto de uso	Área (ha)	Porcentaje %
	Sobreutilización moderada	64	3
	Sobreutilización severa	44	2
	Subutilización ligera	62	3
	Subutilización moderada	302	14
	Subutilización severa	2	0
	Sin conflicto de uso o uso adecuado	1703,40	78

Fuente: Elaboración propia.

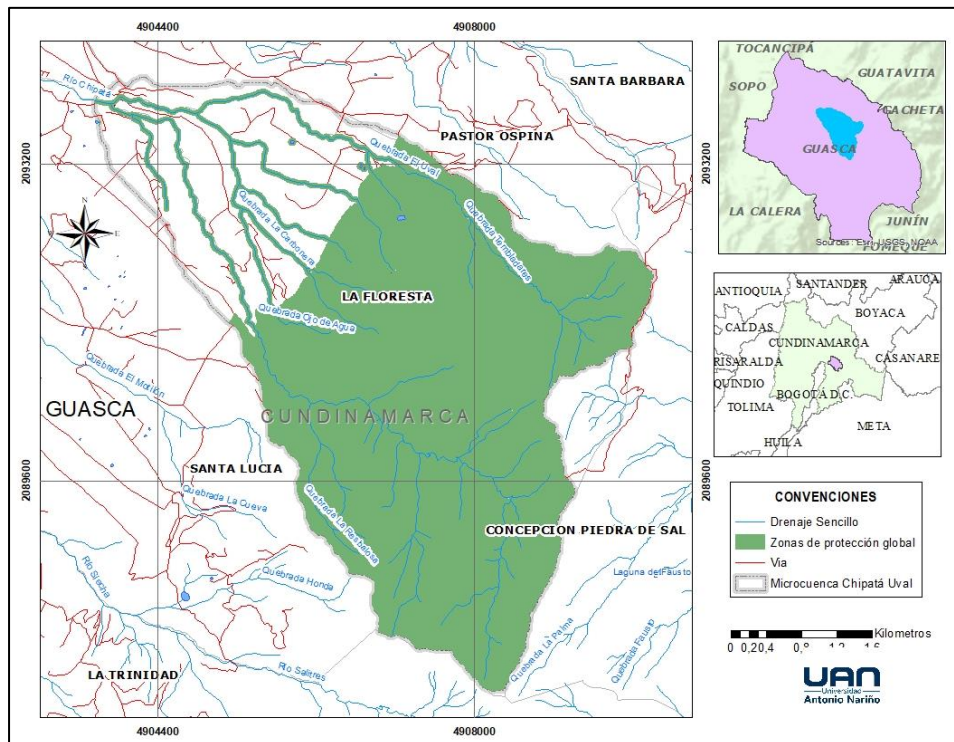
Se puede observar que todas las áreas de protección representan una gran participación en la categoría de uso adecuado, debido a que su peso es de mayor importancia, y en menores niveles se encuentran los factores sociales y de infraestructura, como se puede ver también en el estudio de Song Jiang (2020), donde se realizó una sistema multicriterio para clasificar el conflicto de la tierra, donde se evaluó el uso por competitividad, idoneidad de la tierra y diferentes factores como la disponibilidad d recursos hídricos, factores naturales, en primer nivel. Mientras que, para los factores sociales y políticos, se les dio una ponderación menor (Song Jiang, 2020)

7.3. Variables y cruces geográficos

Una vez se obtuvieron las diferentes áreas SINAP y rondas hídricas, se definieron como área de protección preliminar (

Figura 25).

Figura 25. Unión de zonas de protección global.

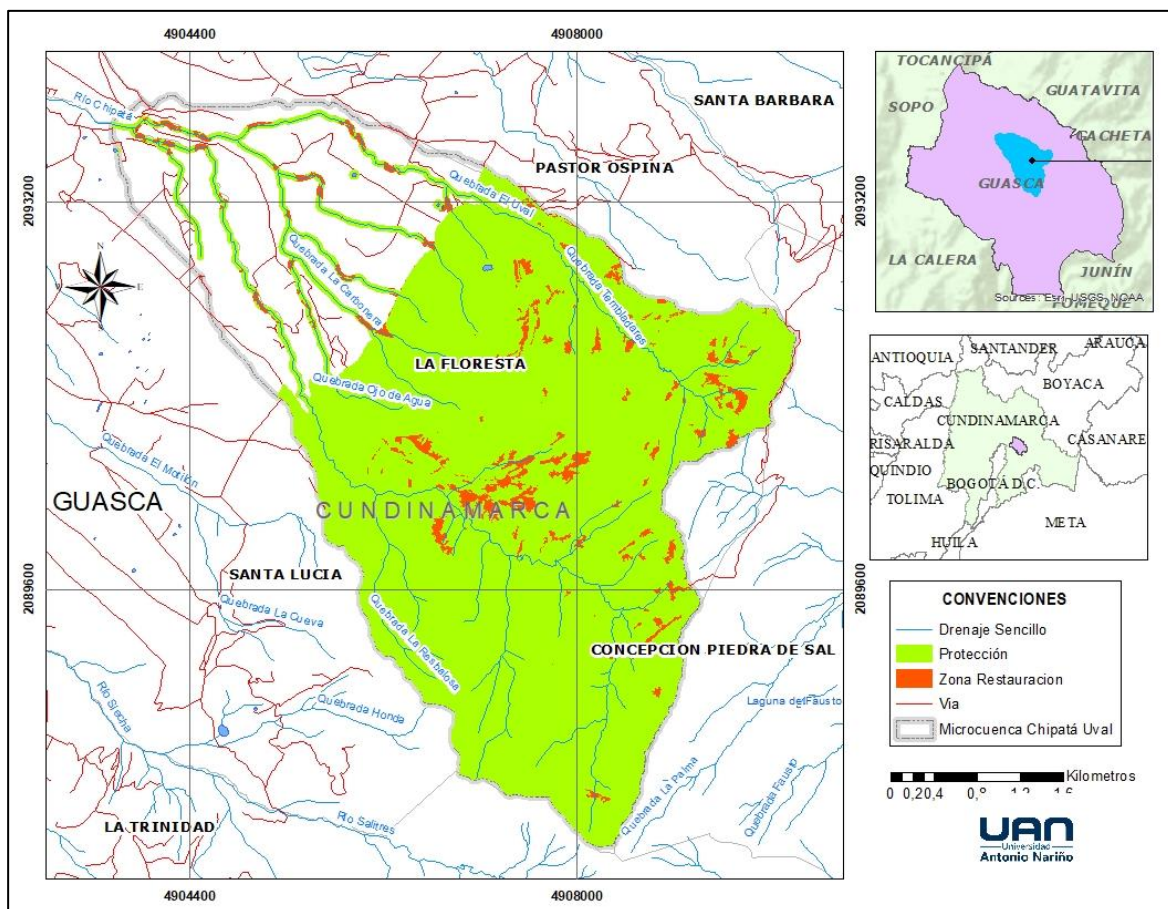


Fuente: Elaboración propia.

Del cruce entre zonas de protección y conflicto de uso, donde se determine conflicto por **sobreutilización severa o moderada** se definió como área de (

Figura 26), así las cosas, resulta un área de preservación de 1855 ha que corresponde al 85% del total de la microcuenca y un área de 108ha para restauración que representan el 5%.

Figura 26. Áreas de preservación y de restauración.

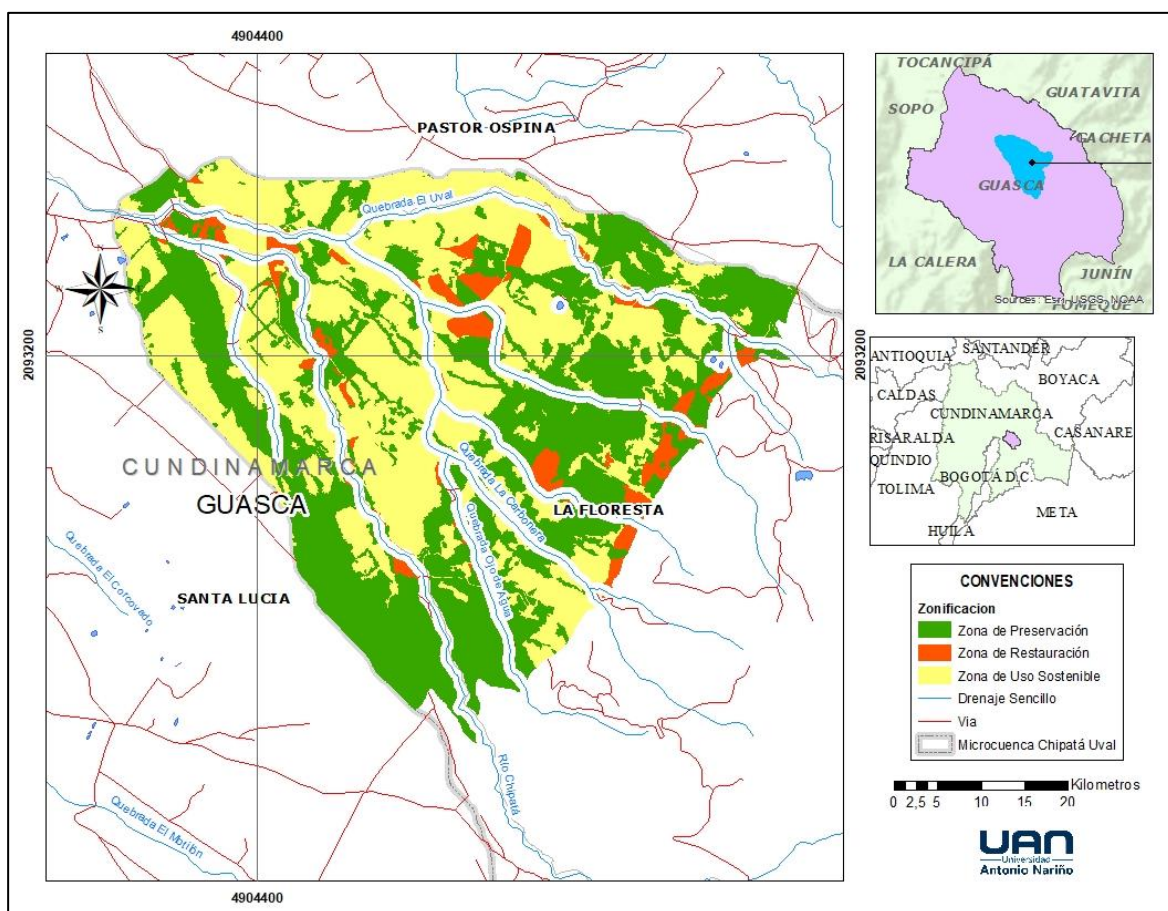


Fuente: Elaboración propia.

En cuanto a las áreas restantes, se definieron como áreas de uso sostenible (

Figura 27), que si bien presentan actividades humanas, su conflicto está entre moderado y ligero, las correspondientes a sobreutilización severa, se clasificaron como zona de restauración.

Figura 27. Áreas de uso sostenible.



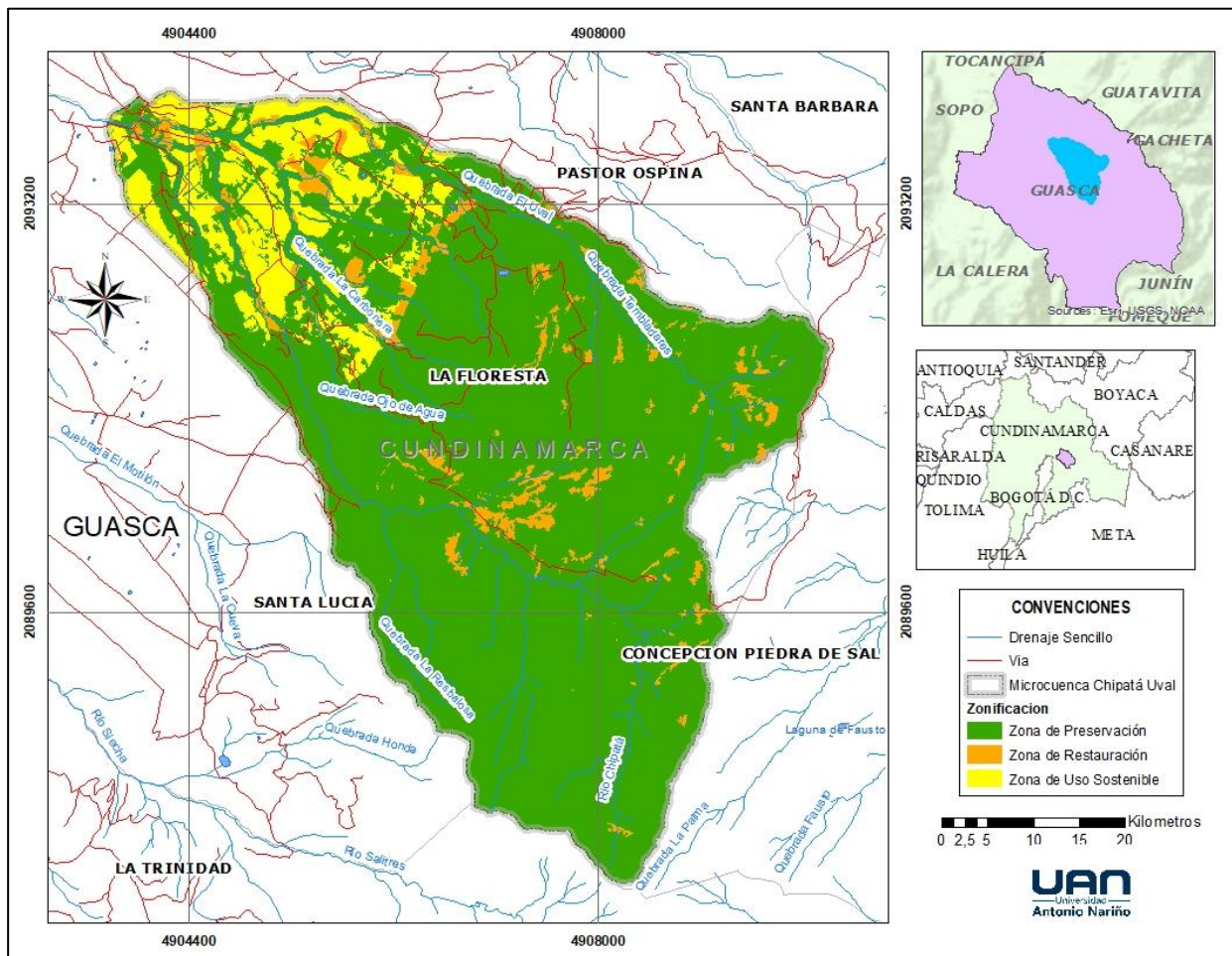
Fuente: Elaboración propia.

7.4. Zonificación ambiental.

Teniendo definidas las áreas de protección y restauración, se evaluó las zonas con conflicto de uso por sobreutilización severo para hacerlas parte de las áreas de restauración, en este sentido, aunque no se encuentre en protección, es importante definir un uso que no altere sus condiciones y degrade el suelo. Finalmente se realizó una unión por las diferentes zonas y una revisión de topología que encuentre posibles errores de edición en cuanto a áreas

sin clasificar (huecos) o por lo contrario áreas con doble interpretación (superposición). Se evidencia que finalmente se mantiene un área de protección considerable (Figura 28).

Figura 28. Propuesta de zonificación ambiental en la microcuenca.



Fuente: Elaboración propia.

La zonificación da como resultado una zona de preservación del 1855 ha. siendo el 85% de la microcuenca, una zona de restauración de 108 que responde 5%, y finalmente un uso sostenible de 221 ha que representan el 10% del total del área de la microcuenca (Tabla 10)

Tabla 10. Zonificación ambiental por áreas.

SIMBOLOGÍA	ZONIFICACIÓN	ÁREA (HA)	%
	Zona de Preservación	1855,05	85
	Zona de Restauración	108,10	5%
	Zona de Uso Sostenible	220,93	10%
	TOTAL	2184,09	100%

Fuente: Elaboración propia.

Comparando con la zonificación del POMCA del río Bogotá, se establece que, aunque las definiciones de categoría son diferentes, el enfoque es el mismo, es decir, las zonas de preservación y restauración están asociadas a las áreas SINAP, y la zona de uso sostenible se asocia a las agrosilvopastoriles y de recuperación para uso múltiple (CAR, 2019).

Los resultados obtenidos reflejan el nivel de jerarquía y prioridad a las diversas situaciones encontradas en la microcuenca, iniciando las coberturas de áreas de protección ambiental, hidrometeorología; y posteriormente las características de topografía, fertilidad del suelo, y economía (Anh Kim Nguyen, 2016). Correspondiendo con el estudio de Anh Kim Nguyen (2016), donde se evaluó la vulnerabilidad del medio ambiental, la planificación del uso del suelo para la construcción de un futuro sostenible mediante tablas de decisión.

8. Conclusiones

- Los resultados de la zonificación muestran una distribución en la que la zona de preservación representa un 85% del total con un área de 1855 ha, mientras que el área de restauración corresponde a 108 ha, siendo el 5%. La zonificación determinó un área para uso sostenible de 221 ha, que corresponden al 10% de la microzona.
- Las variables y sus atributos que se involucraron para la zonificación permitieron un escenario aproximado a la realidad del territorio, como lo fueron la cobertura de uso actual, el uso potencial del suelo, las áreas de manejo especial reguladas.
- La cobertura de la tierra refleja que la microcuenca presenta un alto porcentaje de áreas de bosques y áreas seminaturales (1864 ha, siendo el 85%) sobre la zona sur, lo cual indica que se mantiene el cuidado de las zonas protegidas declaradas. Por otro lado, se llegó a un área de 6 ha en superficies de agua, teniendo presente que el objetivo del Plan de manejo es la preservación de este recurso hídrico.
- En cuanto al uso potencial, se puede observar que las coberturas de áreas de bosques y seminaturales en su mayoría están alineadas con el uso potencial de conservación y de plantaciones forestales protegidas, esto corresponde a 869 ha (40%) para conservación y 340 ha (16%) para plantaciones forestales.

- Al obtener el cruce entre la cobertura actual y el uso potencial, y evaluando la decisión de conflicto, se obtuvo que la sobreutilización severa se presenta en 44 ha (2% de la microcuenca) dichas áreas se encuentran específicamente en las zonas de protección, con un impacto que puede ampliar si no se toman las medidas necesarias; en cuanto al área sin conflicto o uso adecuado, se llegó a un total de 1703 ha que corresponde a un 78% de la microcuenca, siendo un valor bastante representativo y positivo.

9. Recomendaciones

- Es importante dar prioridad a las zonas de protección que, si bien están reguladas por la autoridad, se puede ver que no se mantiene en su totalidad, presentan conflictos de sobreutilización severa, lo cual indica que se ven alteradas sus propiedades y adicionalmente presenta un riesgo de expandirse dicho uso inadecuado.

- En cuanto al uso sostenible y en aras de detallar el uso, se deberían evaluar los posibles proyectos productivos para dichas zonas que incluyan el uso potencial del suelo con sus características físicas y biológicas.

- El alcance del proyecto es de procesos sistemáticos, lo cual no da alcance a actividades en campo, que podrían mejorar los resultados en exactitud, como lo es la cobertura de uso, permitiendo una evaluación a la interpretación de la imagen y un control de calidad detallado.

- En otros estudios se podrían involucrar otras variables como las zonas climáticas Caldas Lang, suelos y su capacidad, gestión de riesgos, económicos y sociales que permitan evaluar con mayor precisión y caracterización del área de estudio para clasificación ambiental.

- En cuanto a la zona de uso sostenible, se sugiere que se logre establecer mayor detalle en la propuesta de que actividades se pueden desarrollar en dicha área, aportando a la formulación en los planes de manejo de microcuencas.

10. Referencias Bibliográficas

- A. Muthamilselvan, K. S. (2016). Urbanization and its related environmental problem in srirangam island, Tiruchirappalli district of Tamil Nadu, India-thermal remote sensing and GIS approach. *Environ Earth Sci*.
- Anh Kim Nguyen, Y.-A. L.-H. (2016). Zoning eco-environmental vulnerability for environmental management and protection. *Science Direct, Elsevier*.
- Barakat, H. (2009). Tierras áredas: desafíos y esperanzas. *Sistema terrestre: Historia y variabilidad natural EOLSS*, 209.
- Cai, L. W. (2022). Is potential cultivated land expanding or shrinking in the dryland of China? Spatiotemporal evaluation based on remote sensing and SVM. *Land Use Policy*.
- CAR, C. A. (2019). *Ajuste y/o actualización del POMCA del Río Bogotá*.
- Chaoxu Luan, R. L. (2021). Improving integrated environmental zoning from the perspective of logic scoring of preference and comparative advantage: A case study of Liangjiang New Area, China. *Journal of Cleaner Production*.
- Cormagdalena, I. I. (2008). *MApa de cobertura de la tierra Cuenca MAgdalena - Cauca*. Bogotá D.C.
- Feranec et al, J. G. (2010). *Determining changes and flows in European landscapes 1990-20000 using Corine Land cover data, Applied Geography*.

- Gintaré Sujetoviene, G. D. (2022). Intereacciones between changes in land cover and potencial of ecosystem services in Lithuania at temporal and spatial scale. *Ecological Complexity*.
- HIMAT, I. d. (1985). *Inventario de cuencas hidrográficas en Colombia III*. Congreso de cuencas hidrográficas en Cali- Bogotá.
- IDEAM. (2018). *Sistema de Información Ambiental de Colombia SIAC*. Obtenido de <http://www.siac.gov.co/catalogo-de-mapas>
- IDEAM, I. d. (2013). *Zonificación y Codificación de unidades Hidrográficas e hidrogeológicas de Colombia*. Bogotá D.C., Colombia: Comita de Comunicaciones y publicaciones del IDEAM.
- MADS, M. d. (2018). *Guía Metodológica para la Formulación de los Planes de Manejo Ambiental de Microcuencas - PMAM*. Bogotá D.C, Colombia.
- MinAmbiente, M. d. (2012). *Decreto 1640 de 2012*.
- Minambiente, M. d. (2014). *Guía técnica para la Formulación de los Planes de Ordenación y Manejo de Cuencas Hidrográficas*.
- Ministerio de Ambiente, V. y. (2010). Decreto 2372 de 2010. Bogotá D.C. - Colombia.
- Ministerio de Ambiente, V. y.-I. (2010). *Leyenda Nacional de Cobertura de la Tierra, Metodología Corine Land Cover Adaptada para Colombia a Escala 1:100.000*. Colombia.

Nantel P, A. B. (1998). Selection of areas for protecting rare plants with integration of land use conflicts: A Case study for the west coast of Newfoundland, Canada. *Conservation Biol* 84, 223-234.

PNN, P. N. (2016). ABC del Sistema Nacional de áreas Protegidas SINAP.

Rodriguez, S. G. (2014). *Determinación del conflicto de uso del suelo para las veredas Las Petacas y La Correo en el municipio de Puerto Rondón dentro de la Cuenca del Rio Bravo en el Departamento de Arauca*. Universidad Militar Nueva Granada.

S. Pathak, R. G.-E. (2019). Evaluating hotspots for stormwater harvesting through participatory sensing. *Journal of Environmental Management*.

Song Jiang, J. M. (2020). Spatial and temporal analyses of potential land use conflict under the constraints of water resources in the middle reaches of the Heihe River. *Elsevier*