



PORTAFOLIO DE ÁREAS PRIORITARIAS PARA COMPENSACIONES EN LA JURISDICCIÓN DE CORNARE

PRESENTADO POR:

CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DE LOS RÍOS NEGRO Y NARE

CORNARE

CONVENIO 207-2024

PLAN INTEGRAL PARA EL CONTROL A LA DEFORESTACION EN LA JURISDICCIÓN DE CORNARE

EL SANTUARIO – ANTIOQUIA

2025

REALIZACIÓN

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

JAVIER VALENCIA

Director Corporación Autónoma Regional De Las Cuencas De Los Ríos Negro Y Nare – CORNARE

DAVID ECHEVERRI LÓPEZ

Jefe De La Oficina De Gestión De La Biodiversidad, Áreas Protegidas Y Servicios Ecosistémicos

EQUIPO PROFESIONAL DE LA OFICINA DE GESTIÓN DE LA BIODIVERSIDAD, ÁREAS PROTEGIDAS Y SERVICIOS ECOSISTEMICOS Y OFICINA DE LICENCIAS

GUSTAVO TORO TORO

Ingeniero Forestal

LEÓN MONTES CEBALLOS

Ingeniero Forestal

JUAN FERNANDO SUESCUN BUITRAGO

Ingeniero Forestal

JULIETH JOHANA VELASQUEZ AGUDELO

Ingeniera Forestal

EQUIPO PROFESIONAL DE LA OFICINA DE LICENCIAS

JUAN FERNANDO SUESCUN BUITRAGO

Ingeniero Forestal

EQUIPO PROFESIONAL DE LA CORPORACIÓN MASBOSQUES

JAIME ANDRÉS GARCÍA URREA

Director MASBOSQUES

MANUEL FERNANDO RESTREPO BUITRAGO

Ingeniero Forestal

CONTENIDO

..... 1

Acrónimos 6

Presentación..... 7

1 Introducción 9

2 Objetivos 11

 2.1 Objetivo general 11

 2.2 Objetivos específicos 11

3 Generalidades 12

4 Conformación del portafolio de áreas prioritarias 14

 4.1 Elementos cartográficos de entrada 14

 4.1.1 Cartografía básica y temática 14

 4.1.2 Creación del modelo espacial de áreas prioritarias para compensar..... 30

5 Portafolio de áreas prioritarias de compensación..... 36

 5.1 Áreas prioritarias para acciones de preservación..... 36

 5.2 Áreas prioritarias para acciones de restauración 38

6 CONSIDERACIONES SOBRE EL USO DEL PORTAFOLIO 40

REFERENCIAS 41

ANEXOS 42



LISTA DE TABLAS

Tabla 4-1. Relación de elementos espaciales, escalas y temporalidades con sus correspondientes niveles de jerarquización en la conformación del modelo cartográfico.	14
Tabla 4-2. Áreas protegidas y ecosistemas estratégicos en la jurisdicción de CORNARE.	15
Tabla 4-3. Afluentes con rondas hídricas definidas en el Acuerdo No. 251 en la jurisdicción de CORNARE. .	17
Tabla 4-4. Afluentes con rondas hídricas definidas a partir de la Resolución No. 957 del 2018 proferida por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.	17
Tabla 4-5. Cuencas hidrográficas en la jurisdicción de CORNARE y estado actual de sus POMCA.	19
Tabla 4-6. Áreas forestales productoras y protectoras para las regionales de la jurisdicción de CORNARE. .	20
Tabla 4-7. Características de las imágenes ASTER utilizadas para la clasificación de coberturas terrestres en parte de la jurisdicción de CORNARE.	21
Tabla 4-8. Características generales de la cartografía utilizada en el proceso de clasificación de coberturas terrestres en la jurisdicción de CORNARE.	21
Tabla 4-9. Secuencia de pasos de preprocesamiento de imágenes satelitales obtenidas para clasificación de coberturas terrestres en parte de la jurisdicción de CORNARE.	23
Tabla 4-10. Pasos del procesamiento de las imágenes satelitales ASTER obtenidas para la clasificación de coberturas terrestres en parte de la jurisdicción de CORNARE.	26
Tabla 4-11. Relación de instrumentos vigentes de planeación y ordenamiento territorial en los municipios de la jurisdicción de CORNARE.	27
Tabla 4-12. Fases de preprocesamiento y procesamiento de las imágenes satelitales ASTER en el proceso de clasificación de coberturas terrestres para parte de la jurisdicción de CORNARE.	30
Tabla 4-13. Relación de capas, escalas y temporalidades con sus correspondientes niveles de jerarquización en la conformación del modelo espacial.	35
Tabla 5-1. Áreas prioritarias para la implementación de acciones de preservación para los ecosistemas identificados en la jurisdicción de CORNARE según grado de prioridad. ...	¡Error! Marcador no definido.

LISTA DE FIGURAS

Figura 3-1. Localización de la jurisdicción de CORNARE.	12
Figura 5-1. Localización de la jurisdicción de CORNARE.	37
Figura 3-1. Localización de la jurisdicción de CORNARE.	39

ACRÓNIMOS

AMVA: Área Metropolitana del Valle de Aburrá.

ANLA: Autoridad Nacional de Licencias Ambientales.

CORANTIOQUIA: Corporación Autónoma Regional del Centro de Antioquia.

CORNARE: Corporación Autónoma Regional de las Cuencas de los Ríos Negro y Nare.

CORPOCALDAS: Corporación Autónoma Regional de Caldas.

DANE: Departamento Administrativo Nacional de Estadística.

DRMI: Distrito Regional de Manejo Integrado.

EOT: Esquema de Ordenamiento Territorial.

IDEAM: Instituto de Estudios Ambientales

IGAC: Instituto Geográfico Agustín Codazzi.

MADS: Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.

NASA: Agencia Espacial Norteamericana.

POT: Plan de Ordenamiento Territorial.

RFPN: Reserva Forestal Protectora Nacional.

RFPR: Reserva Forestal Protectora Regional.

POMCA: Plan de Ordenamiento y Manejo de Cuencas Hidrográficas.

SIRAP: Sistema Regional de Áreas Protegidas.

TIR: Infrarrojo Térmico.

SWIR: Infrarrojo de Onda Corta.

VNIR: Infrarrojo Cercano Visible.

PRESENTACIÓN

La Corporación Autónoma Regional de las Cuencas de los Ríos Negro y Nare – CORNARE cuenta con jurisdicción sobre 26 municipios, distribuidos en las subregiones del Oriente (23), Nordeste (2) y Magdalena Medio (1) del departamento de Antioquia. De manera agregada, la jurisdicción abarca un área de 827.600 hectáreas, de las que, aproximadamente, el 35% se distribuye en un conjunto de 21 áreas articuladas al Sistema Regional de Áreas Protegidas (SIRAP), lo que representa una participación relativa de importancia considerable. A pesar de lo anterior, por fuera del SIRAP existen vastas áreas con alto potencial para implementar procesos de conservación bajo diferentes enfoques y estrategias, propósito en el que podrían converger los intereses misionales de CORNARE en su condición de autoridad ambiental, así como de otros organismos y entidades públicas del orden regional y nacional, al igual que de la sociedad civil, comunidades de los diferentes territorios y actores privados de diferentes sectores económicos y demás públicos de interés asentados la jurisdicción de CORNARE.

En la actualidad, el SIRAP en jurisdicción de CORNARE cuenta con 199.890 hectáreas en áreas protegidas y está integrado por ocho (8) Reservas Forestales Protectoras Regionales (RFPR) que alcanzan una extensión de 83.834 hectáreas (10.3%); doce (12) Distritos Regionales de Manejo Integrado (DRMI), con 105.514 (13.5%) y 52 Reservas Naturales de la Sociedad Civil (RNSC), que suman 1.358 hectáreas (0.6%). En esta región también se hallan 6.090 hectáreas (0.8%) de las 8.829 hectáreas de la Reserva Forestal Protectora Nacional (RFPN) Río Nare. Adicionalmente, en la jurisdicción de CORNARE existen otros escenarios de conservación integrados por el ecosistema estratégico denominado Complejo de Páramo de Sonsón (3.638 hectáreas) y el también considerado ecosistema estratégico Humedales, con 147 hectáreas; adicionalmente, la Reserva Central Forestal de Ley Segunda de 1959, con 95.369 hectáreas.

La marcada heterogeneidad geográfica de la región implica una elevadísima diversidad de sus ecosistemas, lo que representa enormes desafíos en términos de planificación y ordenamiento del territorio, así como para la gestión integral de los recursos naturales. A pesar de que CORNARE ha realizado importantes esfuerzos en materia de conservación y protección de los recursos naturales en su jurisdicción, la marcada necesidad de detener los avances de la deforestación en un contexto cada vez más apremiante de cambio climático y la complejidad para implementar acciones de recuperación de ecosistemas para enfrentar la pérdida de biodiversidad, hacen urgente la adopción de medidas e instrumentos técnicos y legales de vanguardia que faciliten la implementación de procesos de compensación en la jurisdicción de CORNARE.

En este sentido, la adopción a nivel nacional del Manual de Compensaciones Ambientales del Componente Biótico mediante la Resolución 0256 de 2018 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS) constituyó un gran avance hacia la estandarización del proceso de formulación e implementación de procesos de compensación en el país. Por su parte, CORNARE, mediante la Resolución No. 06244 de 2021 adoptó la metodología para la asignación de compensaciones del componente biótico y otras compensaciones ambientales para su jurisdicción; sin embargo, se hace imprescindible contar con un instrumento que oriente adecuadamente la selección de áreas de interés para la implementación de procesos de compensación por parte de los usuarios que por materialización de impactos sobre el componente biótico, se constituyan en sujetos de aplicación y contraigan por ende la obligación de implementar procesos de compensación en la jurisdicción de CORNARE.

De esta manera, la elaboración de este documento obedece al interés primario de CORNARE en adoptar un portafolio de áreas prioritarias para implementar procesos de compensación dentro de su jurisdicción, con la finalidad última de facilitar a los sujetos obligados a compensar los procesos de concepción, formulación, planeación y ejecución de las propuestas de compensación procedentes de acuerdo con la naturaleza de los proyectos de los que se deriven las obligaciones, bien sea por estar sometidos a procesos de licenciamiento ambiental, permisos de aprovechamiento forestal único y/o sustracción de áreas de reserva forestal. Así, entonces, en este documento se presenta la fundamentación metodológica que soporta la conformación del portafolio de áreas prioritarias de compensación para la jurisdicción de CORNARE y se presenta la cartografía para consulta pública resultante del proceso.

1 INTRODUCCIÓN

Es ampliamente reconocido que las compensaciones por pérdida de biodiversidad constituyen instrumentos fundamentales de cara a lograr objetivos de recuperación de la calidad de los ecosistemas, a la vez que se presentan las permanentes y complejas dinámicas del desarrollo territorial. La importancia de los instrumentos orientados a implementar medidas de compensación radica en que permiten generar acciones concretas, verificables, medibles que permiten evaluar su aporte en materia de recuperación ambiental y cambios en los indicadores de biodiversidad luego de la ocurrencia de procesos de intervención que generan impactos residuales sobre el medio biótico. La promulgación de tratados, leyes y diferentes elementos normativos para adoptar formalmente estrategias e instrumentos de compensación por los impactos sobre la biodiversidad constituye una tendencia con gran posicionamiento a nivel global (UICN, 2016; BBOP, 2012; OCDE, 2016). De hecho, Colombia cuenta con importantes avances en esta materia, lo que ofrece tanto al Estado como al sector privado y a los diferentes públicos de interés, un marco común de referencia para abordar las compensaciones sobre el componente biótico en el territorio continental del país.

Hacia el año 2012, mediante la expedición de la Resolución No. 1517, proferida por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible – MADS, Colombia inició el proceso de reglamentación de las compensaciones al adoptar formalmente el *Manual para la Asignación de Compensaciones por Pérdida de Biodiversidad* para proyectos sujetos al licenciamiento ambiental. La entrada en vigor de dicho instrumento representó un cambio de paradigma en el ámbito de las compensaciones al inducir un enfoque ecosistémico holístico, sustituyendo al tradicional enfoque netamente forestal y fundamentado en la recuperación de coberturas vegetales. De igual manera, las medidas de compensación se promueven como una alternativa u opción de última instancia, invitando a los ejecutores de proyectos con obligatoriedad de compensar a adoptar medidas previas que minimicen, en lo posible, la escala de las compensaciones, surtiéndose efectivamente la jerarquía de la mitigación como un principio fundamental. Posteriormente, mediante la Resolución No. 256 de 2018, el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible – MADS indujo modificaciones en el instrumento, adoptando así el *Manual de Compensaciones Ambientales del Componente Biótico y se toman otras determinaciones*, que goza de vigencia actualmente.

Es así como se define que el objetivo de las compensaciones consiste en garantizar la conservación efectiva de un área ecológicamente equivalente, apuntándole a implementar estrategias de preservación y/o restauración con vocación de permanencia, con la finalidad de que al tomar como referencia la línea base del ecosistema objetivo, se alcance, por lo menos, la no pérdida neta de biodiversidad (MADS, 2012). Así, entonces, en aras de lograr el objetivo, el Manual estableció que las autoridades ambientales regionales, en su ejercicio de autonomía, estructurarán portafolios de áreas prioritarias de compensación para facilitar el proceso de diseño, formulación y ejecución de los planes de compensación, así como articular sus resultados a metas e indicadores nacionales y regionales de conservación y gestión de la biodiversidad. A pesar de lo anterior, la estructuración de portafolios regionales de áreas prioritarias de compensación continúa siendo una labor desafiante por diferentes razones como la complejidad de las dinámicas territoriales, la variabilidad en la calidad de la cartografía para las jurisdicciones de las corporaciones e incluso la dificultad para adoptar criterios sistemáticos de priorización.

A partir del reconocimiento de las múltiples dificultades que implica la estructuración de un portafolio de áreas prioritarias para la compensación, CORNARE ha asumido la tarea con un ejercicio riguroso de cara a diseñar y

adoptar formalmente dicho instrumento y ponerlo a disposición del público para facilitar tanto los procesos de formulación, planeación y ejecución de los planes de compensación por parte de los sujetos obligados a compensar, así como los procesos de evaluación, monitoreo y seguimiento de los mismos a lo largo del tiempo. Así, entonces, a partir de la revisión de procesos anteriores por parte de otras autoridades ambientales y de recomendaciones de expertos, CORNARE ha desarrollado este ejercicio para adopción formal del portafolio de áreas prioritarias para la compensación en su jurisdicción.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GENERAL

Estructurar el portafolio de áreas prioritarias de compensación para la jurisdicción de la Corporación Autónoma Regional de las Cuencas de los Ríos Negro y Nare – CORNARE para los sujetos de aplicación asociados a procesos de licenciamiento ambiental, permisos de aprovechamiento forestal únicos y solicitantes de sustracción de áreas de reservas forestales.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Presentar los polígonos de las áreas del portafolio en función de su nivel de priorización para la implementación de procesos de compensación como un instrumento abierto y de consulta pública.
- Documentar el procedimiento de selección de las áreas prioritarias para la compensación en la jurisdicción de CORNARE según los criterios técnicos y jurídicos tomados en consideración.
- Consolidar el modelo cartográfico del portafolio de áreas prioritarias para la compensación en la jurisdicción de CORNARE.

3 GENERALIDADES

La jurisdicción de CORNARE, también denominada Región CORNARE, cuenta con una superficie de 810.716 hectáreas distribuidas en los territorios de 26 municipios distribuidos en las regiones del Oriente (23), Nordeste (2) y Magdalena Medio (1) del departamento de Antioquia. La Región CORNARE cuenta con un conjunto de 1.074 veredas, 45 corregimientos y once (11) centros poblados; su extensión (810.716 hectáreas) corresponde al 13% de la superficie terrestre del departamento de Antioquia y el 0.7% del territorio nacional (Figura 3-1).

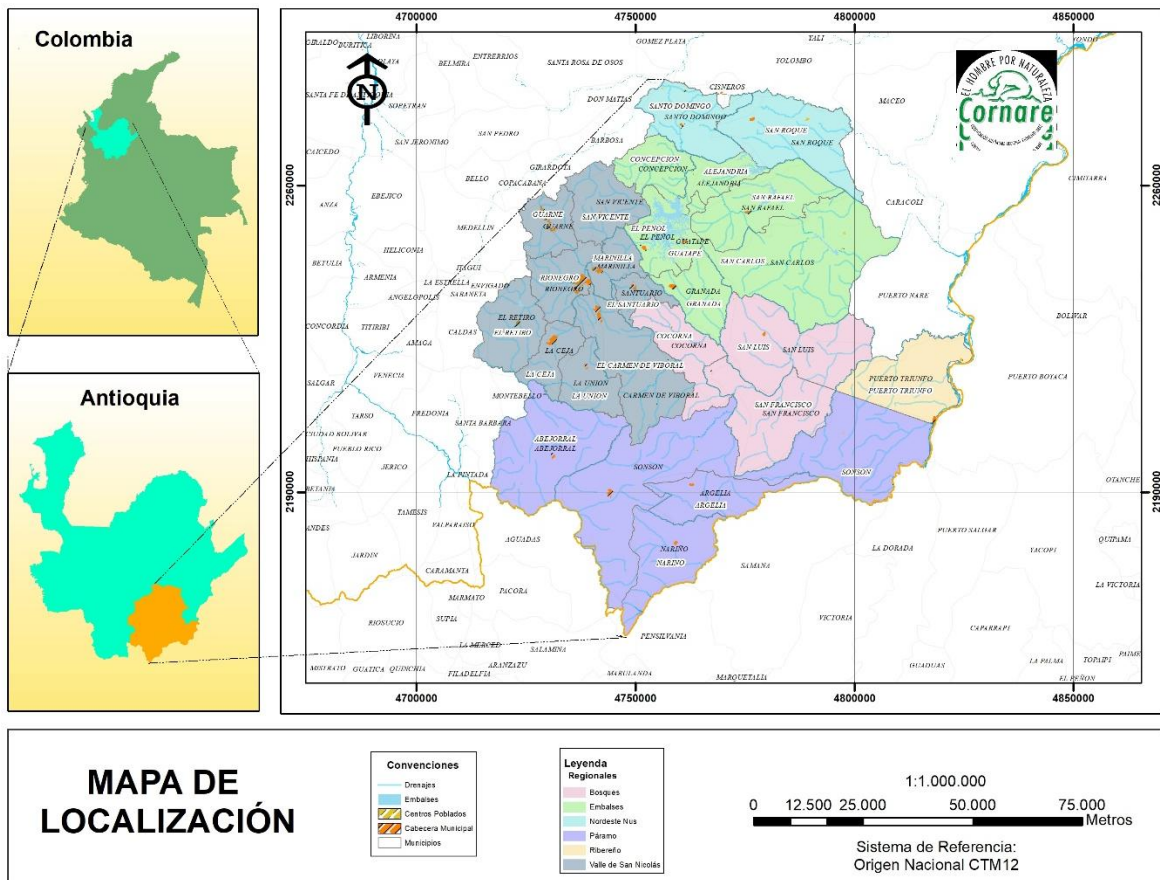


Figura 3-1. Localización de la jurisdicción de CORNARE.

Fuente: CORNARE, 2025.

La jurisdicción de CORNARE se distribuye en cinco subregiones, de conformidad como se relaciona a continuación:

- Regional Valles de San Nicolás: Esta subregión cuenta con un área de 174.607 hectáreas, distribuidas en los municipios de El Carmen de Viboral, El Retiro, El Santuario, Guarne, La Ceja, La Unión, Marinilla, Rionegro y San Vicente.

- Regional Bosques: Esta parte de la jurisdicción cuenta con una superficie de 150.980 hectáreas y está integrada por los municipios de Cocorná, San Francisco, San Luis y Puerto Triunfo, siendo este último el único municipio de la jurisdicción situado enteramente en la subregión del Magdalena Medio.
- Regional Aguas: Esta sección con una extensión equivalente a 149.478 hectáreas y abarca a los municipios de El Peñol, Granada, Guatapé, San Carlos y San Rafael.
- Regional Porce Nus: Esta subregión abarca un área de 99.044 hectáreas en los municipios de Alejandría, Concepción, San Roque y Santo Domingo.
- Regional Páramo: Esta parte de la jurisdicción cuenta con una extensión de 236.607 hectáreas, correspondiente a los municipios de Abejorral, Argelia, Nariño y Sonsón.

De conformidad con lo indicado en el Plan de Acción 2024-2027 de CORNARE y a partir de proyecciones del DANE (2023), la población total de los municipios de la jurisdicción CORNARE se estimó en 778.064 para el año 2024, lo que equivale al 11,27% de la población total de Antioquia, de los que 459.561 habitantes (59,06%) residen en las cabeceras municipales y 318.503 habitantes (40,94%) en centros poblados y en áreas rurales dispersas. Lo anterior significa un incremento de la población total de la jurisdicción de 24.246 habitantes entre el año 2020 y el año 2024, equivalente al 3,63%. Para el período 2020-2024, se presentó una reducción del 3,45% en el mismo periodo de tiempo.

4 CONFORMACIÓN DEL PORTAFOLIO DE ÁREAS PRIORITARIAS

En esta sección se presenta de manera detallada el conjunto de insumos cartográficos considerados para la integración del portafolio de áreas prioritarias para la compensación, así como los procedimientos y criterios aplicados que han permitido generar el modelo cartográfico del portafolio de áreas prioritarias para implementar procesos de compensación por parte de los sujetos obligados a compensar. De igual manera, se esbozan de manera general los elementos normativos y legales en los que se sustenta la conformación del instrumento.

4.1 Elementos cartográficos de entrada

4.1.1 Cartografía básica y temática

El conjunto de insumos cartográficos de entrada fue acotado para la jurisdicción de CORNARE y, de manera general, involucró ocho (8) capas o entidades espaciales con diferentes temporalidades. A continuación, se presenta la relación de entidades espaciales tomadas en consideración para la conformación del modelo cartográfico del portafolio de áreas prioritarias para la compensación (Tabla 4-1).

Tabla 4-1. Relación de elementos espaciales, escalas y temporalidades con sus correspondientes niveles de jerarquización en la conformación del modelo cartográfico.

Jerarquía	Capas	Escala	Temporalidad	Fuente
1	Zonificación de las áreas protegidas	10.000	2015-2023	CORNARE (2023)
2	Rondas hídricas	10.000	2023	CORNARE (2023)
3	Zonificación POMCA	25.000	2019	CORNARE (2019)
4	Ordenación Forestal	25.000	2019	CORNARE (2019)
5	Coberturas de la tierra	25.000	2019	CORNARE (2019)
6	Uso restringido POT	10.000	2015-2024	CORNARE (2024)
7	Veredas	25.000	2015	IGAC (2015)
8	Factor de compensación	100.000	2018	MADS (2018)

Fuente: CORNARE, 2025.

A continuación, se presenta la relación de cada una de las capas con sus correspondientes descripciones y apuntes de cara a justificar su incorporación en el modelo cartográfico para conformar el portafolio de áreas prioritarias para la compensación y, de paso, facilitar el proceso interpretativo del instrumento.

4.1.1.1 Zonificación de las áreas protegidas

Por definición, las áreas protegidas son zonas que, debido a su importancia ambiental, son reguladas y administradas con fines de conservación de los recursos naturales. Los procesos de declaratoria de áreas protegidas obedecen a iniciativas populares, gubernamentales o administrativas en el intento de conservar los recursos hídricos, bióticos y biofísicos existentes, con la finalidad de impedir su destrucción o deterioro y permitir la conservación de especies de plantas, paisajes, ambientes naturales, así como el acervo cultural y demás elementos que integran el territorio de una manera integral.

A lo largo de los años, CORNARE ha venido consolidando el Sistema Regional de Áreas Protegidas (SIRAP) a partir de la gestión y acción conjunta con diferentes entidades gubernamentales, organizaciones y actores de la sociedad civil y del sector privado, emprendiendo acciones orientadas a la conservación y protección de biodiversidad y las áreas naturales, así como otras iniciativas sociales e institucionales en zonas estratégicas, como soporte del ordenamiento del territorio y desarrollo regional en diferentes perspectivas.

En la actualidad, el Sistema Regional de Áreas Protegidas del Oriente Antioqueño (SIRAP Oriente) en jurisdicción de CORNARE cuenta con una superficie de 199.890 hectáreas en áreas protegidas, correspondientes a 83.729 (52%) en un conjunto de ocho (8) Reservas Forestales Protectoras Regionales (RFPR), 105.514 (41%) en doce (12) Distritos Regionales de Manejo Integrado (DRMI) y 47 Reservas Naturales de la Sociedad Civil (RNSC), que alcanzan una sumatoria de 1.348 hectáreas (0.6%). En esta región también se hallan 6.090 (3%) de las 8.829 hectáreas de la Reserva Forestal Protectora Nacional (RFPR) Río Nare. Adicionalmente, existen otros escenarios de conservación integrados por el ecosistema estratégico Páramo de Sonsón, con 3.638 hectáreas dentro de la jurisdicción de CORNARE; también se cuenta con el ecosistema estratégico Humedales, con 147 hectáreas y la Reserva Central Forestal de Ley Segunda de 1959, con 95.369 hectáreas.

Según la normatividad vigente, las áreas protegidas del SINAP deberán zonificarse con fines de manejo con la finalidad de garantizar el cumplimiento de sus objetivos de conservación, las zonas y sus consecuentes subzonas dependerán de la destinación que se prevea para el área según la categoría de manejo definida, conforme a lo dispuesto en el presente decreto¹ y podrán ser las siguientes: Zona de preservación, Zona de restauración y Zona de uso sostenible (esta contiene las siguientes subzonas: a) Subzona para el aprovechamiento sostenible y b) Subzona para el desarrollo). A continuación, se presenta la relación de áreas protegidas y ecosistemas estratégicos para la jurisdicción de CORNARE (Tabla 4-2).

Tabla 4-2. Áreas protegidas y ecosistemas estratégicos en la jurisdicción de CORNARE.

Tipo	Categoría área protegida	Nombre	Área (ha)
Área protegida	Distrito Regional de Manejo Integrado	DRMI Bosques, Mármoles y Pantágoras	15.905,86
		DRMI Cerros de San Nicolás	3.560,94
		DRMI Cuchilla Los Cedros	2.063,70
		DRMI Cuervos	501,61
		DRMI El Capiro.	471,92
		DRMI Embalse Peñol Guatapé y cuenca alta del río Guatapé	18.377,72
		DRMI La Selva	64,84
		DRMI Las Camelias	12.718,26
		DRMI Páramo de Vida Maitamá – Sonsón	37.061,42
		DRMI San Miguel	8.354,00

¹ Tomado de: <https://www.cornare.gov.co/planes-de-manejo/>

Tipo	Categoría área protegida	Nombre	Área (ha)
		DRMI San Pedro	1.184,97
		DRMI Sistema Viaho Guayabal	5.319,89
		Subtotal DRMI	105.585,13
	Reserva forestal protectora nacional	RFPN Nare	6.090,00
		Subtotal RFPN	6.090,00
	Reserva forestal protectora regional	RFPR Cañones de los Ríos Melcocho y Santo Domingo	26.533,50
		RFPR Cuchillas de El Tigre, El Calón y La Osa	30.860,32
		RFPR La Montaña	1.915,88
		RFPR La Tebaida	7.414,89
		RFPR Punchiná	4.308,00
		RFPR San Lorenzo	5.117,40
		RFPR Yeguas	1.433,60
		RFPR Playas	6.250,05
		Subtotal RFPR	83.833,64
Ecosistema estratégico	Ecosistema Estratégico	Páramo de Sonsón - DRMI Páramo	3637,5
		Humedales	147,38
		Subtotal ecosistemas estratégicos	3.784,91
Total			199.293,69

Fuente: CORNARE (2024).

Para el caso particular de la jurisdicción de CORNARE, se cuenta con la zonificación para todo el conjunto de áreas protegidas y, de manera íntegra, la información cartográfica de zonificación fue incorporada en el modelo cartográfico del portafolio de áreas prioritarias para implementar proceso de compensación en la jurisdicción. La cartografía de esta capa se encuentra disponible para consulta pública por parte de los usuarios interesados².

4.1.1.2 Rondas hídricas

En la normatividad colombiana, una ronda hídrica se define como la franja de terreno que rodea cuerpos de agua como ríos, lagos y lagunas, destinada a su protección y conservación. Según el Decreto 2245 de 2017, una ronda hídrica comprende la faja paralela a la línea de mareas máximas o a la del cauce permanente de ríos y lagos, hasta de treinta metros de ancho.

Para la jurisdicción de CORNARE, desde el año 2011, con la expedición del Acuerdo del Consejo Directivo No. 251, se inició la ejecución de una serie de estudios con la finalidad de reglamentar las rondas hídricas de la jurisdicción. Desde entonces, se han realizado once (11) estudios para las fuentes con mayores problemáticas

² Tomado de: <https://www.cornare.gov.co/informacion-cartografica-tematica-cornare/>

históricas de inundación y eventos atípicos de caudales. A continuación, se presenta la relación de afluentes contemplados en el acto administrativo referido (Tabla 4-3).

Tabla 4-3. Afluentes con rondas hídricas definidas en el Acuerdo No. 251 en la jurisdicción de CORNARE.

Fuente hídrica	Municipio	Área de la ronda (ha)
Quebrada Doradal y Dosquebradas	Puerto Triunfo	49
Quebrada Doradal y Dosquebradas	Sonsón	6
Quebrada El Jordán	San Carlos	2
Quebrada Guayabal	Cocorná	20
Quebrada La Cimarronas	El Carmen de Viboral	25
Quebrada La Yarumal	Rionegro	70
Quebrada Llanadas	Argelia	9
Quebrada San Miguel Santo Domingo	Santo Domingo	16
Quebrada San Roque	San Roque	23
Río La Miel - Corregimiento San Miguel	Sonsón	57
Río Negro	El Retiro	34
Río Negro	Marinilla	37
Río Negro	Rionegro	411

Fuente: CORNARE (2024).

Posteriormente, el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible expidió la Resolución No. 957 de 2018 mediante la que se adoptó la guía técnica de criterios para el acotamiento de las rondas hídricas en Colombia y, en virtud de ello, CORNARE realizó el respectivo proceso de priorización e inició los estudios técnicos correspondientes para finalmente, generar las resoluciones con las que se adoptó la ronda hídrica de otro conjunto de afluentes (Tabla 4-4).

Tabla 4-4. Afluentes con rondas hídricas definidas a partir de la Resolución No. 957 del 2018 proferida por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.

Fuente hídrica	Municipio	Resolución	Área de la ronda (ha)
La Agudelo	El Retiro	RE-04988-2022	45
La Mosca	Guarne	RE-09272-2021	165
La Mosca	Marinilla	RE-09272-2021	1
La Mosca	Rionegro	RE-09272-2021	109
La Pereira	El Carmen de Viboral	RE-09271-2021	111
La Pereira	La Ceja	RE-09271-2021	94
La Pereira	Rionegro	RE-09271-2021	68
La Marinilla	El Carmen De Viboral	RE-00023-2021	5
La Marinilla	El Santuario	RE-00023-2021	76
La Marinilla	Marinilla	RE-00023-2021	89
Pantaniello	El Retiro	RE-04989-2022	65
Río Claro	Puerto Triunfo	RE-00047-2021	43

Río Claro	San Francisco	RE-00047-2021	140
Río Claro	San Luis	RE-00047-2021	55
Río Claro	Sonsón	RE-00047-2021	207
San Rafael	San Rafael	112-5218-2019	140

Fuente: CORNARE (2024).

Así, entonces, para la jurisdicción de CORNARE se han definido las rondas hídricas de 18 afluentes con corte al año 2024. La información cartográfica correspondiente³ se encuentra abierta para consulta pública por parte los usuarios interesados⁴.

4.1.1.3 Zonificación POMCA

La zonificación del POMCA (Plan de Ordenación y Manejo de Cuencas Hidrográficas) es el proceso de organización y clasificación del territorio de una cuenca hidrográfica en zonas específicas, de acuerdo con sus características ambientales, sociales y económicas, y bajo criterios de sostenibilidad. Este proceso busca garantizar la gestión integral de los recursos naturales y la planificación de actividades humanas en función de la protección y aprovechamiento sostenible de las cuencas.

El POMCA es el instrumento a través del cual se realiza la planeación del adecuado uso del suelo, de las aguas, de la flora y la fauna, así como el manejo de la cuenca, entendido como la ejecución de obras y tratamientos, con el propósito de mantener el equilibrio entre el aprovechamiento social y el aprovechamiento económico de tales recursos, así como la conservación de la estructura físico -biótica de la cuenca y particularmente del recurso hídrico. Dentro de la estructura del POMCA se contemplan zonas de uso y manejo ambiental con el siguiente conjunto de categorías: *i*) Área de protección, *ii*) Área de restauración, *iii*) Áreas protegidas, *iv*) Áreas para la producción agrícola, ganadera y de uso sostenible de los recursos naturales, *v*) Áreas urbanas y *vi*) Licencias ambientales.

Según la Política Nacional para la Gestión Integral del Recurso Hídrico (Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, 2010) y la delimitación hidrográfica del país generada por el IDEAM, la jurisdicción de CORNARE se encuentra distribuida en once (11) cuencas, nueve (9) del nivel Subsiguiente y dos como Subzona Hidrográfica (Río Arma y Río Cocorná y directos al Magdalena Medio). De las once (11) cuencas hidrográficas, ocho (8) cuentan con Plan de Ordenación y Manejo de Cuencas Hidrográficas (POMCA) formulado, debidamente aprobado mediante acto administrativo y en fase de ejecución y seguimiento, dos (2) en proceso de formulación y una pendiente de priorizar e iniciar este proceso. Las ocho cuencas ordenadas se distribuyen en jurisdicción de CORNARE, CORANTIOQUIA, AMVA y CORPOCALDAS, entidades con las cuales se tienen conformadas las respectivas Comisiones Conjuntas establecidas para los fines pertinentes. A

³ Tomado de: <https://www.cornare.gov.co/ordenamiento-ambiental/rondas-hidricas/#:~:text=RE-04873-2023%20del%2017%20de%20noviembre%20de%202023%20Establece,jurisdicci%C3%B3n%20Cornare.%20%28Formato%20PDF%20%E2%80%93%20Tama%C3%B1o%203.7%20MB%29>

⁴ Tomado de: <https://www.cornare.gov.co/informacion-cartografica-tematica-cornare/>

continuación, se presenta la relación de cuencas hidrográficas en la jurisdicción de CORNARE sujetas a este instrumento (Tabla 4-5).

Tabla 4-5. Cuencas hidrográficas en la jurisdicción de CORNARE y estado actual de sus POMCA.

Nombre de la cuenca	Código	Comisión Conjunta	Resolución de aprobación CORNARE
Río La Miel – NSS	2305-02	CORNARE - CORPOCALDAS - MADS	112-0791 (21-12-2017)
Río Arma – SZH	2618	CORNARE - CORPOCALDAS - CORANTIOQUIA - MADS	112-1187 (13/03/2018)
Río Cocorná y Directos al Magdalena Medio – NSS	2307	CORNARE - CORANTIOQUA - MADS	112-7292 (21-12-2017)
Río Samaná Norte – NSS	2308-03	CORNARE - CORANTIOQUA - MADS	112-7293 (21-12-2017)
Río Nare – NSS	2308-04	Sin conformar	112-7294 (21-12-2017)
Río Samaná Sur – NSS	2305-01	CORNARE - CORPOCALDAS - MADS	112-7295 (21-12-2017)
Río Negro – NSS	2308-01	CORNARE - CORANTIOQUA - MADS	112-7296 (21-12-2017)
Río Aburrá – NSS	2701-01	CORNARE - CORANTIOQUIA - AMVA - MADS	112-5007 (29-11-2018)
Embalse y Río Guatapé – NSS	2308-02	Sin conformar	Sin POMCA
Río Nus – NSS	2308-05	CORNARE - CORANTIOQUIA	En proceso de formulación
Río Guadalupe y Medio Porce – NSS	2701-03	CORNARE - CORANTIOQUIA	En proceso de formulación

Fuente: CORNARE (2024).

Para efectos de consulta y revisión por parte del público, los documentos técnicos y actos administrativos se encuentran a disposición del público⁵, al igual que la cartografía correspondiente⁶.

4.1.1.4 Ordenación forestal

La capa correspondiente a la ordenación forestal contiene la información espacial del proceso de planificación estratégica de las áreas forestales del país para la toma de decisiones, ordenando, zonificando y determinando el uso de las áreas forestales protectoras y productoras, en este caso, para la jurisdicción CORNARE. El plan de ordenación forestal determina las unidades de ordenación forestal que, en esencia, corresponde a Embalses y Bosques. CORNARE cuenta con información de detalle del estado del recurso forestal en su jurisdicción y la oferta de este para fines de aprovechamiento forestal de productos maderables y no maderables, así como

⁵ <https://www.cornare.gov.co/planes-de-ordenacion-y-manejo-de-cuencas-hidrograficas-pomcas/>

⁶ <https://www.cornare.gov.co/informacion-cartografica-tematica-cornare/>

para los demás fines, de acuerdo con los principios, objetivos y usos consignados en este documento, y con criterios de manejo forestal sostenible.

En virtud de los procesos de construcción de los planes de ordenación forestal, CORNARE reconoce las áreas forestales bajo dos categorías; a saber: i) Área protectoras y ii) Áreas productoras. Para efectos de validación por parte del público, se encuentra disponible para consulta el Acuerdo No. 449 de 2023 “Por medio del cual se declaran las Áreas Forestales para la Jurisdicción Cornare y se actualizan los Planes de Ordenación Forestal para la Unidad de Ordenación Forestal Bosques y de la Unidad de Ordenación Forestal Embalses”⁷. A continuación, se presenta la relación de áreas forestales productoras y protectoras discriminadas para cada una de las regionales de la jurisdicción de CORNARE (Tabla 4-6).

Tabla 4-6. Áreas forestales productoras y protectoras para las regionales de la jurisdicción de CORNARE.

Área forestal / Regional	Área forestal productora (ha)	Área forestal protectora (ha)
Aguas	82.513	87.120
Bosques	137.551	66.399
Páramo	119.008	59.912
Porce Nús	52.090	15.031
Valle de San Nicolás	128.584	40.429
Total	519.775	260.890

Fuente: CORNARE (2023).

4.1.1.5 Coberturas de la tierra

La metodología CORINE (*Coordination of Information on the Environment*) Land Cover, adaptada a Colombia como CORINE Land Cover Colombia (CLC-Col), es un sistema estándar de clasificación de las coberturas y usos del suelo. CORNARE adoptó esta estructura jerárquica de clasificación y, para toda su jurisdicción, cuenta con una capa de coberturas hasta nivel 3, el cual corresponde a la subdivisión detallada que caracteriza tipos específicos de cobertura o uso del suelo. Para la jurisdicción de CORNARE se ha integrado una capa de coberturas a partir de la información cartográfica levantada en el ejercicio de formulación de los POMCA Al igual que para los ítems anteriores, la capa de coberturas terrestres descrita se encuentra disponible para consulta pública por parte de potenciales usuarios interesados⁸. Esta información cartográfica de coberturas fue levantada en el marco de los ejercicios de planeación de los POMCA y del procesamiento de información ráster, tal como se describe a continuación.

4.1.1.5.1 Información ráster

Para la capa de coberturas terrestres, especialmente sensible ante las dinámicas de desarrollo y cambios en los territorios, CORNARE cuenta con información cartográfica resultante del procesamiento de fuentes de datos

⁷ https://www.cornare.gov.co/Acuerdos/Acuerdo_449_2023_cornare.pdf

⁸ <https://www.cornare.gov.co/informacion-cartografica-tematica-cornare/>

ráster para una parte del área de la jurisdicción, propósito para el que se efectuó una búsqueda de diferentes fuentes de información tipo ráster de la que se obtuvo un conjunto de doce (12) imágenes satelitales ASTER consideradas aptas para el desarrollo del ejercicio de clasificación de coberturas terrestres⁹.

4.1.1.5.2 Preparación de información espacial

Para el caso de las coberturas terrestres, la información cartográfica básica y temática se consolidó de manera acotada para el área de los municipios de San Carlos, San Francisco, San Luis y Sonsón del oriente antioqueño y Puerto Triunfo del Magdalena Medio, todos ellos dentro de la jurisdicción de CORNARE. El ejercicio se desarrolló a partir de cuatro (4) imágenes satelitales ASTER a partir de las cuales se seleccionaron o clasificaron las categorías de usos del suelo relacionados con bosques o formaciones vegetales en diferentes estados sucesionales. Las imágenes ASTER (*Advanced Spaceborne Thermal Emission and Reflection Radiometer*) han sido captadas mediante un sensor a bordo del satélite *Terra* de la NASA y cuentan con una cobertura aproximada de 60 km x 60 km y presentan las siguientes características en términos de bandas y resolución espacial (Tabla 4-7).

Tabla 4-7. Características de las imágenes ASTER utilizadas para la clasificación de coberturas terrestres en parte de la jurisdicción de CORNARE.

Espectro	Bandas	Resolución espacial	Rango espectral
VNIR (Visible e Infrarrojo Cercano)	Bandas: 1, 2, 3N (+ 3B para vista estéreo)	15 m	0.52 – 0.86 μm
SWIR (Infrarrojo de Onda Corta)	Bandas: 4 a 9	30 m	1.60 – 2.43 μm
TIR (Infrarrojo Térmico)	Bandas: 10 a 14	90 m	8.125 – 11.65 μm

Fuente: CORNARE, 2025.

A continuación, se presenta el conjunto de imágenes satelitales utilizadas para el ejercicio de clasificación de coberturas en la sección de la jurisdicción de CORNARE referida y la cartografía básica utilizada (Tabla 4-8).

Tabla 4-8. Características generales de la cartografía utilizada en el proceso de clasificación de coberturas terrestres en la jurisdicción de CORNARE.

Cartografía	Tipo	Nombre de la capa	Temporalidad	Espacial	Fuente
Básica	Vectorial	Veredas	2011	1:10.000	IGAC, 2011
Temática	Ráster	Imágenes ASTER		60 m x 90 m	NASA, 2015
	Imágenes Aster 1	AST_L1T_00310182006152854_20150516162205_12041			
	Imágenes Aster 2	AST_L1T_00310182006152845_20150516162201_22838			
	Imágenes Aster 3	AST_L1T_00307012007153002_20150520030727_30026			

⁹ Es importante tener en cuenta que el resto del área de la jurisdicción cuenta con clasificación de coberturas a partir de ejercicios de clasificación desarrollados en el marco de los POMCA.

Fuente: CORNARE (2025).

De esta manera, en esta sección se describe la secuencia de pasos asociados a las fases de preprocesamiento y procesamiento de la información cartográfica en formato ráster y vectorial de diferentes fuentes, obtenidas para Oriente y Magdalena Medio del departamento de Antioquia. El preprocesamiento de imágenes satelitales ASTER (*Advanced Spaceborne Thermal Emission and Reflection Radiometer*) implica una serie de ajustes y correcciones que permiten preparar los datos para que los análisis posteriores sean precisos, confiables y representativos de las condiciones reales de la superficie terrestre. A continuación, se describen los pasos principales del preprocesamiento de información.

4.1.1.5.2.1 Corrección radiométrica

En este paso del proceso se ajustan los valores de reflectancia o emisión térmica de cada píxel para eliminar cualquier distorsión causada por variaciones en la iluminación o en las características del sensor. Esto permite que las mediciones obtenidas sean consistentes y comparables entre diferentes imágenes (Baldrige *et al.*, 2009).

4.1.1.5.2.2 Corrección atmosférica

La implementación de este tipo de ajuste tiene por finalidad eliminar los efectos de la atmósfera, como la dispersión o absorción de la luz para que los valores espectrales reflejen únicamente las propiedades de la superficie terrestre. Este paso es esencial para estudios como la detección de minerales o el análisis de la cobertura del suelo (Clark, 2007).

4.1.1.5.2.3 Apilamiento de bandas

Las imágenes ASTER se dividen en tres grupos principales de bandas espectrales: VNIR (visible e infrarrojo cercano), SWIR (infrarrojo de onda corta) y TIR (infrarrojo térmico). El apilamiento combina todas estas bandas en un único conjunto multiespectral, lo que facilita su análisis integrado (Baldrige *et al.*, 2009).

4.1.1.5.2.4 Corrección geométrica

Este paso asegura que los píxeles de la imagen estén correctamente posicionados, eliminando distorsiones geográficas. Esto permite que las imágenes se alineen con mapas temáticos o modelos digitales de elevación, lo que es crucial para estudios geoespaciales (Kruse, 2003).

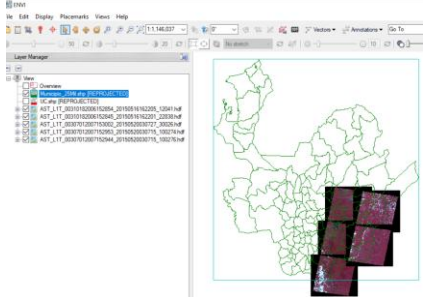
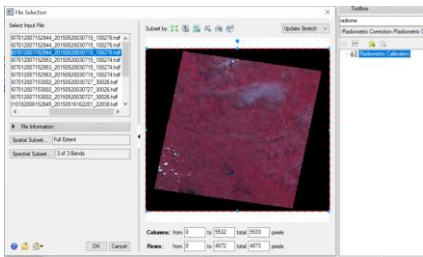
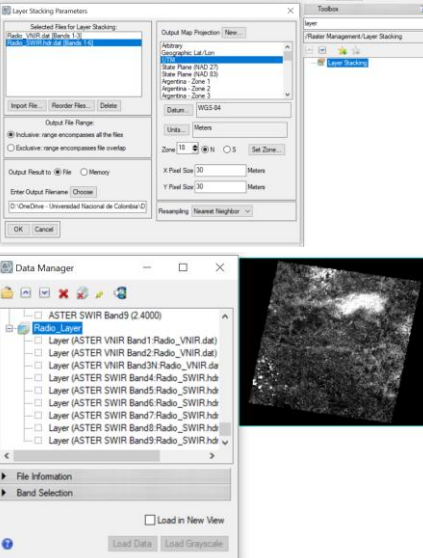
4.1.1.5.2.5 Conversión de la resolución

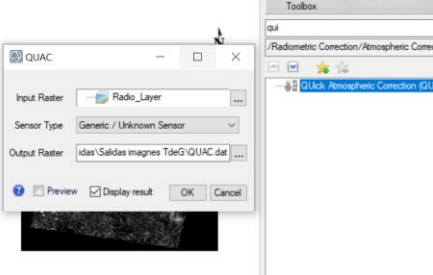
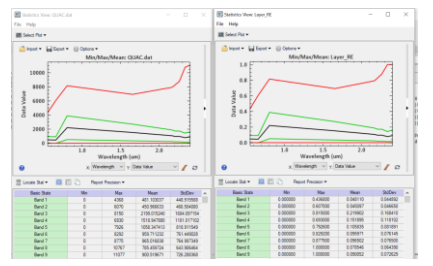
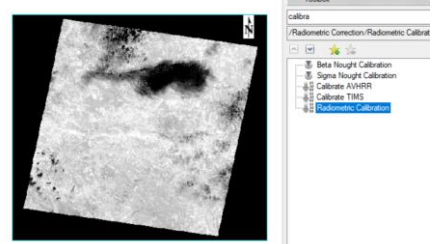
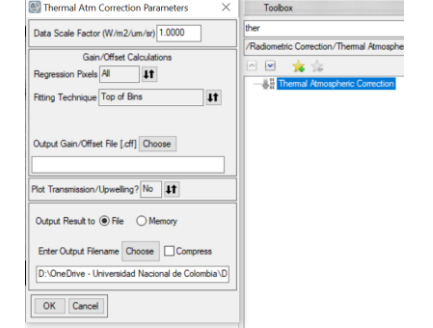
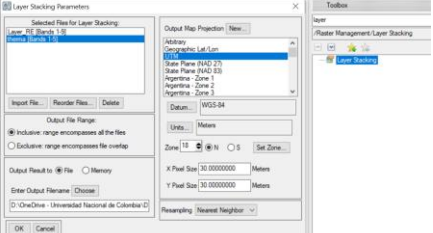
Las imágenes ASTER tienen resoluciones espaciales diferentes según el tipo de banda. En este proceso, se ajustan las resoluciones para que todas las bandas sean compatibles y puedan ser analizadas de manera uniforme (Rowan & Mars, 2003).

4.1.1.5.3 Preprocesamiento de información espacial

A continuación, se detallan los pasos del preprocesamiento de las imágenes Satelitales Aster utilizadas para el proceso de clasificación de coberturas en parte de la jurisdicción de CORNARE (Tabla 4-9).

Tabla 4-9. Secuencia de pasos de preprocesamiento de imágenes satelitales obtenidas para clasificación de coberturas terrestres en parte de la jurisdicción de CORNARE.

Preprocesamiento	Figura	Detalle
<p>Descarga de imágenes satelitales Aster</p>		<p>Descarga de imágenes satelitales Aster para el área de influencia</p>
<p>Calibración radiométrica</p>		<p>Calibración radiométrica de: 1) Infrarrojo cercano con resolución de 15 metros - VNIR (3 bandas) y, 2) Infrarrojo de onda corta con resolución de 30 metros - SWIR (6 bandas)</p>
<p>Apilamiento de capas – Layer Stacking</p>		<p>Apilamiento de capas del Infrarrojo cercano con resolución de 15 metros - VNIR (3 bandas) e Infrarrojo de onda corta con resolución de 30 metros - SWIR (6 bandas), homologando los píxeles a 30 metros</p>

Preprocesamiento	Figura	Detalle																																																																						
Corrección atmosférica		<p>Corrección atmosférica de:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Infrarrojo cercano con resolución de 15 metros - VNIR (3 bandas) 2) Infrarrojo de onda corta con resolución de 30 metros - SWIR (6 bandas) 																																																																						
Análisis estadístico de cara a poner los rangos de las bandas de 0 a 1 para las correcciones atmosféricas	 <table border="1" data-bbox="609 735 812 819"> <thead> <tr> <th>Layer Name</th> <th>Min</th> <th>Max</th> <th>Mean</th> <th>StdDev</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>Band 1</td><td>0</td><td>400</td><td>401.00000</td><td>400.00000</td></tr> <tr><td>Band 2</td><td>0</td><td>875</td><td>401.00000</td><td>400.00000</td></tr> <tr><td>Band 3</td><td>0</td><td>875</td><td>2100.0000</td><td>100.00000</td></tr> <tr><td>Band 4</td><td>0</td><td>875</td><td>100.00000</td><td>100.00000</td></tr> <tr><td>Band 5</td><td>0</td><td>875</td><td>100.00000</td><td>100.00000</td></tr> <tr><td>Band 6</td><td>0</td><td>875</td><td>100.00000</td><td>100.00000</td></tr> </tbody> </table> <table border="1" data-bbox="820 735 1039 819"> <thead> <tr> <th>Layer Name</th> <th>Min</th> <th>Max</th> <th>Mean</th> <th>StdDev</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>Band 1</td><td>0.00000</td><td>0.00000</td><td>0.00000</td><td>0.00000</td></tr> <tr><td>Band 2</td><td>0.00000</td><td>0.00000</td><td>0.00000</td><td>0.00000</td></tr> <tr><td>Band 3</td><td>0.00000</td><td>0.00000</td><td>0.00000</td><td>0.00000</td></tr> <tr><td>Band 4</td><td>0.00000</td><td>0.00000</td><td>0.00000</td><td>0.00000</td></tr> <tr><td>Band 5</td><td>0.00000</td><td>0.00000</td><td>0.00000</td><td>0.00000</td></tr> <tr><td>Band 6</td><td>0.00000</td><td>0.00000</td><td>0.00000</td><td>0.00000</td></tr> </tbody> </table>	Layer Name	Min	Max	Mean	StdDev	Band 1	0	400	401.00000	400.00000	Band 2	0	875	401.00000	400.00000	Band 3	0	875	2100.0000	100.00000	Band 4	0	875	100.00000	100.00000	Band 5	0	875	100.00000	100.00000	Band 6	0	875	100.00000	100.00000	Layer Name	Min	Max	Mean	StdDev	Band 1	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	Band 2	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	Band 3	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	Band 4	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	Band 5	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	Band 6	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	<p>Corrección atmosférica de: VNIR y SWIR, se realiza apilamiento de capas y después con la siguiente fórmula, se ponen el rango de las bandas de 0 -1</p> <p>Fórmula: $\text{float}((b1 \text{ le } 0) * 0 + (b1 \text{ ge } 10000) * 1 + (b1 \text{ gt } 0 \text{ and } b1 \text{ lt } 10000))$</p>
Layer Name	Min	Max	Mean	StdDev																																																																				
Band 1	0	400	401.00000	400.00000																																																																				
Band 2	0	875	401.00000	400.00000																																																																				
Band 3	0	875	2100.0000	100.00000																																																																				
Band 4	0	875	100.00000	100.00000																																																																				
Band 5	0	875	100.00000	100.00000																																																																				
Band 6	0	875	100.00000	100.00000																																																																				
Layer Name	Min	Max	Mean	StdDev																																																																				
Band 1	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000																																																																				
Band 2	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000																																																																				
Band 3	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000																																																																				
Band 4	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000																																																																				
Band 5	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000																																																																				
Band 6	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000																																																																				
Calibración radiométrica		<p>Calibración radiométrica de 3. Infrarrojas finaliza con resolución de 90 metros - TIR (5 bandas)</p>																																																																						
Corrección atmosférica termal		<p>Corrección atmosférica termal de 3. Infrarrojas finaliza con resolución de 90 metros - TIR (5 bandas)</p>																																																																						
Apilamiento de capas – Layer Stacking		<p>Apilamiento entre VNIR, SWIR y Termal, homologando los pixeles a 30 metros. La imagen final con 14 bandas procesadas.</p>																																																																						

Fuente: CORNARE, 2025.

Por otra parte, el procesamiento de imágenes satelitales ASTER (*Advanced Spaceborne Thermal Emission and Reflection Radiometer*) consiste en una serie de técnicas y procedimientos aplicados a las imágenes previamente preprocesadas con el objetivo de extraer información útil y detallada de la superficie terrestre. Este procesamiento permite identificar patrones, materiales y características específicas, convirtiendo los datos en una herramienta clave para estudios geológicos, ambientales y de recursos naturales. El procesamiento incluye diversas etapas que facilitan el análisis y la interpretación de las imágenes, tal como se presentan a continuación.

4.1.1.5.3.1 Clasificación espectral

Las imágenes ASTER son analizadas utilizando métodos como el Spectral Angle Mapper (SAM), que compara las firmas espectrales de los píxeles con firmas conocidas almacenadas en librerías espectrales. Este método permite identificar materiales específicos, como minerales asociados con formaciones kársticas, de manera precisa (Kruse, 2003).

4.1.1.5.3.2 Combinación de bandas espectrales

ASTER captura datos en diferentes rangos del espectro electromagnético, como VNIR (visible e infrarrojo cercano), SWIR (infrarrojo de onda corta) y TIR (infrarrojo térmico). La combinación de estas bandas permite resaltar características específicas de la superficie, como la composición mineralógica o la cobertura del suelo (Baldrige *et al.*, 2009).

4.1.1.5.3.3 Cálculo de índices espectrales

A partir de las bandas de ASTER se pueden calcular índices espectrales como el Índice de Carbonato (CI) o el Índice de Vegetación (NDVI). Estos índices ayudan a resaltar propiedades específicas, como la presencia de carbonatos, óxidos o vegetación, proporcionando información detallada sobre el terreno (Rowan & Mars, 2003).

4.1.1.5.3.4 Mapeo temático

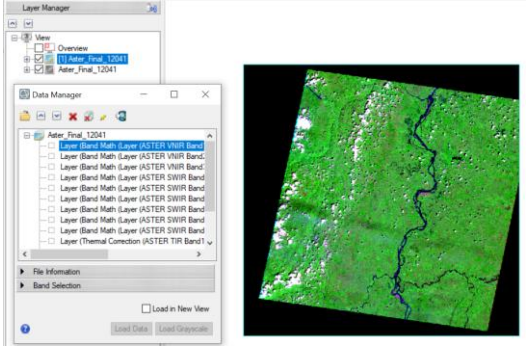
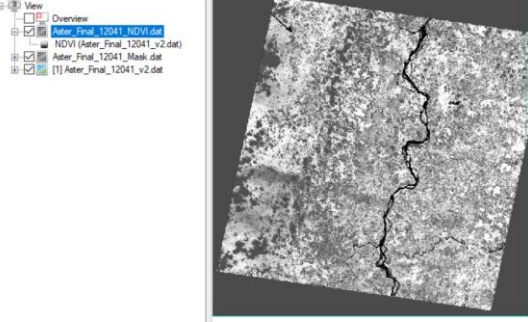

Mediante el análisis de las bandas y los índices espectrales, se generan mapas temáticos que representan la distribución de minerales, tipos de suelo o cobertura vegetal en el área de estudio. Estos mapas son esenciales para comprender mejor las características geológicas y ambientales de una región en particular (Clark, 2007).

4.1.1.5.3.5 Generación de modelos tridimensionales

Con los datos ASTER también es posible crear modelos digitales de elevación (DEM) que proporcionan información detallada sobre la topografía de la superficie. Esto es especialmente útil para identificar formaciones kársticas y otros accidentes geográficos (Baldrige *et al.*, 2009).

A continuación, se detallan los pasos del procesamiento de las imágenes satelitales Aster obtenidas por el proceso de clasificación de coberturas en parte de la jurisdicción de CORNARE (Tabla 4-10).

Tabla 4-10. Pasos del procesamiento de las imágenes satelitales ASTER obtenidas para la clasificación de coberturas terrestres en parte de la jurisdicción de CORNARE.

Procesamiento	Figura	Detalle
Combinación de bandas		<p>Combinación para discriminación litológica Bandas 6-3-1.</p> <p>Identificación de arcillas 4-6-8. Con el fin de resaltar minerales y resaltar las unidades que se deben enmascarar.</p>
Índice de vegetación		<p>Con el fin de evitar que la vegetación genere errores en la clasificación supervisada, se genera una regla para definir los pixeles a enmascarar bajo esta categoría.</p>
Máscaras		<p>En cada imagen se enmascaran las nubes, el agua, las sombras y la vegetación.</p>

Fuente: CORNARE, 2025.

En esta etapa se corrigen de manera significativa las distorsiones causadas por la atmósfera, así como las variaciones geométricas y el ruido. El preprocesamiento abarca correcciones radiométricas que ajustan las diferencias en el brillo y, por otra parte, correcciones geométricas que garantizan que cada píxel refleje con precisión la ubicación y las características del terreno. Posteriormente, se lleva a cabo el procesamiento avanzado de la imagen, lo que incluye técnicas como la clasificación espectral y el análisis multiespectral. Estas metodologías permiten identificar patrones, materiales o cambios en la superficie terrestre, proporcionando información clave para una amplia variedad de estudios, como el análisis de la vegetación, la geología o la gestión de recursos hídricos (Richards & Jia, 2006). Este tipo de procesamiento convierte las imágenes satelitales en una herramienta esencial para comprender y gestionar el medio ambiente de manera más efectiva (Lillesand *et al.*, 2015).

Una vez culminada esta etapa de preprocesamiento y procesamiento en la que se apilaron las catorce (14) bandas referidas con una resolución 30 metros, se utilizó el índice diferencial de vegetación normalizado (NDVI) para detectar la presencia de vegetación en diferentes estados sucesionales. Tras efectuar el procesamiento mediante el uso de una clasificación supervisada, se generó un archivo en formato shapefile con los polígonos de las áreas con algún tipo de vegetación.

4.1.1.6 Uso restringido de los instrumentos de ordenamiento territorial

El uso restringido mediante instrumentos legales de ordenamiento territorial hace referencia a las limitaciones o condiciones impuestas sobre ciertas áreas del territorio dentro de las dinámicas de urbanización, parcelación y expansión, con el fin de preservar el equilibrio ambiental, evitar conflictos territoriales y gestionar adecuadamente los riesgos en sus diferentes niveles y expresiones. Estas restricciones buscan garantizar un desarrollo ordenado y sostenible en zonas críticas, sujetas a regulación especial en los Planes de Ordenamiento Territorial (POT)¹⁰. Para efectos de uso de la información de ordenamiento territorial, se utilizaron las clases de uso del suelo (rural, urbano y expansión urbana) y las categorías del suelo rural (protección y desarrollo restringido) a partir de la cartografía correspondiente a las versiones vigentes de los instrumentos de planeación y ordenamiento territorial de todos los municipios de la jurisdicción de CORNARE (Tabla 4-11).

Tabla 4-11. Relación de instrumentos vigentes de planeación y ordenamiento territorial en los municipios de la jurisdicción de CORNARE.

Municipio	Tipo de Revisión o modificación	Estado del proceso y tipo de revisión	Fecha concertación ambiental	Acto Adopción	No.	Fecha
Rionegro	Largo plazo - Modificación excepcional de normas urbanísticas 2018	Concertado	29/11/2017	Acuerdo	2	25/01/2018
La Ceja del Tambo	Largo plazo - Modificación excepcional de normas urbanísticas 2022	Concertado - Modificación Excepcional de Normas urbanísticas en proceso de adopción	21/02/2023	Acuerdo	9	23/08/2023
El Retiro	Largo plazo	Concertado	9/08/2013	Acuerdo	14	07/12/2013
El Santuario	Largo plazo	Concertado	22/11/2021	Acuerdo	1	29/01/2022

¹⁰ Dependiendo de la categoría de la entidad territorial podrán ser: *i*) esquema de ordenamiento territorial (EOT), *ii*) plan básico de ordenamiento territorial (PBOT) y *iii*) plan de ordenamiento territorial (POT).

Municipio	Tipo de Revisión o modificación	Estado del proceso y tipo de revisión	Fecha concertación ambiental	Acto Adopción	No.	Fecha
Guarne	Modificación excepcional de normas urbanísticas	Concertado	15/06/2022	Acuerdo	14	2022
El Carmen De Viboral	Largo plazo	Concertado	13/10/2015	Acuerdo	12	17/10/2017
San Vicente Ferrer	Largo plazo - Modificación excepcional de normas urbanísticas 2023	Concertado - Modificación excepcional de normas urbanísticas en proceso de adopción	26/05/2017	Acuerdo	8	15/06/2017
La Unión	Largo plazo	Concertado	26/12/2017	Acuerdo	14	6/09/2018
Marinilla	Largo plazo	Concertado	1/03/2022	Acuerdo	7	30/07/2022
San Carlos	Largo plazo	Largo plazo concertado - Ajuste del largo plazo en proceso de adopción	27/04/2023	Acuerdo	04	02/11/2023
San Rafael	Largo plazo	Concertado	24/07/2018	Acuerdo	12	27/09/2019
El Peñol	Largo plazo	Concertado	27/11/2018	Acuerdo	20	10/12/2019
Guatapé	Largo plazo	Concertado	26/12/2017	Acuerdo	15	11/08/2018
Granada	Largo plazo	Largo plazo concertado - Ajuste del largo plazo en proceso de adopción	21/08/2023	Acuerdo	1	10/11/2023
Alejandro	Largo plazo	Concertado	30/11/2017	Acuerdo	8	15/07/2018
Concepción	Largo plazo	Desistido	30/11/2017	Acuerdo	16	2000
Santo Domingo	Largo plazo	Concertado	7/04/2017	Acuerdo	6	11/07/2017
San Roque	Modificación excepcional de normas urbanísticas	Concertado	22/09/2021	Acuerdo	16	5/01/2022
Sonsón	POT Primera Generación	1ra generación		Acuerdo	30	2001
Argelia	POT Primera Generación	1ra generación		Acuerdo	8	2000

Municipio	Tipo de Revisión o modificación	Estado del proceso y tipo de revisión	Fecha concertación ambiental	Acto Adopción	No.	Fecha
Abejorral	Largo plazo	Largo plazo concertado - Ajuste del largo plazo en proceso de adopción	7/06/2023	Acuerdo	10	02/09/2023
Nariño	Largo plazo	Concertado	17/09/2020	Acuerdo	1	1/03/2021
San Luis	Largo plazo	Concertado	6/12/2016	Acuerdo	4	9/06/2017
San Francisco	Largo plazo	Concertado	7/03/2018	Acuerdo	10	30/11/2018
Puerto Triunfo	Largo plazo - Modificación excepcional de normas urbanísticas	Concertado	16/05/2018	Acuerdo	18	30/11/2017
Cocorná	Largo plazo	Concertado	25/06/2015	Acuerdo	5	30/11/2015

Fuente: CORNARE (2024).

La cartografía de las áreas correspondientes a las áreas de usos restringidos y demás componentes espaciales de los instrumentos de planeación territorial de los municipios de la jurisdicción de CORNARE se encuentra disponibles para consulta pública por parte de los usuarios interesados¹¹.

4.1.1.7 Veredas

Es la unidad básica de división territorial rural. Se caracteriza por guardar correspondencia entre diferentes características propias de los territorios rurales como lo pueden ser la identidad cultural y ambiental, representada en paisajes, tradiciones, organización comunitaria, elementos étnicos y recursos naturales. Para la jurisdicción de CORNARE se cuenta con un conjunto de 1.074 veredas, distribuidas en los 26 municipios. Para efectos de validación por parte de los diferentes públicos de interés, la cartografía correspondiente se encuentra disponible para consulta libre y abierta¹².

4.1.1.8 Factor de compensación

El factor de compensación se refiere a la relación o proporción que establece cuántas unidades de un recurso o servicio ambiental deben ser restauradas, conservadas o compensadas por cada unidad perdida como consecuencia de una intervención antrópica. Entre los criterios para establecer el factor de compensación se encuentran el tipo de ecosistema afectado, el grado de impacto, la biodiversidad específica, la ubicación, el contexto, la remanencia y representatividad del ecosistema en que se encuentra, entre otros. La información

¹¹Tomado de: <https://www.cornare.gov.co/informacion-cartografica-tematica-cornare/>

¹² Tomado de: <https://geoportal.igac.gov.co/contenido/datos-abiertos-cartografia-y-geografia>

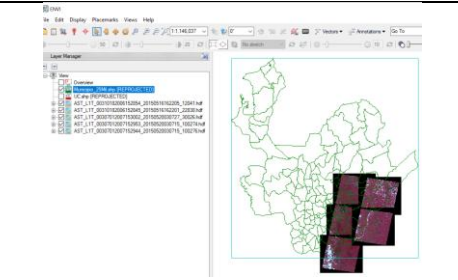
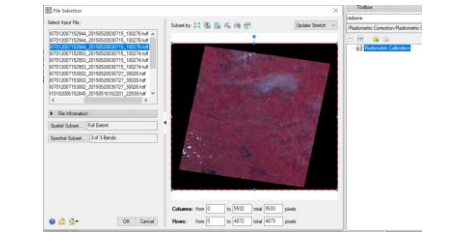
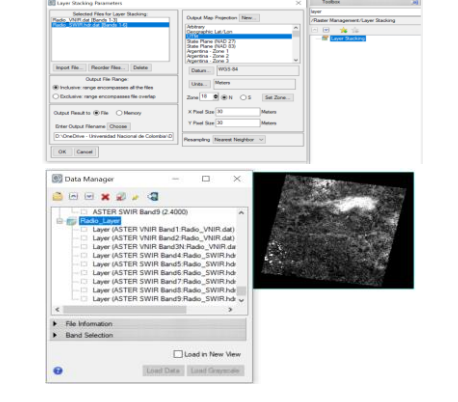
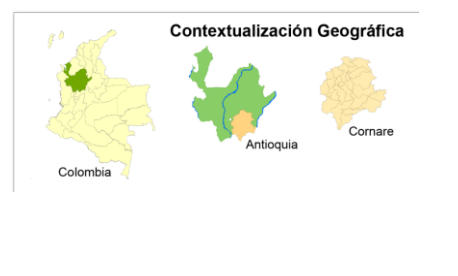
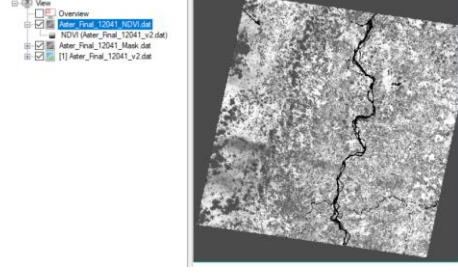
cartográfica de los factores de compensación se encuentra disponible para consulta pública por parte de los usuarios interesados¹³. De manera puntual, para este ejercicio, se utilizó la información espacial de los factores de compensación acotada exclusivamente para la jurisdicción de CORNARE.

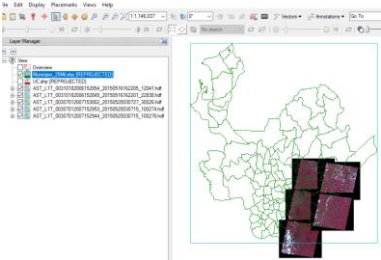
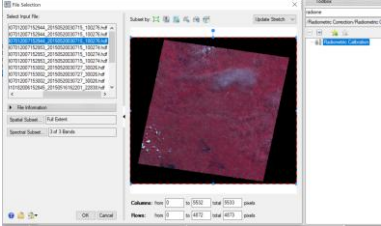
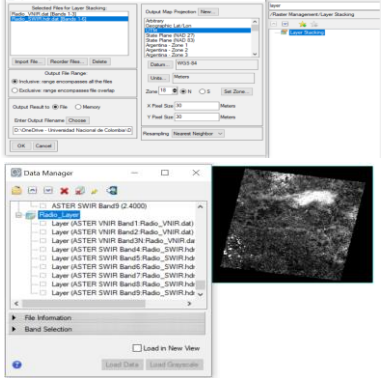
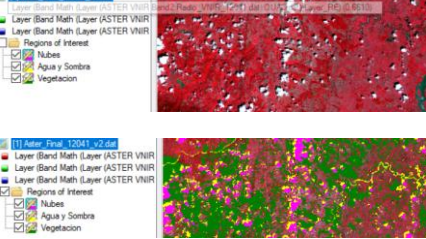

4.1.2 Creación del modelo espacial de áreas prioritarias para compensar

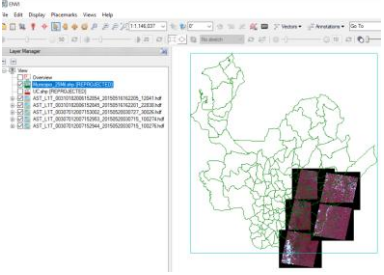
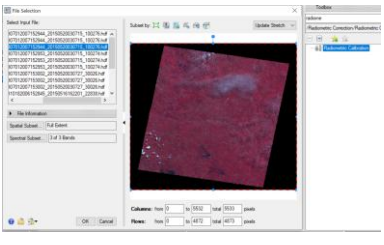
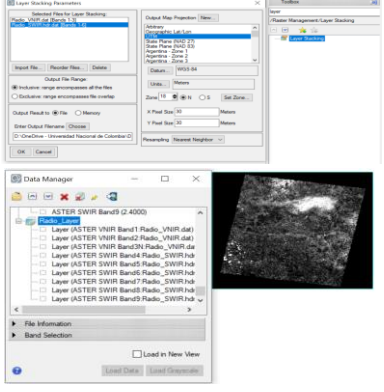
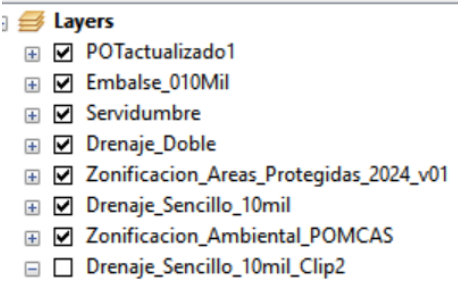

A continuación, se detallan los pasos de preprocesamiento, procesamiento y posprocesamiento de las imágenes Aster, con el fin de realizar las combinaciones de bandas del infrarrojo de onda corta (SWIR) y el infrarrojo térmico (TIR) para la clasificación supervisada de la presencia de vegetación en diferentes estados sucesionales, de cara a estructurar la capa de coberturas terrestres para la creación del modelo espacial de áreas prioritarias para compensaciones en la jurisdicción de CORNARE (Tabla 4-12).

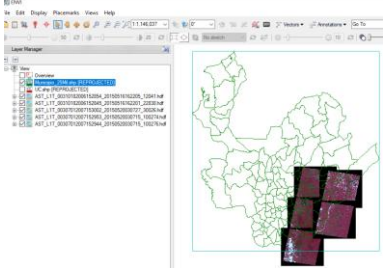
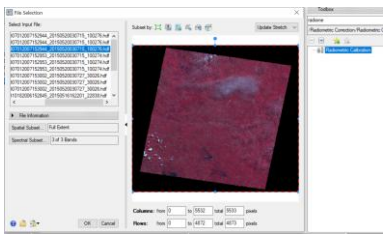
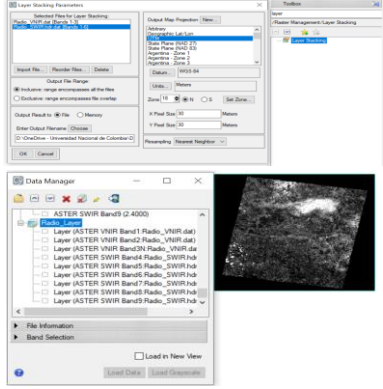
Tabla 4-12. Fases de preprocesamiento y procesamiento de las imágenes satelitales ASTER en el proceso de clasificación de coberturas terrestres para parte de la jurisdicción de CORNARE.

¹³ Tomado de:

	Preprocesamiento	Figura	Detalle
A S T E R	Descarga de imágenes satelitales ASTER		Descarga de imágenes satelitales ASTER para el área de interés
	Calibración radiométrica		Calibración radiométrica de i) infrarrojo cercano con resolución de 15 metros - VNIR (3 bandas) y ii) infrarrojo de onda corta con resolución de 30 metros - SWIR (6 bandas)
	Apilamiento de capas – Layer Stacking		Apilamiento de capas del Infrarrojo cercano con resolución de 15 metros - VNIR (3 bandas) e Infrarrojo de onda corta con resolución de 30 metros - SWIR (6 bandas), homologando los pixeles a 30 metros
V E C T O R	Definir área de influencia		La jurisdicción de Cornare está ubicada en el oriente del departamento de Antioquia, extremo noroccidental de Colombia. Se encuentra entre las coordenadas geográficas 5° 24' 39.77" N, 75° 34' 58.92" W y 6° 35' 11.78" N, 75° 13.58" W
A S T E R	Índice de vegetación		Con el fin de evitar que la vegetación genere errores en la clasificación supervisada, se genera una regla para definir los pixeles a enmascarar bajo esta categoría

A S T E R	Preprocesamiento	Figura	Detalle
	Descarga de imágenes satelitales ASTER		Descarga de imágenes satelitales ASTER para el área de interés
	Calibración radiométrica		Calibración radiométrica de i) infrarrojo cercano con resolución de 15 metros - VNIR (3 bandas) y ii) infrarrojo de onda corta con resolución de 30 metros - SWIR (6 bandas)
	Apilamiento de capas – Layer Stacking		Apilamiento de capas del Infrarrojo cercano con resolución de 15 metros - VNIR (3 bandas) e Infrarrojo de onda corta con resolución de 30 metros - SWIR (6 bandas), homologando los pixeles a 30 metros
	Máscaras		En cada imagen se enmascaran las nubes, el agua, las sombras y la vegetación
Clasificación de coberturas no supervisada		Clasificación no supervisada de i) vegetación secundaria, ii) bosques densos, iii) bosques abiertos y iv) plantaciones forestales	

	Preprocesamiento	Figura	Detalle
A S T E R	Descarga de imágenes satelitales ASTER		Descarga de imágenes satelitales ASTER para el área de interés
	Calibración radiométrica		Calibración radiométrica de i) infrarrojo cercano con resolución de 15 metros - VNIR (3 bandas) y ii) infrarrojo de onda corta con resolución de 30 metros - SWIR (6 bandas)
	Apilamiento de capas - Layer Stacking		Apilamiento de capas del Infrarrojo cercano con resolución de 15 metros - VNIR (3 bandas) e Infrarrojo de onda corta con resolución de 30 metros - SWIR (6 bandas), homologando los pixeles a 30 metros
V E C T O R	Compilación de capas vectoriales		Procesamiento de información vectorial para compilar la información relacionada en diferentes capas de la Corporación: i) coberturas de la tierra, ii) zonificación POMCA, iii) ordenación forestal, iv) rondas hídricas, v) zonificación de las áreas protegidas, vi) uso restringido de los POT y vii) proyectos licenciados
	Análisis de información		Una vez compilada la información vectorial resultante del cruce de las capas de relevancia, se procedió a conformar el modelo espacial

	Preprocesamiento	Figura	Detalle
A S T E R	Descarga de imágenes satelitales ASTER		Descarga de imágenes satelitales ASTER para el área de interés
	Calibración radiométrica		Calibración radiométrica de i) infrarrojo cercano con resolución de 15 metros - VNIR (3 bandas) y ii) infrarrojo de onda corta con resolución de 30 metros - SWIR (6 bandas)
	Apilamiento de capas – Layer Stacking		Apilamiento de capas del Infrarrojo cercano con resolución de 15 metros - VNIR (3 bandas) e Infrarrojo de onda corta con resolución de 30 metros - SWIR (6 bandas), homologando los pixeles a 30 metros
			de áreas prioritarias para la compensación, proceso que estuvo mediado por; i) homologación de categorías; ii) categorización y priorización de capas, iii) definir tipo de compensación

Fuente: CORNARE, 2025.

Una vez efectuado el proceso de compilación y cruce del conjunto de ocho (8) capas referidas en secciones anteriores (Tabla 4-13), se generó la estructura de entidades espaciales fundamentales del modelo espacial del portafolio de áreas prioritarias para compensación en la jurisdicción de CORNARE.

Tabla 4-13. Relación de capas, escalas y temporalidades con sus correspondientes niveles de jerarquización en la conformación del modelo espacial.

Jerarquía	Capas	Escala	Temporalidad
1	Zonificación de las áreas protegidas	10.000	2015-2023
2	Rondas hídricas	10.000	2023
3	Zonificación POMCA	25.000	2019
4	Ordenación Forestal	25.000	2019
5	Coberturas de la tierra	25.000	2019
6	Uso restringido POT	10.000	2015-2024
7	Veredas	25.000	2015
8	Factor de compensación	100.000	2018

Fuente: CORNARE, 2025.

El proceso de unificación de capas estuvo mediado por la evaluación preliminar de la conveniencia y compatibilidad de estas, apuntándole a la homologación de categorías y procurando que la manipulación de las entidades espaciales estuviera sujeta a criterios técnicos unificados. Con lo anterior se pretendió facilitar la categorización y priorización de capas según los niveles de importancia y jerarquización de acuerdo con la previsión de la importancia de cada elemento espacial a la hora de definir el modelo cartográfico para espacializar las áreas prioritarias de compensación y perfilar los tipos de acciones posibles.

5 PORTAFOLIO DE ÁREAS PRIORITARIAS DE COMPENSACIÓN

La construcción del portafolio de áreas prioritarias para la implementación de acciones de compensación en la jurisdicción de CORNARE se orientó de manera tal que los sujetos obligados a compensar puedan examinar de manera preliminar las diferentes alternativas a la hora de implementar acciones a través de ejercicios de restauración y/o preservación/conservación. De esta manera, en función de la disponibilidad de predios y el estado de sus coberturas y condiciones ambientales al momento de estructurar el plan de compensación, el usuario podrá optar de manera precisa por el tipo de acción que se considere técnicamente más adecuado para implementar el proceso de compensación según la naturaleza del proyecto del que se deriva la obligación.

En esta sección se exhiben las representaciones cartográficas de las áreas prioritarias para la implementación de procesos de compensación, tanto a través de acciones de preservación/conservación como mediante acciones de restauración ecológica y, en cada caso, sus respectivos niveles de priorizaciones para las áreas que conforman el portafolio.

5.1 ÁREAS PRIORITARIAS PARA ACCIONES DE PRESERVACIÓN

A partir del cruce de las capas cartográficas anteriormente referidas y mediante la aplicación de las reglas de priorización, se estableció el conjunto de áreas prioritarias para la implementación de acciones de preservación en la jurisdicción de CORNARE. A continuación, se presenta la relación de áreas (hectáreas) para cada uno de los ecosistemas identificados en la jurisdicción de CORNARE según el grado de prioridad.

Las acciones de preservación/conservación que se planten en el *Manual de Compensaciones Ambientales del Componente Biótico* incluyen el uso de todas las estrategias que permitan proteger los remanentes de ecosistemas naturales existentes en predios públicos o privados. Entre las acciones de preservación generalmente se encuentran el cerramiento de áreas, el saneamiento predial, el mantenimiento, el monitoreo y el seguimiento a los atributos de la biodiversidad, entre otras (MADS, 2018). A continuación, se exhibe la representación cartográfica del portafolio de áreas prioritarias para implementar acciones de preservación/conservación en la jurisdicción de CORNARE (Figura 5-1).

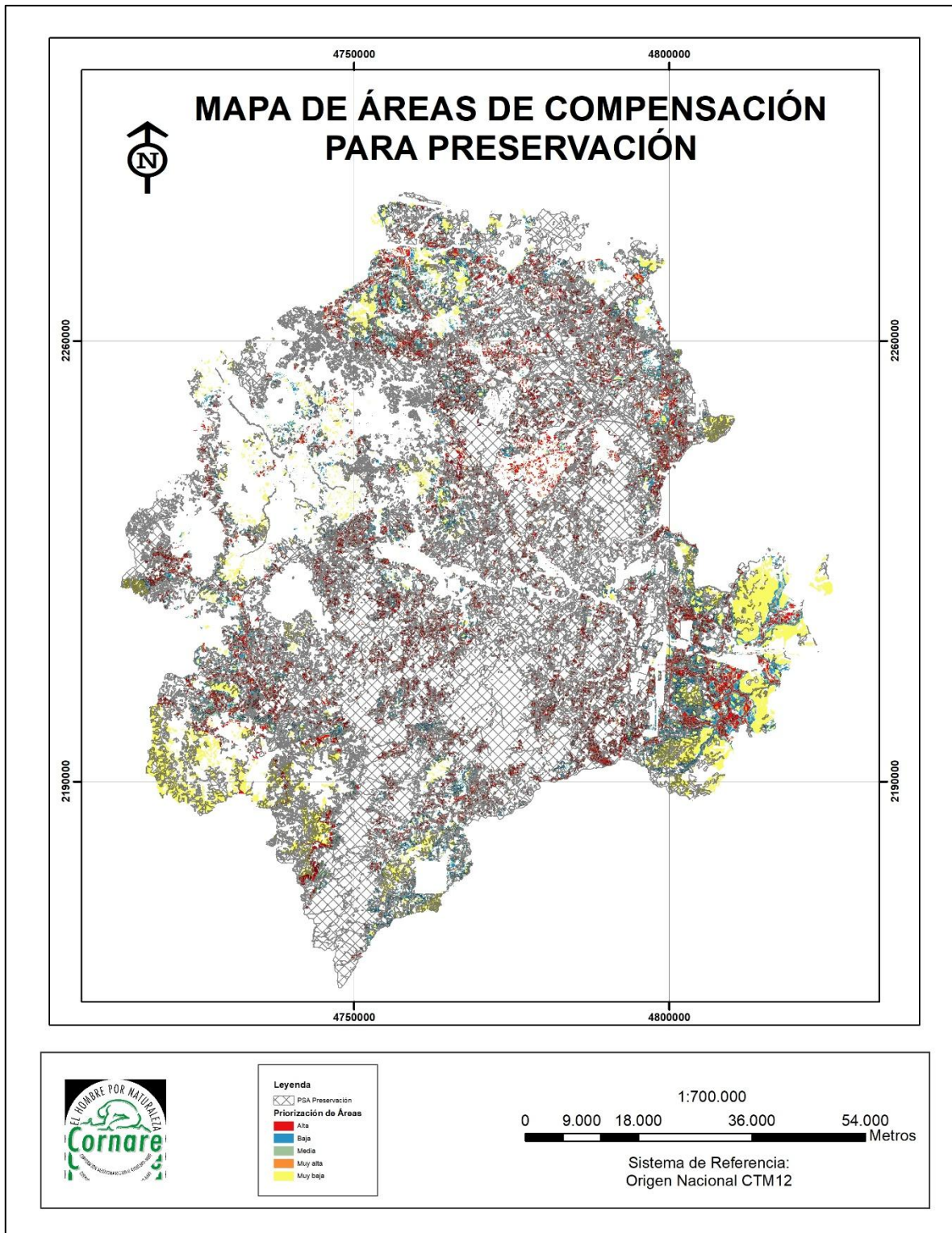


Figura 5-1. Localización de la jurisdicción de CORNARE.

Fuente: CORNARE (2025).

De esta manera, en el conjunto de áreas prioritarias para la implementación de procesos de compensación mediante acciones de preservación/conservación serán admisibles todas las estrategias orientadas a mantener o evitar la pérdida de calidad y/o retroceso del área de los ecosistemas terrestres. A pesar de lo anterior, será CORNARE la entidad responsable de la validación técnica de las estrategias a adoptar por parte de los usuarios obligados a compensar según los proyectos de los que se derivan las obligaciones en esta materia.

5.2 Áreas prioritarias para acciones de restauración

Al igual que para el caso anterior, mediante el cruce de las capas cartográficas utilizadas y con base en las reglas de priorización, se estableció el conjunto de áreas prioritarias para la implementación de acciones de restauración ecológica en la jurisdicción de CORNARE. A continuación, se presenta la relación de áreas (hectáreas) para cada uno de los ecosistemas identificados en la jurisdicción de CORNARE según el grado de prioridad (**¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**).

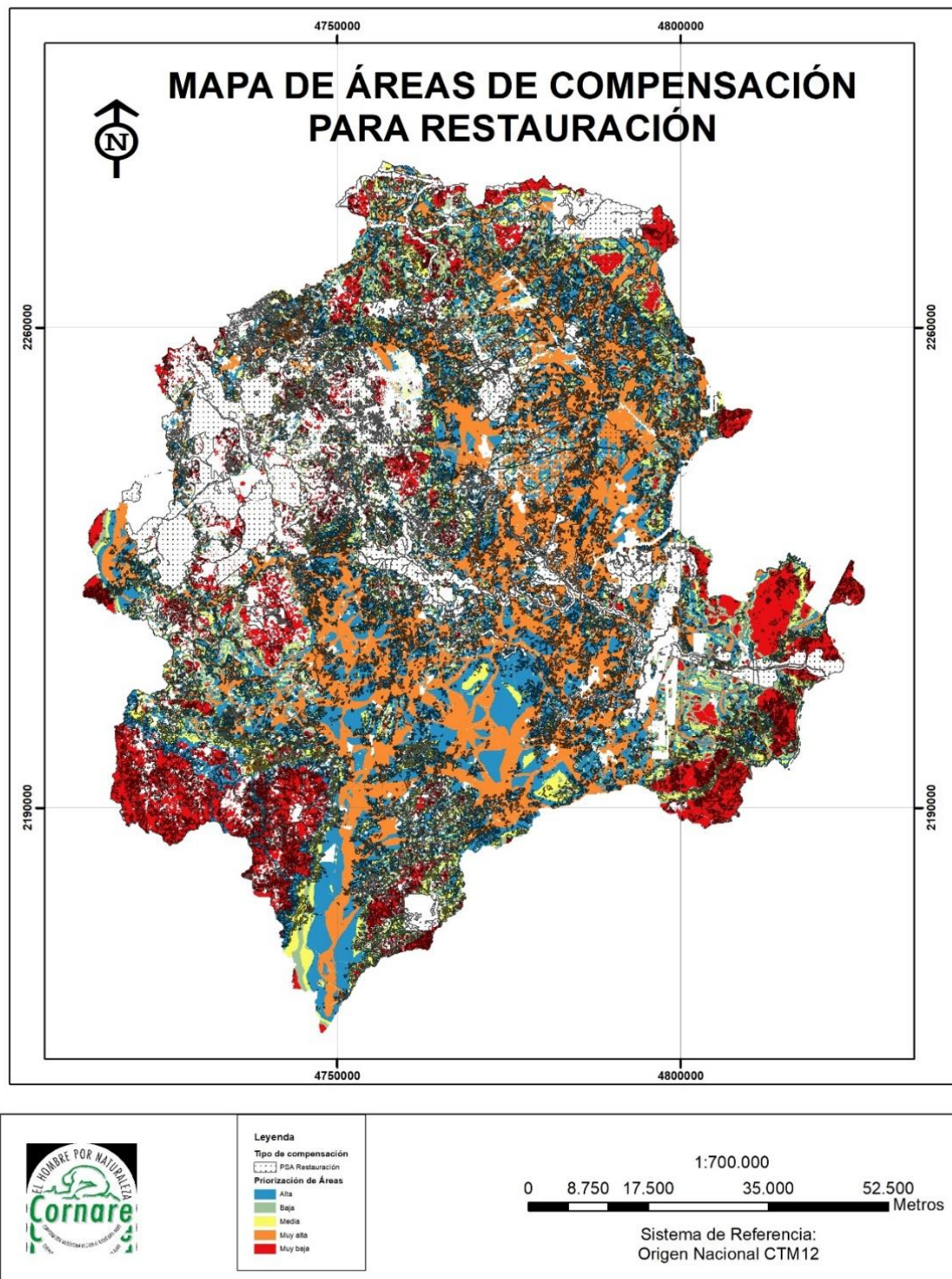


Figura 5-2. Localización de la jurisdicción de CORNARE.

Fuente: CORNARE, 2025.

6 CONSIDERACIONES SOBRE EL USO DEL PORTAFOLIO

En virtud de la gran extensión, la complejidad y diversidad del territorio asociado a la jurisdicción de CORNARE, fue necesario recurrir a múltiples fuentes de información cartográfica que, a pesar de hallarse depurada y gozar de calidad aceptable, su integración y convergencia en un modelo espacial no necesariamente representa una herramienta de uso expedito para proyectar procesos de compensación. Por cuenta de lo anterior, en esta sección se presenta un conjunto de consideraciones importantes de cara a orientar adecuadamente el uso e interpretación de la información espacial presentada en el portafolio de áreas prioritarias para implementar procesos de compensación.

- El modelo espacial del portafolio de áreas prioritarias para implementar procesos de compensación en la jurisdicción de CORNARE incorpora un conjunto de ocho (8) capas cartográficas entre las que se encuentra la de coberturas terrestres clasificadas según los lineamientos de CORINE Land Cover. Por cuenta de alta variabilidad en términos espaciales y temporales de las coberturas terrestres, se prevé que puedan presentarse divergencias entre las acciones potenciales de compensación planteadas en el portafolio para un área particular con las acciones técnicamente viables para la misma zona de referencia.
- El modelo espacial del portafolio de área prioritarias para la compensación es especialmente sensible a los cambios espaciales y temporales de elementos integradores como las coberturas terrestres y los planes de ordenamiento territorial. Por lo anterior, CORNARE evaluará de manera permanente los cambios en la información territorial dentro de su jurisdicción para efectuar los ajustes que sean procedentes en aras mantener condiciones de vigencia de la información espacial ofrecida en el portafolio.
- El modelo cartográfico del portafolio de áreas prioritarias para la compensación debe tomarse como un instrumento referencial en virtud de que su función es orientadora y la información espacial presentada no es vinculante en materia de acuerdos de voluntades entre usuarios y propietarios, tenedores, poseedores u otros. Por lo anterior, resulta necesario que cada usuario, de acuerdo con las necesidades del proyecto del que se deriven las obligaciones de compensación, agote los protocolos de debida diligencia que correspondan de cara a contar con viabilidad jurídica y estabilidad en el largo plazo para lograr el cumplimiento de las obligaciones contraídas.
- La publicación de este portafolio de áreas prioritarias para la compensación en ningún momento compromete a CORNARE con aspectos como establecimiento de contactos o gestión de acuerdos con potenciales propietarios de predios localizados en áreas prioritarias para implementar procesos de compensación. Para todos los efectos, será el usuario el responsable de efectuar las gestiones y operaciones necesarias hasta dar cumplimiento absoluto a las obligaciones de compensación derivadas de la ejecución del proyecto que se encuentre a su cargo.
- Dado que de manera continua se están implementando procesos de compensación en la jurisdicción de CORNARE, ante la posibilidad de que el portafolio no se actualice de manera permanente, se recomienda que los usuarios interesados en implementar un proceso de compensación en un área particular eleven consultas ante la Corporación para determinar si sobre dicha área se están presentando o se han presentado ya procesos de compensación que impidan su uso para los mismos fines.

REFERENCIAS

Baldrige, A., Hook, S., Grove, C., & Rivera, G. (2009). The ASTER Spectral Library Version 2.0. *Remote Sensing of Environment*, 711-715.

Business and Biodiversity Offsets Programme (BBOP). (2012). *Glossary (2nd update ed.)*. Washington, D.C.

Clark, R. N. (2007). *USGS Digital Spectral Library*. U.S. Geological Survey.

CORNARE. (2024).

Kruse, F. e. (2003). *The Spectral Angle Mapper (SAM)*.

Lillesand, T., Kiefer, R. W., & Chipman, J. (2015). *Remote sensing and image interpretation*. John Wiley & Sons.

Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. (2010). *Política Nacional para la Gestión Integral del Recurso Hídrico*. Bogotá, D.C.: Colombia, Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. 124 p.

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2012). *Manual para la asignación de compensaciones por pérdida de biodiversidad*. Bogotá, Colombia.

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2018). *Manual de compensaciones del componente biótico*. Bogotá, Colombia. 66 p.

OECD. (2016). *Biodiversity Offsets: Effective Design and Implementation*. OECD publishing. Paris.

Richards, J. A., & Jia, X. (2006). Interpretation of hyperspectral image data. *Remote sensing digital image analysis: An introduction*, 359-388.

Rowan, L. & Mars, J. (2003). Lithologic mapping in the Mountain Pass, California area using Advanced Spaceborne Thermal Emission and Reflection Radiometer (ASTER) data. *Remote Sensing of Environment*, 84(3), 350–366.

UICN. (2016). UICN Policy on Biodiversity Offsets. http://cmsdata.iucn.org/downloads/iucn_biodiversity_offsets_policy_jan_29_2016.pdf.

ANEXOS

Anexo No. 01. Modelo cartográfico del portafolio de áreas prioritarias para la compensación en la jurisdicción de CORNARE.

1.