

ANÁLISIS DE CAMBIO DE COBERTURAS DE LA TIERRA

ENTRE LOS AÑOS 2018 Y 2020
EN COLOMBIA



Ambiente



IDEAM



ANÁLISIS DE CAMBIO DE COBERTURAS DE LA TIERRA

ENTRE LOS AÑOS 2018 Y 2020
EN COLOMBIA



PRESIDENCIA DE LA REPÚBLICA

Gustavo Francisco Petro Urrego
Presidente de Colombia

Francia Elena Márquez Mina
Vicepresidenta de Colombia

MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE

Irene Vélez Torres
Ministra de Ambiente y Desarrollo Sostenible (e)

Edith Bastidas Calderón
Viceministra de Políticas y Normalización Ambiental

Lilia Tatiana Roa Avendaño
Viceministra de Ordenamiento Ambiental del Territorio

Carmen Stibel Duarte Torres
Directora de Cambio Climático y Gestión de Riesgo

INSTITUTO DE HIDROLOGÍA, METEOROLOGÍA Y ESTUDIOS AMBIENTALES (IDEAM)

Ghisliane Echeverry Prieto
Directora general

Juan Fernando Acosta Mirkow
Secretario general

Elizabeth Patiño Correa
Subdirectora de Estudios Ambientales

Raymond Alexánder Jiménez Arteaga
Subdirector de Ecosistemas e Información Ambiental

Fabio Andrés Bernal Quiroga
Subdirector de Hidrología

Diana Carolina Rueda Dimate
Subdirectora de Meteorología

Rodney Poveda Fernández
Jefe de Oficina del Servicio de Pronóstico y Alertas (e)

Olga Marcela Vargas Valenzuela
Jefe de Oficina Asesora de Planeación

Wilmer Espitia Muñoz
Jefe de Oficina de Informática

Gilberto Antonio Ramos Suárez
Jefe de Oficina Asesora Jurídica

Adriana María Ocampo Loaiza
Jefe de Oficina de Control Interno

Miguel Ángel Ayala Tovar
Coordinador del Grupo de Comunicaciones y Prensa

ECOPETROL - INSTITUTO COLOMBIANO DEL PETRÓLEO Y ENERGÍAS DE LA TRANSICIÓN (ICPET)

José Vicente Villamizar Durán
Director ICPET

Tania Mireya Chanaga Quiroz
Gerenta Clúster Hidrocarburos/Energías para la Transición/SosTECnibilidad y Economía Circular

FUNDACIÓN NATURA

Clara Ligia Solano
Directora ejecutiva

Sandra Galán
Subdirectora técnica

Lorena Franco
Subdirectora técnica

Eliana Garzón
Jefe de Comunicaciones

CONVENIO ESPECÍFICO DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA (ECOPETROL, IDEAM Y FUNDACIÓN NATURA) - PROYECTO “COBERTURAS DE LA TIERRA Y MITIGACIÓN DE EGEI PARA LA ACCIÓN CLIMÁTICA” - COMPONENTE COBERTURAS DE LA TIERRA

Apoyo técnico y administrativo - Ecopetrol

José Vicente Villamizar Durán - *director del ICPET*

Tania Mireya Chanaga Quiroz - *gerente de Soluciones Tecnológicas Energías para la Transición*

Yudy Alexandra Pedreros - *jefa de Planeación y Cumplimiento Ambiental*

Xiomara Sanclemente - *profesional sénior HSE*

Lorena Ortiz Melo - *profesional integral HSE*

Wálter Humberto Rodríguez Alfonso - *administrador de Convenios*

Jaime Arturo Orejarena Cuartas - *profesional de Innovación y Tecnología*

Julio César Arboleda Fernández - *profesional de Innovación y Tecnología*

Óscar Mauricio Casas Leuro - *profesional de Innovación y Tecnología*

Marlon Serrano Gómez - *profesional integral de Innovación y Tecnología*

Luis Fernando Prado Castillo - *profesional de Innovación y Tecnología*

Silvia Juliana Morales Duarte - *profesional Soporte Técnico Especializado (T. I. P. Ltda.)*

Coordinación institucional - Ideam

Raymond Alexander Jiménez Arteaga
Subdirector de Ecosistemas e Información Ambiental - Ideam

Elizabeth Patiño Correa
Subdirectora de Estudios Ambientales - Ideam

Coordinación institucional - Ecopetrol

Jaime Arturo Orejarena Cuartas
Profesional de Innovación y Tecnología - Jefatura de Tecnologías para Descarbonización - ICPET

Julio César Arboleda Fernández
Profesional de Innovación y Tecnología - Jefatura de Tecnologías para Descarbonización - ICPET

Silvia Juliana Morales Duarte
Profesional Soporte Técnico Especializado - Jefatura de Tecnologías para Descarbonización - ICPET

Coordinación institucional - Fundación Natura

Lorena Franco
Subdirectora técnica - Fundación Natura

Equipo técnico

Diana Patricia Ramírez
Enlace técnico y administrativo

Nidia Cristina Mayorga
Coordinadora del Componente de Coberturas de la Tierra Coordinadora del Grupo de Suelos y Tierras - Ideam

Juan Manuel Rodríguez
Líder técnico del Componente de Coberturas de la Tierra

Luz Patricia Hernández
Yesid Fandiño Malaver
Apoyo estructuración de información cartográfica

Eliana Marcela Mendoza
Apoyo gestión de información

Controles de calidad

Luisa Corredor Gil
Alba Liliana Gualdrón
Henry Castellanos
María Camila Ramírez

Intérpretes

Ana María Hernández
Andrea Milena Wanumen
Alexánder Perdomo
Norma Carolina Espejo
Iván Posada
Iván Vergel
Jenny Astrid Hernández
Jimmy Chávez
Juan Carlos Medina
Martha Moreno
Mónica Sandoval
Nicolai Ciontestu
Óscar Rodríguez
Tatiana Barbosa
Wilmer Guzmán
Yesid Fandiño

Optimización de la metodología

Javier Espejo
Héctor Ariel Perilla
Maycol Zaraza
Rosa Nathalia Zambrano
Karen Tatiana Bastidas

Profesional de documentación

Anghy Sthephany Gutiérrez

Profesional aplicativo web

Andrés Felipe Forero

Evaluación de la exactitud temática

María Camila Orozco
Carlos Ramírez
Wilson Sandoval

Autores

Luisa Patricia Corredor Gil
Juan Manuel Rodríguez Rondón
Nidia Cristina Mayorga Ulloa
Anghy Sthephany Gutiérrez Rincón

Colaborador

Yesid Fandiño Malaver

Edición técnica

Juan Manuel Rodríguez
Nidia Cristina Mayorga

Apoyo revisión técnica

Íngrid Astudillo Claros

Edición cartográfica

Luisa Patricia Corredor
Yesid Fandiño Malaver
Luz Patricia Hernández

Equipo editorial

Andrés Felipe Tapiero Ríos
Coordinación editorial - Grupo de Comunicaciones y Prensa - Ideam

Andrés Barragán Montaña
Coordinación editorial - .Puntoaparte Editores

Leonardo Realpe Bolaños
Corrección de estilo - .Puntoaparte Editores

Mateo López Zúñiga
Dirección de arte y diseño editorial - .Puntoaparte Editores

Guillermo Torres Carreño
Dirección de ilustración - .Puntoaparte Editores

Fotografías de infografías: Ideam - Proyecto “Coberturas de la tierra y mitigación de EGEI para la acción climática” - Componente Coberturas de la Tierra.

Cítese como: Corredor, L. P., Rodríguez, J. M., Mayorga, N. C. y Gutiérrez, A. S. (2025). *Análisis de cambio de coberturas de la tierra, entre los años 2018 y 2020, en Colombia*. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (Ideam).

ISBN (digital): 978-958-5489-47-9

Depósito legal que establece la Ley.

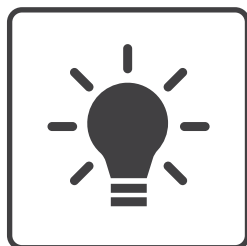
Todos los derechos reservados. Se autoriza la reproducción y divulgación de material contenido en este documento para fines educativos u otros fines no comerciales sin previa autorización del titular de los derechos de autor, siempre que se cite claramente la fuente. Se prohíbe la reproducción total o parcial de este documento para fines comerciales. No comercializable. Distribución gratuita.

© Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (Ideam)
Calle 25D 96B-70, Bogotá, D. C.
PBX: +57 (601) 352 7160
contacto@ideam.gov.co



🏠 TABLA DE CONTENIDOS

Capítulo 1



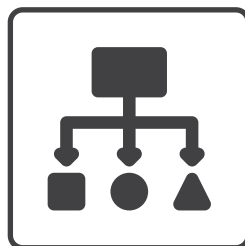
INTRODUCCIÓN

Capítulo 2



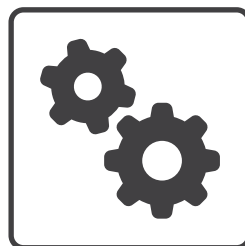
ANTECEDENTES

Capítulo 3



APLICACIONES

Capítulo 4



**ASPECTOS
METODOLÓGICOS**

Capítulo 5



**ANÁLISIS Y
RESULTADOS**

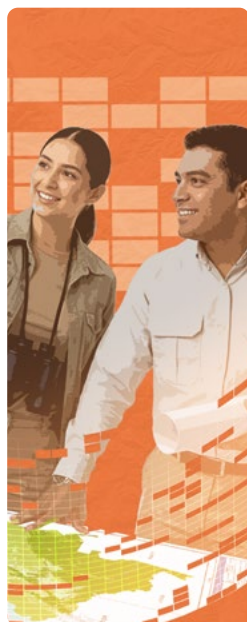
Capítulo 6



**CONCLUSIONES Y
RECOMENDACIONES**



ANEXO



LISTADO DE FIGURAS

	pág.
Figura 1. Flujo de Trabajo	22
Figura 2. Muestra gráfica de bosque fragmentado a bosque continuo	29
Figura 3. Muestra gráfica de bosque continuo a bosque fragmentado	30
Figura 4. Indicadores generales de cambio para Colombia entre 2018 y 2020	66
Figura 5. Mapa nacional de Indicadores de cambio entre 2018 y 2020 en Colombia	66
Figura 6. Gráfica de métricas de cambio del indicador de natural estable	67
Figura 7. Gráfica de métricas de cambio del indicador antrópico estable	68
Figura 8. Gráfica de las métricas de cambio del indicador de recuperación	69
Figura 9. Gráfica de métricas de cambio del indicador de transformación	70
Figura 10. Mapa de concentración de la transformación	71
Figura 11. Mapa de regiones naturales de Colombia	72
Figura 12. Gráfica de cambio de coberturas nivel 1 para la región Amazónica entre 2018 y 2020	73
Figura 13. Mapa de indicadores generales de cambio entre 2018 y 2020 en la región Amazónica	74
Figura 14. Gráfica de indicadores generales de cambio en la región Amazónica entre 2018 y 2020	75
Figura 15. Gráfica de departamentos con mayor área de transformación entre 2018 y 2020 en la región Amazónica	75
Figura 16. Gráfica de cambio de coberturas nivel 1 región Andina entre 2018 y 2020	77
Figura 17. Mapa de indicadores generales región Andina entre 2018 y 2020	78
Figura 18. Gráfica de indicadores generales de cambio en la región Andina entre 2018 y 2020	79
Figura 19. Gráfica de departamentos más transformados entre 2018 y 2020 de la región Andina	79
Figura 20. Gráfica de cambio de coberturas nivel 1 entre 2018 y 2020 en la región Caribe	81
Figura 21. Mapa de indicadores generales de cambio entre 2018 y 2020 en la región Caribe	82
Figura 22. Gráfica de indicadores generales de cambio en la región Caribe entre 2018 y 2020	83
Figura 23. Gráfica de departamentos más transformados entre 2018 y 2020 en la región Caribe	83
Figura 24. Gráfica de cambio de coberturas nivel 1, entre 2018 y 2020 en la región Orinoquía	85
Figura 25. Mapa de indicadores generales de cambio entre 2018 y 2020 en la región Orinoquía	86
Figura 26. Gráfica de indicadores generales de cambio entre 2018 y 2020 en la región Orinoquía	87
Figura 27. Gráfica de departamentos más transformados entre 2018 y 2020 en la región Orinoquía	87

	pág.
Figura 28. Gráfica de cambio de coberturas nivel 1 región Pacífica	89
Figura 29. Mapa de indicadores generales de cambio entre 2018 y 2020 en la región Pacífica	90
Figura 30. Gráfica de indicadores generales de cambio entre 2018 y 2020 en la región Pacífica	91
Figura 31. Gráfica de departamentos más transformados entre 2018 y 2020 en la región Pacífica	91
Figura 32. Gráfica de cambio de coberturas nivel 1 región Insular	93
Figura 33. Mapa de indicadores generales región Insular	94
Figura 34. Gráfica de indicadores generales de cambio en la región Insular	95
Figura 35. Gráfica comparativa de indicadores de cambio entre el 2018 y 2020 entre regiones	96
Figura 36. 10 departamentos con mayor área y proporción de área de transformación entre 2018 y 2020	98
Figura 37. 10 autoridades ambientales regionales más transformadas	100
Figura 38. Mapa de distribución de la urbanización en Colombia	102
Figura 39. Distribución de la urbanización en las regionales naturales	102
Figura 40. Principales coberturas antrópicas reemplazadas por urbanización	103
Figura 41. Principales coberturas naturales reemplazadas por urbanización	104
Figura 42. Mapa de indicadores de cambio entre 2018 y 2020 en páramos	105
Figura 43. Indicadores de cambio en los páramos de Colombia	105
Figura 44. 10 páramos con mayor área de transformación entre 2018 y 2020	106

LISTADO DE TABLAS

	pág.
Tabla 1. Cambio de condición de los ecosistemas en la Amazonía Colombiana	14
Tabla 2. Indicadores de cambio Parques Nacionales	15
Tabla 3. Leyenda Corine Land Cover adaptada para Colombia clasificadas por su origen	25
Tabla 4. Indicadores Generales de Cambio	26
Tabla 5. Matriz de configuración de indicadores generales de cambio	27
Tabla 6. Proceso de cambio de vegetación secundaria a bosque	28

	pág.
Tabla 7. Proceso de cambio de bosque fragmentado a bosque continuo	29
Tabla 8. Proceso de cambio de bosque continuo a bosque fragmentado	30
Tabla 9. Proceso de cambio de bosque a vegetación secundaria	31
Tabla 10. Proceso de cambio de variación entre superficies de agua y áreas húmedas	32
Tabla 11. Proceso de cambio de otros cambios naturales estables	33
Tabla 12. Proceso de cambio de urbanización en coberturas agropecuarias	35
Tabla 13. Proceso de cambio en rotación entre pastos y cultivos	36
Tabla 14. Proceso de cambio expansión de zonas de extracción minera en áreas de coberturas agropecuarias	37
Tabla 15. Proceso de cambio de coberturas agropecuarias a suelos desnudos	38
Tabla 16. Proceso de cambio de diversificación de coberturas agropecuarias	39
Tabla 17. Proceso de cambio homogenización de coberturas agropecuarias	40
Tabla 18. Proceso de cambio de nuevas plantaciones forestales en áreas de coberturas agropecuarias	41
Tabla 19. Proceso de cambio de coberturas antrópicas a coberturas de agua artificiales	42
Tabla 20. Proceso de cambio para otros cambios antrópicos estables	43
Tabla 21. Proceso de cambio urbanización en coberturas naturales	45
Tabla 22. Proceso de cambio o de vegetación secundaria a coberturas agropecuarias	46
Tabla 23. Proceso de cambio de coberturas naturales a coberturas agropecuarias	47
Tabla 24. Proceso de cambio de coberturas naturales a pastos	48
Tabla 25. Proceso de cambio de coberturas naturales a zonas de extracción minera	49
Tabla 26. Proceso de cambio de coberturas naturales a suelo desnudos	50
Tabla 27. Proceso de cambio de antropización de superficies de agua y áreas húmedas	51
Tabla 28. Proceso de cambio de coberturas naturales a zonas quemadas	52
Tabla 29. Proceso de cambio de conversión de coberturas naturales a coberturas de agua artificiales	53
Tabla 30. Proceso de cambio de recuperación de vegetación secundaria	54
Tabla 31. Proceso de cambio de recuperación de coberturas de herbazales	55
Tabla 32. Proceso de cambio de recuperación de bosques y arbustales	56
Tabla 33. Proceso de cambio de coberturas antrópicas a cuerpos de agua naturales	57

	pág.
Tabla 34. Proceso de cambio de coberturas antrópicas a áreas abiertas naturales	58
Tabla 35. Matriz de configuración de métricas de cambio.....	59
Tabla 36. Tasa anual de cambio de coberturas en Colombia	62
Tabla 37. Naturalidad de las coberturas para 2018 y 2020	65
Tabla 38. Métricas de cambio entre 2018 y 2020 en la región Amazónica	76
Tabla 39. Métricas de cambio entre 2018 y 2020 en la región Andina	80
Tabla 40. Métricas de cambio entre 2018 y 2020 en la región Caribe	84
Tabla 41. Métricas de cambio en la región Orinoquía	88
Tabla 42. Métricas de cambio entre 2018 y 2020 en la región Pacífica	92
Tabla 43. Métricas de cambio en la región Insular	95
Tabla 44. Indicadores de cambio entre 2018 y 2020 por departamento y proporción con respecto al área total del indicador a nivel nacional	97
Tabla 45. Indicadores de cambio entre 2018 y 2020 por autoridad ambiental regional y proporción con respecto al área total del indicador a nivel nacional	99
Tabla 46. Páramos más transformados en proporción a su superficie entre 2018 y 2020	106
Tabla 47. Matriz de métricas de cambio	107



SIGLAS, ACRÓNIMOS Y CONVENCIONES

ANLA:	Autoridad Nacional de Licencias Ambientales.	LCCS:	Land Cover Classification System (Sistema de Clasificación de Coberturas de la Tierra).
CARs:	Corporaciones Autónomas Regionales.	m:	metros.
CCA:	Comisión para la Cooperación Ambiental.	m/s:	Metros por segundo (unidad de velocidad).
CLC:	CORINE Land Cover.	NALCMS:	North American Land Change Monitoring System (Sistema de Monitoreo del Cambio de la Cobertura del Suelo de América del Norte).
FAO:	Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación.	OCDE:	Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos.
GEI:	Gases de Efecto Invernadero.	PNNC:	Parques Nacionales Naturales de Colombia.
GMES:	Global Monitoring for Environment and Security (Monitoreo Global del Medio Ambiente y la Seguridad).	RGB:	Modelo de color basado en rojo, verde y azul.
ha:	Hectáreas (unidad de área).	SGC:	Servicio Geológico Colombiano.
Ideam:	Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales.	Sinchi:	Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas.
IGAC:	Instituto Geográfico Agustín Codazzi.	WPEI:	Working Party on Environmental Information (Grupo de Trabajo sobre Información Ambiental).
IPCC:	Intergovernmental Panel on Climate Change (Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático).		

ANÁLISIS DE CAMBIO DE
COBERTURAS DE LA TIERRA
ENTRE LOS AÑOS 2018 Y 2020
EN COLOMBIA



Capítulo 1

INTRODUCCIÓN





El monitoreo de las coberturas de la tierra es una herramienta básica para establecer el estado de los ecosistemas. En el país, la cobertura de la tierra ha experimentado transformaciones profundas impulsadas por actividades humanas y fenómenos naturales. Comprender estas dinámicas es esencial para orientar la gestión ambiental y promover un desarrollo sostenible que garantice la conservación de los recursos naturales y el bienestar de las comunidades.

El análisis presentado en este documento se fundamenta en los mapas nacionales de coberturas de la tierra a escala 1:100.000, elaborados con la metodología Corine Land Cover adaptada para Colombia. Estos mapas constituyen una herramienta clave para evaluar los cambios en el territorio y sus implicaciones ambientales.

Se abordan las dinámicas de la cobertura terrestre en Colombia entre 2018 y 2020, identificando los principales tipos de cambio registrados en el país. Para ello, se diseñaron indicadores y métricas que ofrecen información precisa y útil. Estos insumos se desarrollaron de manera participativa, mediante talleres con expertos y usuarios de la información provenientes del Ideam y de otras instituciones del sector ambiental. Los resultados se presentan a diferentes escalas: nacional, regional, departamental y por autori-

dades ambientales, abarcando aspectos como la transformación de coberturas naturales a artificiales, la recuperación de áreas intervenidas y la estabilidad de las coberturas, ya sean naturales o antrópicas, en cada unidad espacial analizada.

Durante el periodo 2018-2020, cerca de 80,8 millones de hectáreas, equivalentes al 71,12 % del territorio nacional, conservaron coberturas naturales, mientras que 30,3 millones de hectáreas (26,70 %) mantuvieron coberturas antrópicas de forma estable. En contraste, un 2,19 % del país evidenció dinámicas de cambio: aproximadamente 1,86 millones de hectáreas se transformaron de coberturas naturales a antrópicas y 627.522 ha iniciaron procesos de recuperación hacia coberturas naturales.

El monitoreo sistemático de los cambios en la cobertura de la tierra permite identificar tendencias y profundizar en las causas subyacentes. Factores como la expansión urbana y la intensificación agrícola, abordados en este estudio, plantean retos significativos para la sostenibilidad, pero también abren oportunidades para la innovación y la adaptación. Una comprensión clara de estas dinámicas fortalece la capacidad de científicos, formuladores de políticas y gestores ambientales para enfrentar estos desafíos y diseñar estrategias efectivas de manejo del territorio.



Capítulo 2

ANTECEDENTES





Las coberturas de la tierra se refieren a la distribución y disposición de diferentes tipos de cubiertas biofísicas sobre la superficie terrestre, como bosques, áreas agrícolas, zonas urbanas, cuerpos de agua, entre otras. El monitoreo de estos cambios es crucial para comprender las dinámicas ambientales y socioeconómicas que se presentan en una región geográfica. En las últimas décadas, el uso y la cobertura de la tierra en Colombia han experimentado cambios significativos debido a factores como la expansión urbana, la pérdida de áreas naturales y el cambio climático.

Los análisis de cambio son fundamentales para el monitoreo de las coberturas terrestres y han cobrado importancia en las últimas décadas gracias al desarrollo tecnológico y al uso de imágenes de sensores remotos, que han permitido obtener datos del territorio de forma periódica.

Desde finales de la década de 1970 hasta finales de la de 1990, en el país se realizaron numerosos esfuerzos para la obtención de mapas de coberturas y clasificación de tierras, pero al carecer de estándares y metodologías unificadas no lograron cumplir con los objetivos institucionales de monitoreo de los cambios y dinámicas asociadas, ni satisfacer adecuadamente las necesidades de información de los diferentes usuarios (Rodríguez, 2013).

A partir de 2004, el sector ambiente, en cabeza del Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (Ideam), inició el proceso de adaptación de la metodología Corine Land Cover en Colombia a través de diferentes proyectos interinstitucionales que han dado como resultado la producción de cinco mapas de coberturas de la tierra para el país a escala 1:100.000, correspondientes a los periodos 2000-2002, 2005-2009, 2010-2012, 2018 y 2020.

Con la información cartográfica de coberturas de la tierra estandarizada para varios periodos de tiempo se cuenta con los insumos

necesarios para realizar análisis de las dinámicas de cambio de estas coberturas en diferentes intervalos de manera coherente. En 2013 se publicó el Análisis de Dinámicas de Cambio de las Coberturas de la Tierra en Colombia, Escala 1:100.000, entre los periodos 2000-2002 y 2005-2009, adaptando la metodología propuesta por Feranec, *et al.* (2012) en el artículo “Land Cover and its change in Europe: 1990-2006”. Este análisis constituyó el primer avance en materia de un estudio integral de cambio de todos los tipos de coberturas a nivel nacional.

Para el desarrollo del análisis de cambio entre 2018 y 2020, presentado en este documento, se partió de una revisión bibliográfica de indicadores de cambio de coberturas de la tierra utilizados por entidades en el ámbito internacional y nacional, con el fin de actualizar las métricas y abarcar las dinámicas más relevantes del territorio.

ENFOQUES INTERNACIONALES

A nivel mundial, los indicadores de cambio de coberturas se han desarrollado para evaluar dinámicas globales de transformación y conservación. Algunos ejemplos destacados incluyen:

Dinámica de la cobertura terrestre global por la Unión Europea

Para la Unión Europea, “el monitoreo global de la tierra es una herramienta indispensable en la búsqueda del desarrollo sostenible”. En este sentido, desarrolló el programa Copernicus, encargado de hacer seguimiento a la observación de la tierra, incluyendo un componente de dinámica de cobertura terrestre (Dynamic Land Cover), donde se generan cifras de cambio a partir de información ráster de 100 metros de resolución espacial y se producen datos anuales desde 2015 (Copernicus, Eyes on Earth, 2024).



El producto Dynamic Land Cover proporciona un esquema primario de cobertura terrestre en tres niveles de clasificación, con definiciones de clases de acuerdo con el esquema del Sistema de Clasificación de Cobertura Terrestre (LCCS). Este producto clasifica en 23 clases la cobertura de la tierra a nivel mundial, y el análisis de los datos de cambio se refiere a 15 indicadores que se presentan a continuación: urbanización; deforestación y urbanización; degradación y urbanización de humedales; expansión de cultivos; deforestación y expansión de cultivos; degradación de humedales y expansión de cultivos; repoblación forestal; deforestación; desertificación; abandono de tierras y desertificación; degradación y desertificación de humedales; expansión de agua; reducción de agua; degradación de humedales; abandono de tierras; y la categoría “otro” (Copernicus, Eyes on Earth, 2024).

Cambios en la cobertura terrestre Corine Land Cover Europa

En su forma actual, el producto Corine Land Cover (CLC) ofrece un inventario paneuropeo de cobertura y uso del suelo con 44 clases temáticas. El producto se actualiza con nuevos estados y capas de cambios cada seis años; la actualización más reciente se realizó en 2018. El CLC sirve a una amplia variedad de usuarios y tiene aplicaciones potenciales y reales casi ilimitadas, entre ellas el monitoreo ambiental, la planificación del uso de la tierra, las evaluaciones del cambio climático y la gestión de emergencias (Copernicus, Eyes on Earth, 2024).

Como documento técnico metodológico para los análisis de cambio, la Agencia Espacial Europea publicó el Manual de Cambios Corine Land Cover, con el objetivo de mejorar la armonización del mapeo de cambios del CLC en Europa (Agencia Ambiental Europea, 2011). Para definir los tipos de cambio se utilizaron los datos obtenidos al comparar los mapas de coberturas de 2000 y 2006, que al contener

44 unidades de cobertura a nivel 3 podrían generar, teóricamente, más de 1.000 tipos diferentes de cambio. Sin embargo, se seleccionaron únicamente aquellos que representaban el 90 % de toda el área de cambio para su discusión en el manual. Además, se agruparon varios tipos de cambio a nivel 3, obteniendo 27 grupos diferentes clasificados en 4 tipos: cambios más frecuentes en superficies artificiales (2 indicadores), cambios más frecuentes en clases de agricultura (12 indicadores), cambios más frecuentes en bosques y clases seminaturales (10 indicadores) y cambios más frecuentes en humedales y clases de agua (3 indicadores).

Monitoreo de coberturas en Norteamérica por la Comisión para la Cooperación Ambiental (CCA)

En el marco de la Comisión para la Cooperación Ambiental (CCA), que integra vínculos ambientales, económicos y sociales entre Canadá, Estados Unidos y México, se genera un producto denominado “Atlas Ambiental de América del Norte”, cuyo objetivo es ofrecer una perspectiva subcontinental y regional de aspectos ambientales que trascienden las fronteras políticas. Dentro de este esfuerzo, se crea el Sistema de Monitoreo del Cambio en la Cobertura del Suelo de América del Norte (NALCMS, por sus siglas en inglés), iniciativa orientada a monitorear la cubierta física de la superficie y sus cambios a lo largo del tiempo en los tres países (Comisión para la Cooperación Ambiental, 2024).

El conjunto de datos presenta los cambios registrados cada 5 años desde 2005, siendo el más reciente el de 2015 a 2020, en 19 clases de cobertura de la tierra de nivel II, definidas conforme a la norma del Sistema de Clasificación de la Cobertura de la Tierra (Land Cover Classification System, LCCS) de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) (Comisión para la Cooperación Ambiental, 2024).



Indicadores de cambio de coberturas para la OCDE

La Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE) es una organización internacional cuya misión es diseñar mejores políticas para una vida mejor. En 2012, el Grupo de Trabajo de la OCDE sobre Información Ambiental (WPEI), en el marco de las políticas de crecimiento verde, propuso indicadores sobre cambios en el uso y la cobertura de la tierra para su inclusión en el conjunto de indicadores principales. Estos indicadores se emplean en las evaluaciones realizadas a los países por la organización y en análisis de políticas a nivel nacional y territorial.

Los indicadores desarrollados por la OCDE comprenden:

- **Pérdida de tierras con vegetación natural y seminatural:** se define como el porcentaje de cubierta arbórea, pastizales, humedales, matorrales y vegetación escasa convertidos a cualquier otro tipo de cobertura terrestre (OCDE, 2018); conversiones a tierras de cultivo, conversiones a superficies artificiales – urbanización y cambio de superficies de agua.
- **Ganancia de terreno con vegetación natural y seminatural:** se define de manera similar como las nuevas adiciones de terrenos cubiertos por vegetación natural y seminatural, convertidos de cualquier otro tipo de cobertura terrestre (OCDE, 2018).

METODOLOGÍAS UTILIZADAS EN COLOMBIA

En Colombia, la adaptación de la metodología Corine Land Cover se realizó mediante un proceso interinstitucional en el que participaron el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (Ideam), el Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC), el Insti-

tuto Amazónico de Investigaciones Científicas (Sinchi) y Parques Nacionales Naturales de Colombia (PNNC). Este esfuerzo contó con la colaboración de universidades, corporaciones autónomas regionales y otras entidades del nivel nacional. Como resultado, cada institución ha desarrollado diferentes análisis de cambio bajo la metodología CLC y ha construido indicadores específicos alineados con sus misiones y objetivos particulares.

Instituto de Hidrología Meteorología y Estudios Ambientales (Ideam)

El Ideam cuenta con dos líneas de actuación para el análisis de cambio de las coberturas de la tierra en Colombia. La primera es el “Análisis de dinámicas de cambio de las coberturas de la tierra en Colombia” a escala 1:100.000 entre los periodos 2000-2002 y 2005-2009, elaborado a partir de los mapas de coberturas construidos mediante la metodología Corine Land Cover.

En este caso, se definieron indicadores que reúnen los procesos más relevantes en cuanto al cambio de coberturas de la tierra a nivel nacional a escala 1:100.000. Entre ellos se incluyen: fragmentación del bosque, recuperación del bosque, ganancia de pastos, urbanización, intensificación de la agricultura, expansión de la agricultura, desintensificación de la agricultura, dinámica de cuerpos de agua, aumento de la minería, reforestación y degradación de tierras (Rodríguez, 2013).

La segunda línea corresponde a los inventarios de gases de efecto invernadero (GEI) que siguen las directrices del IPCC, específicamente la metodología genérica aplicable a múltiples categorías de uso de la tierra, donde se analizan los cambios de las siguientes clases: ganadería (pastos), tierras forestales, tierras de cultivo, pastizales (naturales), humedales, asentamientos y otras tierras.



Para las comunicaciones nacionales de cambio climático se realizan estimaciones de las emisiones y absorciones de CO₂ basadas en los cambios en las existencias de cada una de estas categorías, incluyendo tanto las tierras que permanecen en una categoría dada de uso de la tierra como las que pasan a otra (IPCC, 2006).

Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas (Sinchi)

El Instituto Sinchi desarrolla el monitoreo de coberturas de la tierra a escala 1:100.000 desde el año 2000 para toda la región amazónica colombiana, utilizando la metodología Corine Land Cover adaptada para Colombia. La entidad realiza un análisis de dinámicas de cambio de las coberturas, en el que se generan los siguientes tipos de cambio: cambio en los bosques, cambio en los pastizales (praderización), cambios en la vegetación secundaria, cambios en los

territorios artificializados y análisis de la dinámica en los paisajes agropecuarios de la Amazonía colombiana (Sinchi, 2023).

Asimismo, el Sinchi, en trabajo colaborativo con Parques Nacionales Naturales (Sinchi, 2020), aplicó una metodología para el monitoreo de ecosistemas de la Amazonía colombiana, enfocando los cambios a partir de la naturalidad de las coberturas, como se muestra en la Tabla 1.

Parques Nacionales Naturales de Colombia

Parques Nacionales realiza el monitoreo de coberturas de la tierra a escala 1:100.000 con lecturas bienales desde el año 2000 y anuales a escala 1:25.000 a partir del año 2019. Dentro de su desarrollo metodológico, creó una batería de indicadores de cambios de cobertura para las áreas protegidas, alineados con el interés misional de la entidad: la conservación.

CONDICIÓN	NATURAL	SEMINATURAL	TRANSFORMADO
Natural	Natural Estable	Naturales Modificados	Naturales Desnaturalizados
Seminatural	Seminaturales Regenerados	Seminaturales Estables	Seminaturales Alterados
Transformado	Transformados en proceso de recuperación	Transformados Rehabilitados	Transformados Estables

Tabla 1. Cambio de condición de los ecosistemas en la Amazonia Colombiana

Fuente: Sinchi, PNN, 2019



Los indicadores de estado, presión y cambio se utilizan en el contexto general y están orientados a identificar, cuantificar y caracterizar la realidad de las áreas protegidas, permitiendo evaluar la efectividad del manejo del Sistema de Parques en la gestión de la conservación. En la Tabla 2 se muestra la configuración de los indicadores para el análisis en dos periodos de tiempo, los cuales se expresan como pérdida o transformación y ganancia o recuperación en las condiciones de estado y presión, a partir de la línea base de referencia (Parques Nacionales, 2021).

Adicionalmente, para escalas a partir de 1:25.000, Parques Nacionales desarrolló 18 indicadores de cambio que buscan caracterizar en mayor detalle los índices de transformación, recuperación y estado y presión estables. Los indicadores definidos son: sin cambio, fragmentación del bosque, alteración de la estructura del bosque, regeneración a bosque, intensificación de la cobertura agropecua-

ria, desintensificación de la cobertura agropecuaria, regeneración a vegetación secundaria, ganancia de arbustales, ganancia de bosques, ganancia de herbazales, dinámica agrícola en vegetación secundaria, minería, actividad agrícola, actividad agrícola mixta, quemas, praderización, erosión de coberturas naturales y otros cambios (Parques Nacionales, 2021).

Servicio Geológico Colombiano (SGC)

El SGC realiza la evaluación de amenaza por movimientos en masa como línea de investigación de la Dirección de Geoamenazas, para lo cual publicó una guía metodológica que requiere, dentro de los factores condicionantes de la caracterización geoambiental, los cambios de coberturas de la tierra y uso del suelo.

INDICADOR ESTADO-PRESIÓN PERIODO 1 (LÍNEA DE REFERENCIA)	INDICADOR ESTADO-PRESIÓN PERIODO 2	INDICADOR DE CAMBIO (PERIODOS ANALIZADOS)
Estado	Estado	Estado Estable
Presión	Presión	Presión Estable
Presión	Estado	Recuperación
Estado	Presión	Transformación

Tabla 2. Indicadores de cambio Parques Nacionales
Fuente: Parques Nacionales, 2021



Con el fin de evaluar la dinámica a largo plazo de un determinado proceso, se definen los indicadores de crecimiento urbano, deforestación y expansión agrícola, que posteriormente se relacionan con el inventario de procesos morfodinámicos. Aunque los análisis se realizan a escala 1:25.000, se utilizan las unidades de coberturas a nivel 3 de la leyenda Corine Land Cover y se asocia un uso del suelo de acuerdo con la metodología IGAC (SGC, 2017).

Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt

Dentro de los indicadores de biodiversidad publicados por el Instituto Humboldt se incluye el indicador “Variación de la superficie de las coberturas de la tierra”, cuyo objetivo es detectar los cambios en la configuración de las coberturas de la tierra producidos por acciones antrópicas en el territorio de interés (Instituto Humboldt, 2024). Este indicador está relacionado con las metas del Marco Global para la Biodiversidad Post-2020 T2 Áreas Restauradas y T3 Áreas Conservadas (PNUMA, 2020), así como con la meta del indicador de Objetivos de Desarrollo Sostenible T15.1 Conservación, restauración y usos sostenibles (Naciones Unidas, 2020). Su propósito es conocer la variación de las coberturas dentro de un área determinada a lo largo del tiempo, como medida auxiliar para inferir los cambios en los procesos ecológicos que pueden ocurrir por la reducción, desaparición o transformación de las coberturas vegetales dentro de un territorio (Instituto Humboldt, 2024).

Asimismo, en el aplicativo web “Biotablero”, el Instituto Humboldt presenta un indicador de naturalidad de las coberturas (natural, secundaria y transformada) de acuerdo con el grado de conservación o transformación de los ecosistemas, que permite medir el avance de las metas de conservación. Un mayor porcentaje de cobertura natural refleja un mejor estado de los ecosistemas, mientras que un mayor porcentaje de cobertura transformada se asocia con una mayor pérdida de ecosistemas naturales. El porcentaje de cobertura secundaria puede evidenciar procesos de regeneración asistidos o naturales, y brindar una referencia sobre la dinámica de rotación de cultivos en el área consultada (Instituto Humboldt, 2024).

Las cifras de cobertura se obtienen de la recategorización del Mapa Nacional de Coberturas de la Tierra 2018 del Ideam. A partir de las categorías CLC, se realiza una recategorización en tres categorías principales: natural, secundario y transformado. La categorización se lleva a cabo con base en la Leyenda Nacional de Coberturas de la Tierra adaptada para Colombia CLC (Instituto Humboldt, 2024).

Estos antecedentes resaltan la importancia de los indicadores y metodologías en el análisis del cambio de coberturas de la tierra. La integración de enfoques internacionales y nacionales permite una comprensión más amplia de las dinámicas de transformación y conservación en Colombia. Los análisis de cambio son esenciales para orientar estrategias de manejo sostenible del territorio, evaluar el impacto de las actividades humanas y garantizar la protección de los ecosistemas estratégicos del país y del mundo.

ANÁLISIS DE CAMBIO DE
COBERTURAS DE LA TIERRA
ENTRE LOS AÑOS 2018 Y 2020
EN COLOMBIA



Capítulo 3

APLICACIONES



En general, el monitoreo de coberturas de la tierra, y en especial los análisis de cambio en periodos de tiempo, son relevantes para el desarrollo de las siguientes temáticas:



CONSERVACIÓN Y GESTIÓN DE LOS RECURSOS NATURALES

- **Protección de la biodiversidad:** conocer la dinámica de transformación de las coberturas de la tierra permite identificar y proteger hábitats críticos para la flora y fauna, y facilita posteriormente la creación y gestión de áreas protegidas.
- **Gestión sostenible de bosques:** la identificación de la transformación y recuperación de las áreas boscosas naturales permite implementar prácticas de manejo forestal sostenible.
- **Conservación de ecosistemas acuáticos:** identificar los cambios en las superficies de agua y áreas húmedas posibilita el monitoreo de la salud de humedales, ríos y lagos, vitales para la biodiversidad y el suministro de agua.



MITIGACIÓN Y ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO

- **Almacenamiento de carbono:** los bosques y otros ecosistemas actúan como sumideros de carbono; por lo tanto, monitorear los cambios en la cobertura vegetal es esencial para evaluar y gestionar las emisiones de gases de efecto invernadero.
- **Evaluación del impacto del cambio climático:** detectar cambios en tierras altas, áreas costeras y ecosistemas especialmente sensibles al clima ayuda a comprender y mitigar los efectos del cambio climático.



PLANIFICACIÓN Y DESARROLLO URBANO

- **Control de la expansión urbana:** con base en los análisis multitemporales de la cobertura de la tierra, es posible monitorear el crecimiento de áreas urbanas y planificar de manera más eficiente el uso del suelo para evitar su expansión descontrolada.
- **Infraestructura y servicios públicos:** el análisis de la dinámica de la cobertura y uso del suelo permite planificar infraestructuras y proveer servicios públicos anticipando necesidades futuras.



SEGURIDAD ALIMENTARIA Y AGRICULTURA

- **Gestión de tierras agrícolas:** monitorear la conversión de tierras agrícolas a otros usos y la degradación del suelo contribuye a garantizar la sostenibilidad de la producción agrícola.
- **Mejora de prácticas agrícolas:** la identificación de cambios en las coberturas de la tierra en zonas agropecuarias facilita la adopción de prácticas agrícolas sostenibles mediante la evaluación continua del impacto de diferentes técnicas de cultivo.



GESTIÓN DE RIESGOS NATURALES Y DESASTRES

- **Prevención de desastres naturales:** monitorear periódicamente la cobertura de la tierra permite identificar áreas propensas a deslizamientos, inundaciones y otros desastres naturales, lo que facilita la implementación de medidas preventivas.
- **Recuperación postdesastre:** los análisis multitemporales de coberturas de la tierra proporcionan datos para evaluar el impacto de desastres naturales y planificar la recuperación y rehabilitación de las áreas afectadas.



EVALUACIÓN DE POLÍTICAS Y LEGISLACIÓN AMBIENTAL

- **Cumplimiento de normativas:** la publicación de datos confiables sobre cambios en la cobertura de la tierra permite a gobiernos y organismos reguladores verificar el cumplimiento de normativas ambientales y de uso del suelo.
- **Eficacia de políticas:** la información sobre cambios permite evaluar la efectividad de políticas públicas y programas de conservación, y ajustar estos instrumentos con base en datos reales.



INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA Y EDUCACIÓN

- **Base para estudios científicos:** los datos de las coberturas de la tierra y sus cambios a lo largo del tiempo constituyen un elemento fundamental para investigaciones en ecología, geografía, climatología y otras disciplinas.
- **Concienciación y educación ambiental:** los datos sobre cambios en la cobertura de la tierra son esenciales para educar al público y aumentar la concienciación sobre temas ambientales.

ANÁLISIS DE CAMBIO DE
COBERTURAS DE LA TIERRA
ENTRE LOS AÑOS 2018 Y 2020
EN COLOMBIA



Capítulo 4

ASPECTOS METODOLÓGICOS





Este análisis se basa en la información geográfica de los mapas nacionales de coberturas de la tierra Corine Land Cover a escala 1:100.000, cuya unidad mínima cartografiada corresponde a 25 ha, excepto en las categorías de territorios artificializados, cuya área mínima es de 5 ha. Para los elementos lineales como ríos, vías y canales, se registran aquellos con un ancho mínimo de 50 metros, respetando su continuidad. Los cambios entre los periodos analizados corresponden a los observados en las imágenes satelitales con un área mínima de 5 ha.

Por otro lado, la identificación de las coberturas presentes en los mapas y el análisis de cambio están condicionados por las características del insumo satelital utilizado —los mosaicos de medianas de imágenes Landsat y Sentinel de los años correspondientes— y por los apoyos empleados en el proceso de interpretación. Estas características pueden variar según la estacionalidad de las condiciones climáticas durante el año de estudio, lo que podría reflejar cambios no necesariamente permanentes, sino asociados a variaciones estacionales.

ANÁLISIS DE CAMBIO

La metodología de este análisis se basa en la utilizada en el documento “Análisis de dinámicas de cambio de las coberturas de la tierra en Colombia, escala 1:100.000 entre los periodos 2000-2002 y 2005-2009” publicado por el Ideam en 2013, adaptada del artículo “Land Cover and its Change in Europe: 1990-2006” de Feranec (2012). En estos estudios se propone la construcción de una matriz para identificar los cambios en la cobertura de la tierra entre dos periodos específicos. Estos cambios se agrupan y clasifican según los principales procesos de uso del suelo del país.

En la Figura 1 se presenta el flujo de trabajo metodológico para el análisis de cambio en coberturas de la tierra correspondiente a los años 2018 y 2020.

El proceso comienza con la obtención de las dos capas de cobertura de la tierra, en este caso de 2018 y 2020, que sirven como insumos principales para el análisis. Las capas oficiales de la división política de Colombia (proporcionadas por el IGAC), la jurisdicción de las corporaciones autónomas regionales (CAR) y las regiones naturales de Colombia se utilizaron como insumos de referencia para dar un contexto adicional a los resultados del análisis.

Esta información se empleó en el análisis espacial, en el que se combinaron las capas de coberturas con las capas oficiales para identificar y analizar los cambios en la cobertura de la tierra.

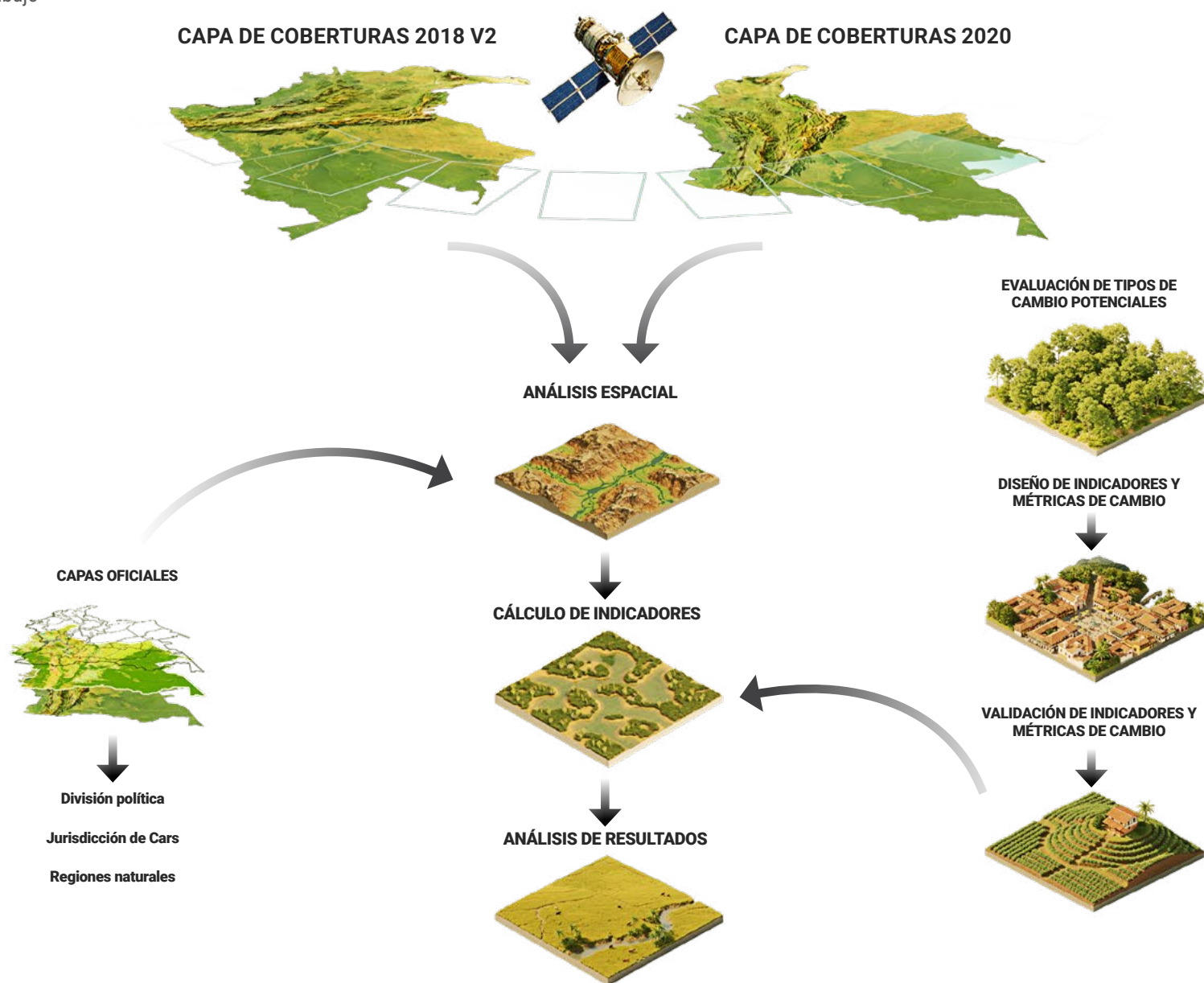
De forma paralela, se diseñaron indicadores y métricas de cambio, a partir de la evaluación de todos los tipos de cambio posibles en el contexto nacional, con la participación de expertos temáticos para garantizar la calidad y relevancia de los resultados.

Finalmente, se efectuó un análisis de los resultados obtenidos a partir del cálculo de los indicadores y métricas. Este análisis ofrece una visión general de las dinámicas de cambio de las coberturas de la tierra y es esencial para la toma de decisiones en Colombia.

Es importante resaltar que el área geográfica del análisis corresponde al área continental del país, definida por el límite nacional y los límites administrativos establecidos en la cartografía oficial a escala 1:100.000 del IGAC, en la versión de 2022, que es la más reciente al momento de la realización de este análisis.

Figura 1. Flujo de Trabajo

Fuente: Ideam, 2024





Dado este límite, la unidad de mares y océanos no representa el total de la cobertura marina del país, sino pequeñas áreas identificadas en las imágenes satelitales que se incluyen en el mapa para completar el límite ambiental tomado como referencia.

DISEÑO DE INDICADORES Y MÉTRICAS DE CAMBIO DE COBERTURAS DE LA TIERRA

Para este análisis, se define un indicador de cambio de coberturas de la tierra como una medida cuantitativa que informa sobre las transformaciones en la superficie terrestre, específicamente en cambios de coberturas como bosques, áreas urbanas, tierras agrícolas, cuerpos de agua, entre otros. Estos indicadores son herramientas fundamentales para monitorear, evaluar y gestionar los recursos naturales y el medio ambiente.

Tasa anual de cambio de superficie cubierta por diferentes coberturas

Es un indicador que permite monitorear las diferencias netas en la superficie cubierta por diferentes coberturas de la tierra a través del tiempo, calculado anualmente para cada una de las unidades del nivel 3 de la leyenda nacional de coberturas.

A partir de los datos de la superficie cubierta por diferentes coberturas para los dos periodos de tiempo, se anualiza la variación de acuerdo con la diferencia de los dos años a analizar.

La tasa anual de cambio de la superficie cubierta por diferentes coberturas se calcula utilizando la siguiente fórmula:

$$TCDC_{jt} = \left(\left(\frac{SCT_{ijt2}}{SCT_{ijt1}} \right)^{\frac{1}{t2-t1}} - 1 \right) * 100$$

Donde,

- **TCDC jt** = Es el promedio anual de variación en la superficie que ocupa la cubierta de la tierra i, en la unidad espacial de referencia j entre dos instantes de tiempo t, 1 y 2.
- **SCT ijt1** Superficie cubierta por la cobertura i en la unidad espacial de referencia j en el momento de tiempo t1, expresada en hectáreas (ha).
- **SCT ijt2** Superficie cubierta por la cobertura i en la unidad espacial de referencia j en el momento de tiempo t2, expresada en hectáreas (ha).
- **T1 y T2** Momentos de tiempo t1 (inicial) y t2 (final) del periodo de análisis.



Construcción de la matriz de cambios

El análisis para la determinación de los indicadores y métricas de cambio se realizó utilizando el nivel 3 de la leyenda Corine Land Cover adaptada para Colombia, que incluye 55 clases de cobertura, lo que resultó en un total de 3.025 tipos de cambios potenciales. Para identificar y priorizar los cambios más relevantes en el contexto colombiano, se llevaron a cabo dos talleres con expertos en el tema y usuarios de la información dentro del Ideam y otras entidades del sector ambiental. Durante estos talleres, se discutieron y evaluaron los tipos de cambio más significativos. Como resultado de este proceso, se determinaron 4 indicadores de cambio y 31 métricas que se explicarán más adelante.

Para este proceso, se construyó una matriz de doble entrada en la que se analizaron todos los cambios posibles entre las 55 unidades de cobertura a nivel 3 de la leyenda del mapa en el tiempo 1 (filas) con respecto a las mismas unidades de cobertura en el tiempo 2 (columnas), almacenando en las celdas de la matriz los 4 indicadores de cambio generales y las 31 métricas de cambio específicas determinadas. La diagonal de la matriz corresponde a las áreas que no tuvieron un cambio en las coberturas a nivel 3 en el periodo de tiempo analizado.

Los criterios considerados en el diseño de los tipos de cambio de coberturas de la tierra fueron: asegurar una definición clara y precisa para evitar ambigüedades; centrarse en procesos espe-

cíficos y cuantificar la extensión en hectáreas de cada tipo de cobertura; garantizar su pertinencia para los objetivos de gestión y monitoreo, proporcionando información valiosa para la toma de decisiones en contextos nacionales y globales; permitir comparaciones temporales que identifiquen tendencias y dinámicas de cambio; ser comparables entre diferentes áreas geográficas; y ser fácilmente interpretables por los usuarios finales.

Para el análisis de cambio de las coberturas de la tierra, se propuso clasificar, en primera instancia, las coberturas a tercer nivel de leyenda de acuerdo con su condición de naturalidad en coberturas naturales y antrópicas, como se definen a continuación:

- **Coberturas naturales:** son aquellas coberturas que no presentan una intervención antrópica aparente a la escala de trabajo.
- **Coberturas antrópicas:** son las coberturas de origen antrópico en zonas alteradas por las actividades humanas.

En la Tabla 3. Leyenda Corine Land Cover adaptada para Colombia, según su origen se presenta la leyenda de coberturas de la tierra Corine Land Cover adaptada para Colombia a tercer nivel, con el origen respectivo:



Tabla 3. Leyenda Corine Land Cover adaptada para Colombia, según su origen

COBERTURA	ORIGEN
1. TERRITORIOS ARTIFICIALIZADOS	
 1.1.1. Tejido urbano continuo	Antrópico
 1.1.2. Tejido urbano discontinuo	Antrópico
 1.2.1. Zonas industriales o comerciales	Antrópico
 1.2.2. Red vial, ferroviaria y terrenos asociados	Antrópico
 1.2.3. Zonas portuarias	Antrópico
 1.2.4. Aeropuertos	Antrópico
 1.2.5. Obras hidráulicas	Antrópico
 1.3.1. Zonas de extracción minera	Antrópico
 1.3.2. Zona de disposición de residuos	Antrópico
 1.4.1. Zonas verdes urbanas	Antrópico
 1.4.2. Instalaciones recreativas	Antrópico
2. TERRITORIOS AGRÍCOLAS	
 2.1.1. Otros cultivos transitorios	Antrópico
 2.1.2. Cereales	Antrópico
 2.1.3. Oleaginosas y leguminosas	Antrópico
 2.1.4. Hortalizas	Antrópico
 2.1.5. Tubérculos	Antrópico
 2.2.1. Cultivos permanentes herbáceos	Antrópico
 2.2.2. Cultivos permanentes arbustivos	Antrópico
 2.2.3. Cultivos permanentes arbóreos	Antrópico
 2.2.4. Cultivos agroforestales	Antrópico
 2.2.5. Cultivos confinados	Antrópico
 2.3.1. Pastos limpios	Antrópico
 2.3.2. Pastos arbolados	Antrópico
 2.3.3. Pastos enmalezados	Antrópico
 2.4.1. Mosaico de cultivos	Antrópico
 2.4.2. Mosaico de pastos y cultivos	Antrópico
 2.4.3. Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales	Antrópico
 2.4.4. Mosaico de pastos con espacios naturales	Antrópico

 2.4.5. Mosaico de cultivos con espacios naturales	Antrópico
3. BOSQUES Y AREAS SEMINATURALES	
 3.1.1. Bosque denso	Natural
 3.1.2. Bosque abierto	Natural
 3.1.3. Bosque fragmentado	Natural
 3.1.4. Bosque de galería y ripario	Natural
 3.1.5. Plantación forestal	Antrópico
 3.2.1. Herbazal	Natural
 3.2.2. Arbustal	Natural
 3.2.3. Vegetación secundaria o en transición	Natural
 3.3.1. Zonas arenosas naturales	Natural
 3.3.2. Afloramientos rocosos	Natural
 3.3.3. Tierras desnudas y degradadas	Antrópico
 3.3.4. Zonas quemadas	Antrópico
 3.3.5. Zonas glaciares y nivales	Natural
4. AREAS HÚMEDAS	
 4.1.1. Zonas pantanosas	Natural
 4.1.2. Turberas	Natural
 4.1.3. Vegetación acuática sobre cuerpos de agua	Natural
 4.2.1. Pantanos costeros	Natural
 4.2.2. Salitral	Natural
 4.2.3. Sedimentos expuestos en bajamar	Natural
5. SUPERFICIES DE AGUA	
 5.1.1. Ríos	Natural
 5.1.2. Lagunas, lagos y ciénagas naturales	Natural
 5.1.3. Canales	Antrópico
 5.1.4. Cuerpos de agua artificiales	Antrópico
 5.2.1. Lagunas costeras	Natural
 5.2.2. Mares y océanos	Natural
 5.2.3. Estanques para acuicultura marina	Antrópico



Indicadores de cambio

Clasificadas las coberturas de cada periodo de tiempo de acuerdo con su naturalidad, los análisis de cambio entre dos momentos en el tiempo configuran cuatro indicadores generales de cambio, como puede verse en la Tabla 4.

Tabla 4. Indicadores Generales de Cambio

PERIODO 2018/ PERIODO2020	NATURAL	ANTRÓPICAS
NATURAL	 Natural estable	 Transformación
ANTRÓPICAS	 Recuperación	 Antrópico estable

- **Natural estable:** calcula el área de las coberturas que se mantienen como naturales en los dos momentos en el tiempo.
- **Antrópico estable:** calcula el área de las coberturas que se mantienen como antrópicas en los dos momentos en el tiempo.
- **Transformación:** corresponde al área de las coberturas que presentan una condición natural en el primer momento y cambian a coberturas antrópicas por causas de las actividades humanas ejercidas sobre ellas para el segundo momento temporal.

- **Recuperación:** contempla el área de las unidades de coberturas que tienen una condición de naturalidad antrópica en el primer momento y cambian a coberturas naturales en el segundo momento temporal.

El cálculo de estos 4 indicadores se realiza a partir de la suma del área de los cambios de coberturas a tercer nivel, para lo cual se construyó una tabla tipo matriz de doble entrada, en la que las filas corresponden a los códigos de clasificación de la leyenda a tercer nivel de coberturas para el primer momento y las colum-

nas presentan los códigos de clasificación de coberturas para el segundo momento temporal del análisis. En las celdas de la matriz que se observa en la tabla 5 se evidencian todos los tipos de cambio posibles entre coberturas, clasificados en cada uno de los indicadores generales.

Tabla 5. Matriz de configuración de indicadores generales de cambio

[illegible]

Antrópico estable
 Natural estable
 Transformación
 Recuperación



MÉTRICAS DE CAMBIO

Para la caracterización de los indicadores de cambio se desarrollaron métricas que agrupan diferentes tipos de cambio de coberturas, expresados a tercer nivel de leyenda, en función de las principales dinámicas observadas en Colombia. A continuación, se describe cada una de esas métricas para cada uno de los indicadores generales de cambio.

Natural estable

Al caracterizar los cambios ocurridos entre las coberturas de origen natural, que incluyen bosques fragmentados y vegetación secundaria, se presentan a continuación las métricas de cambio asociadas al indicador natural estable.

Métrica N1

Cambio de vegetación secundaria a bosque

Definición: mide el área de vegetación secundaria o en transición identificada en el tiempo 1 del análisis, que en el tiempo 2 ha evolucionado hacia bosques naturales (Tabla 6. Proceso de cambio de vegetación secundaria a bosque).

- **Interpretación:** este cambio debe entenderse como una regeneración de individuos arbóreos en áreas de vegetación secundaria o en transición, identificadas en el tiempo 1, que mejoran su estructura vertical. Esto se refleja en las imágenes satelitales como una recuperación de la textura de la cobertura, lo que permite clasificarla como algún tipo de bosque natural en el tiempo 2.
- **Limitaciones o restricciones:** este registro de cambio se limita exclusivamente a la estructura vertical de la vegetación secundaria, evidenciando un incremento en la textura característica de los bosques naturales, sin considerar las condiciones de composición florística de las coberturas observadas.

Tabla 6. Proceso de cambio de vegetación secundaria a bosque

TIEMPO 1	TIEMPO 2
 323. Vegetación secundaria o en transición	 311. Bosque denso
	 312. Bosque abierto
	 313. Bosque fragmentado
	 314. Bosque de galería



Métrica N2

Cambio de bosque fragmentado a bosque continuo

- **Definición:** esta métrica indica las áreas de bosque que, en el tiempo 1, presentaban una discontinuidad horizontal debido a la inclusión dispersa de coberturas antrópicas, como pastos, cultivos o vegetación secundaria, dentro de la matriz de bosque. Estas coberturas no alcanzan la unidad mínima de 25 ha de forma individual y representan entre el 5 % y el 30 % del área total de la unidad, clasificándose como bosques fragmentados. En el tiempo 2, dichas áreas se observan como bosques continuos (Figura 2). El proceso de cambio puede verse en la Tabla 7.

- **Interpretación:** este cambio debe interpretarse como la regeneración del bosque en áreas previamente afectadas por coberturas antrópicas que interrumpían su continuidad. En el tiempo 2, estas áreas presentan un bosque natural continuo y homogéneo, lo que refleja una mejora en su condición.
- **Limitaciones o restricciones:** las coberturas antrópicas que fragmentaban el bosque en el tiempo 1 no superaban el 30 % de la superficie total de la unidad de bosque. Por lo tanto, este cambio no implica una recuperación completa de la naturalidad en términos estrictos, sino una mejora en la continuidad de la cobertura boscosa.

Figura 2. Muestra gráfica de bosque fragmentado a bosque continuo



Tabla 7. Proceso de cambio de bosque fragmentado a bosque continuo

TIEMPO 1	TIEMPO 2
313. Bosque fragmentado	311. Bosque denso 312. Bosque abierto 314. Bosque de galería y ripario

Métrica N3

Cambio de bosque continuo a bosque fragmentado

- Definición:** se refiere al área de bosque natural que originalmente era continuo, pero cuya continuidad fue interrumpida por la presencia de coberturas antrópicas, como pastos, cultivos o vegetación secundaria. Las coberturas que fragmentan el bosque no alcanzan la unidad mínima de 25 ha para clasificarse como coberturas independientes y no superan el 70 % del área total de la unidad, por lo que se clasifican como bosques fragmentados (Figura 3). El proceso de cambio puede verse en la Tabla 8.

- Interpretación:** este fenómeno debe interpretarse como el inicio del proceso de fragmentación de una matriz de bosque continuo, causado por la inclusión de parches dispersos de coberturas antrópicas con áreas menores a 25 ha. Es una situación común en regiones donde la matriz de bosque predomina en el paisaje.
- Limitaciones o restricciones:** las coberturas antrópicas que afectan la matriz de bosque representan menos del 30 % de la unidad, por lo que esta métrica no refleja una transformación completa del ecosistema, sino un cambio en la estructura del paisaje.

Figura 3. Muestra gráfica de bosque continuo a bosque fragmentado



Tabla 8. Proceso de cambio de bosque continuo a bosque fragmentado

TIEMPO 1	TIEMPO 2
311. Bosque denso 312. Bosque abierto 314. Bosque de galería y ripario	313. Bosque fragmentado



Métrica N4

Cambio de bosque a vegetación secundaria

- **Definición:** esta métrica calcula el área de cobertura de bosque natural que ha cambiado a vegetación secundaria o en transición, según lo especificado en la Tabla 9.
- **Interpretación:** la métrica descrita refleja una pérdida de la estructura vertical del bosque natural, reemplazado por una cobertura de porte principalmente arbustivo, característica de la vegetación secundaria o en transición. Esto puede ser consecuencia de un

aprovechamiento selectivo de elementos arbóreos (tala selectiva) o de un proceso en el que ocurrió una tala rasa en un momento intermedio del periodo de análisis, seguido de una recuperación parcial que genera vegetación sucesional arbustiva.

- **Limitaciones o restricciones:** aunque este cambio indica una alteración en la cobertura boscosa, no se considera una transformación completa, ya que la cobertura que sustituye al bosque sigue clasificándose como natural. La vegetación secundaria observada en el tiempo 2 puede presentar un desarrollo de porte alto o bajo.

Tabla 9. Proceso de cambio de bosque a vegetación secundaria

TIEMPO 1	TIEMPO 2
311. Bosque denso 312. Bosque abierto 313. Bosque fragmentado 314. Bosque de galería y ripario	323. Vegetación secundaria o en transición



Métrica N5

Variación entre superficies de agua y áreas húmedas

- **Definición:** esta métrica registra los cambios que ocurren entre diferentes tipos de superficies de agua naturales, incluidas las zonas húmedas y las zonas arenosas naturales asociadas a estas, y refleja las variaciones en la cobertura de la tierra en estos ambientes acuáticos y húmedos, tanto continentales como costeros (Tabla 10).
- **Interpretación:** la métrica refleja el área que mantiene una dinámica natural entre las coberturas relacionadas con el agua, sin influencia de actividades humanas. En estos casos, las coberturas hídricas, como zonas húmedas y zonas arenosas naturales, permanecen intactas y sin alteraciones antrópicas, conservándose en su estado natural.
- **Limitaciones o restricciones:** el insumo utilizado para la construcción de los mapas de coberturas proviene de un compuesto anual basado en la mediana del valor de cada píxel de las imágenes satelitales Landsat, o Sentinel en algunos casos, tomadas entre el 1 de enero y el 31 de diciembre del año correspondiente. Como resultado, esta métrica no captura las dinámicas hídricas que pueden ocurrir dentro de un mismo año, lo que podría limitar la observación de cambios más frecuentes o temporales en estas áreas.

Tabla 10. Proceso de cambio de variación entre superficies de agua y áreas húmedas

TIEMPO 1	TIEMPO 2
411. Zonas pantanosas 412. Turberas 413. Vegetación acuática sobre cuerpos de agua 421. Pantanos costeros 422. Salitrales 423. Sedimentos expuestos en bajamar 511. Ríos 512. Lagunas, lagos y ciénagas naturales 521. Lagunas costeras 522. Mares y océanos	Otras coberturas de: 411. Zonas pantanosas 412. Turberas 413. Vegetación acuática sobre cuerpos de agua 421. Pantanos costeros 422. Salitrales 423. Sedimentos expuestos en bajamar 511. Ríos 512. Lagunas, lagos y ciénagas naturales 521. Lagunas costeras 522. Mares y océanos



Métrica N6

Otros cambios naturales estables

- **Definición:** esta métrica registra los cambios que ocurren por dinámicas naturales entre diferentes tipos de coberturas nativas. Estos cambios no se incluyeron en las métricas anteriores debido a su baja frecuencia o a que implican transiciones entre coberturas naturales similares (Tabla 11).
- **Interpretación:** esta métrica abarca las áreas donde se producen cambios entre diferentes coberturas naturales debido a variaciones en la configuración de las unidades interpretadas. Cuando las unidades no alcanzan la unidad mínima de mapeo, se agrupan con las coberturas vecinas siguiendo un orden de

prioridad. También incluye cambios entre coberturas naturales que son poco frecuentes o que ocurren en ubicaciones específicas, por lo que no se analizan de forma independiente y se consolidan en una única métrica.

- **Limitaciones o restricciones:** la métrica no representa una dinámica de cambio específica entre el tiempo 1 y el tiempo 2 de las coberturas naturales, sino que agrupa cambios poco frecuentes y cambios técnicos derivados de la consolidación de unidades que no alcanzan la unidad mínima de mapeo.

Finalmente, las coberturas naturales que no presentaron cambios a nivel 3 de la leyenda en los dos periodos analizados se clasificaron como Natural sin cambio.

Tabla 11. Proceso de cambio de otros cambios naturales estables

TIEMPO 1	TIEMPO 2
311. Bosque denso 312. Bosque abierto 314. Bosque de galería 321. Herbazales 322. Arbustales 331. Zonas arenosas naturales 332. Afloramientos rocosos 335. Zonas glaciares y nivales	311. Bosque denso 312. Bosque abierto 314. Bosque de galería 321. Herbazales 322. Arbustales 331. Zonas arenosas naturales 332. Afloramientos rocosos 335. Zonas glaciares y nivales 411. Zonas pantanosas 412. Turberas 413. Vegetación Acuática sobre cuerpos de agua 421. Pantanos costeros 422. Salitrales 423. Sedimentos expuestos en bajamar 511. Ríos 512. Lagunas, lagos y ciénagas naturales 521. Lagunas costeras 522. Mares y océanos



TIEMPO 1	TIEMPO 2
313. Bosques fragmentados	321. Herbazales 322. Arbustales 331. Zonas arenosas naturales 332. Afloramientos rocosos 335. Zonas glaciares y nivales 411. Zonas pantanosas 412. Turberas 413. Vegetación acuática sobre cuerpos de agua 421. Pantanos costeros 422. Salitrales 423. Sedimentos expuestos en bajamar 511. Ríos 512. Lagunas, lagos y ciénagas naturales 521. Lagunas costeras 522. Mares y océanos
323. Vegetación secundaria	321. Herbazales 322. Arbustales 331. Zonas arenosas naturales 332. Afloramientos rocosos 335. Zonas glaciares y nivales 411. Zonas pantanosas 412. Turberas 413. Vegetación acuática sobre cuerpos de agua 421. Pantanos costeros 422. Salitrales 423. Sedimentos expuestos en bajamar 511. Ríos 512. Lagunas, lagos y ciénagas naturales 521. Lagunas costeras 522. Mares y océanos
411. Zonas pantanosas 412. Turberas 413. Vegetación acuática sobre cuerpos de agua 421. Pantanos costeros 422. Salitrales 423. Sedimentos expuestos en bajamar 511. Ríos 512. Lagunas, lagos y ciénagas naturales 521. Lagunas costeras 522. Mares y Océanos	311. Bosque denso 312. Bosque abierto 314. Bosque de galería 321. Herbazales 322. Arbustales 331. Zonas arenosas naturales 332. Afloramientos rocosos 335. Zonas glaciares y nivales



Antrópico estable

Al caracterizar los cambios ocurridos entre las diferentes coberturas de origen antrópico, a continuación se describen las métricas de cambio para el indicador antrópico estable.

Métrica A1

Urbanización en coberturas agropecuarias

- Definición:** esta métrica calcula el área de coberturas agropecuarias, como pastos, cultivos o mosaicos, presentes en el tiempo 1 y que han cambiado a territorios artificializados en el tiempo 2 (Tabla 12), con excepción de las zonas de extracción minera (131), que se registran en la métrica A3.
- Interpretación:** esta métrica se interpreta como el crecimiento o la implantación de ciudades, zonas industriales y otras coberturas artificializadas en áreas donde predominaban actividades agropecuarias, como pastos y cultivos. Dentro de las coberturas de origen se incluyen las tierras desnudas o degradadas y las zonas quemadas, ya que suelen estar relacionadas con la dinámica de la actividad agropecuaria. Se excluyen las zonas de extracción minera (131), pues se contemplan en la métrica A3. “Expansión de zonas de minería en áreas de coberturas agropecuarias”.
- Limitaciones o restricciones:** la principal limitación es la unidad mínima de mapeo, que en este caso es de 5 ha. Esto implica que el crecimiento de los territorios artificializados o las nuevas unidades en el tiempo 2, con un área inferior a 5 ha, no fue registrado, al igual que las vías con ancho menor a 50 metros.

Tabla 12. Proceso de cambio de urbanización en coberturas agropecuarias

TIEMPO 1		TIEMPO 2
211. Otros cultivos transitorios 212. Cereales 213. Oleaginosas y leguminosas 214. Hortalizas 215. Tubérculos 221. Cultivos permanentes herbáceos 222. Cultivos permanentes arbustivos 223. Cultivos permanentes arbóreos 224. Cultivos agroforestales 225. Cultivos confinados 231. Pastos limpios	232. Pastos arbolados 233. Pastos enmalezados 241. Mosaico de cultivos 242. Mosaico de pastos y cultivos 243. Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales 244. Mosaico de pastos con espacios naturales 245. Mosaico de cultivos con espacios naturales 315. Plantaciones forestales 333. Tierras desnudas y degradadas 334. Zonas quemadas	111. Tejido urbano continuo 112. Tejido urbano discontinuo 121. Zonas industriales o comerciales 122. Red vial, ferroviaria y terrenos asociados 123. Zonas portuarias 124. Aeropuertos 125. Obras hidráulicas 132. Zona de disposición de residuos 141. Zonas verdes urbanas 142. Instalaciones recreativas



Métrica A2

Rotación entre pastos y cultivos

- **Definición:** esta métrica mide el área de cualquier cobertura pura de cultivos presente en el tiempo 1 que se convirtió en pastos de cualquier tipo en el tiempo 2, así como el área de cualquier tipo de pasto en el tiempo 1 que se transformó en cultivos puros de cualquier tipo en el tiempo 2 (Tabla 13).
- **Interpretación:** los cambios entre zonas de cultivos a pastos y viceversa suponen una rotación en la cobertura y el uso

asociado a la misma, lo que puede traducirse en un menor impacto sobre el suelo en comparación con territorios donde permanecen los cultivos o los pastos a través del tiempo. La rotación permite la reposición de las capacidades del suelo, ayuda a mantener su estructura y los niveles de nutrientes disponibles, y evita que las plagas se asienten en el terreno (Vasyl, 2022).

- **Limitaciones o restricciones:** la métrica propuesta solo calcula el área de rotación de pastos a cultivos entre los años de los mapas analizados, sin considerar procesos que puedan ocurrir durante los periodos intermedios.

Tabla 13. Proceso de cambio en rotación entre pastos y cultivos

TIEMPO 1	TIEMPO 2
211. Otros cultivos transitorios 212. Cereales 213. Oleaginosas y leguminosas 214. Hortalizas 215. Tubérculos 221. Cultivos permanentes herbáceos 222. Cultivos permanentes arbustivos 223. Cultivos permanentes arbóreos 224. Cultivos agroforestales 225. Cultivos confinados	231. Pastos limpios 232. Pastos arbolados 233. Pastos enmalezados
231. Pastos limpios 232. Pastos arbolados 233. Pastos enmalezados	211. Otros cultivos transitorios 212. Cereales 213. Oleaginosas y leguminosas 214. Hortalizas 215. Tubérculos 221. Cultivos permanentes herbáceos 222. Cultivos permanentes arbustivos 223. Cultivos permanentes arbóreos 224. Cultivos agroforestales 225. Cultivos confinados



Métrica A3

Expansión de zonas de extracción minera en áreas de coberturas agropecuarias

- **Definición:** esta métrica calcula el área de coberturas agropecuarias, como pastos, cultivos o mosaicos, presentes en el tiempo 1, que experimentaron un cambio hacia zonas de extracción minera (131) en el tiempo 2 (Tabla 14).
- **Interpretación:** este cambio se interpreta como el reemplazo de zonas productivas agrícolas y pecuarias por actividades de minería a cielo abierto o minería aluvial. Se incluyen en las coberturas reemplazadas las tierras desnudas, degradadas y las zonas quemadas, debido a su frecuente relación con la dinámica de la actividad agropecuaria.
- **Limitaciones o restricciones:** esta métrica se limita a la aparición de zonas de extracción minera con una superficie superior a 5 ha.

Tabla 14. Proceso de cambio expansión de zonas de extracción minera en áreas de coberturas agropecuarias

TIEMPO 1		TIEMPO 2
211. Otros cultivos transitorios 212. Cereales 213. Oleaginosas y leguminosas 214. Hortalizas 215. Tubérculos 221. Cultivos permanentes herbáceos 222. Cultivos permanentes arbustivos 223. Cultivos permanentes arbóreos 224. Cultivos agroforestales 225. Cultivos confinados 231. Pastos limpios 232. Pastos arbolados	233. Pastos enmalezados 241. Mosaico de cultivos 242. Mosaico de pastos y cultivos 243. Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales 244. Mosaico de pastos con espacios naturales 245. Mosaico de cultivos con espacios naturales 315. Plantaciones forestales 333. Tierras desnudas y degradadas 334. Zonas quemadas	131. Zonas de extracción minera



Métrica A4

Cambio de coberturas agropecuarias a suelos desnudos

- **Definición:** corresponde al área de cambio entre coberturas agropecuarias, que incluye pastos, cultivos y mosaicos, a tierras desnudas y degradadas (333) (Tabla 15).
- **Interpretación:** este tipo de cambio se interpreta como áreas de producción agropecuaria que han experimentado una pérdida de su cobertura vegetal, resultando en suelos desnudos o degradados, ya sea por procesos de descanso en el uso o por procesos de degradación.
- **Limitaciones o restricciones:** dentro de la clasificación de la unidad de cobertura “tierras desnudas o degradadas” (333) se incluyen suelos desprovistos de vegetación debido a procesos naturales o antrópicos, como erosión y degradación extremas. Por lo tanto, esta métrica de cambio agrupa estas dos causas de pérdida de coberturas agropecuarias.

Tabla 15. Proceso de cambio de coberturas agropecuarias a suelos desnudos

TIEMPO 1		TIEMPO 2
211. Otros cultivos transitorios 212. Cereales 213. Oleaginosas y leguminosas 214. Hortalizas 215. Tubérculos 221. Cultivos permanentes herbáceos 222. Cultivos permanentes arbustivos 223. Cultivos permanentes arbóreos 224. Cultivos agroforestales 225. Cultivos confinados 231. Pastos limpios	232. Pastos arbolados 233. Pastos enmalezados 241. Mosaico de cultivos 242. Mosaico de pastos y cultivos 243. Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales 244. Mosaico de pastos con espacios naturales 245. Mosaico de cultivos con e espacios naturales 315. Plantaciones forestales 334. Zonas quemadas	333. Tierras desnudas y degradadas



Métrica A5

Diversificación de coberturas agropecuarias

- **Definición:** esta métrica mide el área que en el tiempo 1 se presenta como algún tipo de cultivo puro o pasto y que en el tiempo 2 se observa transformada en algún tipo de mosaico (Tabla 16).
- **Interpretación:** este cambio implica que, en estas áreas, se ha modificado el uso del suelo de un monocultivo o pasto homogéneo a algún tipo de mezcla de diferentes coberturas que puede incluir cultivos, pastos y espacios naturales, con unidades inferiores a la unidad mínima de mapeo. Este tipo de cambio puede suponer una disminución en el impacto al recurso suelo, aunque también podría reflejar una redistribución de la propiedad de la tierra, pasando de áreas extensas a otras de menor extensión.
- **Limitaciones o restricciones:** para que se registre un cambio hacia una diversificación de coberturas agropecuarias, debe haber una fragmentación de la unidad de cobertura pura (pasto o cultivo) que supere al menos el 30 % de su área con coberturas menores a la unidad mínima de mapeo de 25 ha, lo que permite su reconfiguración como cobertura de mosaico.

Tabla 16. Proceso de cambio de diversificación de coberturas agropecuarias

TIEMPO 1	TIEMPO 2
 211. Otros cultivos transitorios 212. Cereales 213. Oleaginosas y leguminosas 214. Hortalizas 215. Tubérculos 221. Cultivos permanentes herbáceos 222. Cultivos permanentes arbustivos 223. Cultivos permanentes arbóreos 224. Cultivos agroforestales 225. Cultivos confinados 231. Pastos limpios 232. Pastos arbolados 233. Pastos enmalezados 315. Plantaciones forestales	 241. Mosaico de cultivos 242. Mosaico de pastos y cultivos 243. Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales 244. Mosaico de pastos con espacios naturales 245. Mosaico de cultivos con espacios naturales



Métrica A6

Homogenización de coberturas agropecuarias

- **Definición:** esta métrica calcula las áreas que en el tiempo 1 están constituidas por algún tipo de mosaico y que, en el tiempo 2, son reemplazadas por algún tipo de cultivo puro o pasto (Tabla 17).
- **Interpretación:** este cambio se interpreta como una intensificación en el uso del suelo para actividades agropecuarias, dado que un monocultivo o un pasto homogéneo genera un mayor impacto sobre el suelo en comparación con la combinación de diferentes tipos de cultivos o pastos.
- **Limitaciones o restricciones:** las unidades de cobertura agropecuaria pura que sustituyan los mosaicos deben tener una superficie superior a 25 ha.

Tabla 17. Proceso de cambio homogenización de coberturas agropecuarias

TIEMPO 1	TIEMPO 2
241. Mosaico de cultivos 242. Mosaico de pastos y cultivos 243. Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales 244. Mosaico de pastos con espacios naturales 245. Mosaico de cultivos con espacios naturales	211. Otros cultivos transitorios 212. Cereales 213. Oleaginosas y leguminosas 214. Hortalizas 215. Tubérculos 221. Cultivos permanentes herbáceos 222. Cultivos permanentes arbustivos 223. Cultivos permanentes arbóreos 224. Cultivos agroforestales 225. Cultivos confinados 231. Pastos limpios 232. Pastos arbolados 233. Pastos enmalezados



Métrica A7

Nuevas plantaciones forestales en áreas de coberturas agropecuarias

- **Definición:** esta métrica refleja el cambio en el que las coberturas agropecuarias, como cultivos, pastos y mosaicos, son reemplazadas por plantaciones forestales (Tabla 18).
- **Interpretación:** este cambio se interpreta como áreas reforestadas mediante la plantación de árboles en terrenos que anteriormente se utilizaban para actividades agropecuarias.
- **Limitaciones o restricciones:** la unidad de cobertura correspondiente a las plantaciones forestales (315) no distingue entre su propósito comercial o no comercial.

Tabla 18. Proceso de cambio de nuevas plantaciones forestales en áreas de coberturas agropecuarias

TIEMPO 1	TIEMPO 2
211. Otros cultivos transitorios 212. Cereales 213. Oleaginosas y leguminosas 214. Hortalizas 215. Tubérculos 221. Cultivos permanentes herbáceos 222. Cultivos permanentes arbustivos 223. Cultivos permanentes arbóreos 224. Cultivos agroforestales 225. Cultivos confinados 231. Pastos limpios 232. Pastos arbolados 233. Pastos enmalezados 241. Mosaico de cultivos 242. Mosaico de pastos y cultivos 243. Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales 244. Mosaico de pastos con espacios naturales 245. Mosaico de cultivos con espacios naturales	315. Plantaciones forestales



Métrica A8

Cambio de coberturas antrópicas a coberturas de agua artificiales

- **Definición:** esta métrica registra el cambio de cualquier cobertura antrópica, como territorios artificializados y áreas agrícolas (cultivos, pastos o mosaicos), a coberturas de agua artificial (Tabla 19).
- **Interpretación:** este cambio se interpreta como el proceso en el que áreas previamente ocupadas por infraestructuras artificia-

les o actividades agropecuarias fueron transformadas mediante la construcción de embalses, canales, lagunas de oxidación o estanques destinados a la acuicultura continental.

- **Limitaciones o restricciones:** la métrica considera solo aquellas coberturas de agua artificial con una extensión superior a 25 ha en el caso de cuerpos de agua artificial y estanques para acuicultura marina. Asimismo, los canales deben tener un ancho superior a 50 metros para ser incluidos en este cambio.

Tabla 19. Proceso de cambio de coberturas antrópicas a coberturas de agua artificiales

TIEMPO 1		TIEMPO 2
111. Tejido urbano continuo 112. Tejido urbano discontinuo 121. Zonas industriales o comerciales 122. Red vial, ferroviaria y terrenos asociados 123. Zonas portuarias 124. Aeropuertos 125. Obras hidráulicas 132. Zona de disposición de residuos 131. Zonas de extracción minera. 141. Zonas verdes urbanas 142. Instalaciones recreativas 211. Otros cultivos transitorios 212. Cereales 213. Oleaginosas y leguminosas 214. Hortalizas	215. Tubérculos 221. Cultivos permanentes herbáceos 222. Cultivos permanentes arbustivos 223. Cultivos permanentes arbóreos 224. Cultivos agroforestales 225. Cultivos confinados 231. Pastos limpios 232. Pastos arbolados 233. Pastos enmalezados 241. Mosaico de cultivos 242. Mosaico de pastos y cultivos 243. Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales 244. Mosaico de pastos con espacios naturales 245. Mosaico de cultivos con espacios naturales	513. Canales 514. Cuerpos de agua artificiales 523. Estanques para acuicultura marina



Métrica A9

Otros cambios antrópicos estables

- **Definición:** esta métrica incluye los cambios entre coberturas antrópicas que no se abordan en las métricas previas, debido a que son cambios entre coberturas similares, poco representativos o no suficientemente relevantes para su análisis. Entre estos cambios se encuentran las variaciones entre distintos tipos de territorios artificializados, cultivos, pastos, mosaicos, entre otros (Tabla 20).
- **Interpretación:** estos cambios generalmente ocurren entre coberturas antrópicas muy similares entre sí, como diferentes tipos de

cultivos, pastos, mosaicos o territorios artificializados. También abarcan cambios poco frecuentes o que no tienen una relevancia significativa para el análisis.

- **Limitaciones o restricciones:** la principal limitación está relacionada con la temporalidad y transitoriedad de las coberturas antrópicas. Debido a las características del insumo utilizado, esta métrica puede no registrar cambios interanuales (aquellos que ocurren dentro del mismo año) o cambios de corta duración.

Las áreas donde se presenta el mismo código a nivel 3 de la leyenda en los dos periodos analizados, correspondiente a una categoría de origen antrópico, se clasifican como Antrópico sin cambio.

Tabla 20. Proceso de cambio para otros cambios antrópicos estables

TIEMPO 1	TIEMPO 2	
111. Tejido urbano continuo 112. Tejido urbano discontinuo 121. Zonas industriales o comerciales 122. Red vial, ferroviaria y terrenos asociados 123. Zonas portuarias 124. Aeropuertos 125. Obras hidráulicas 132. Zona de disposición de residuos 131. Zonas de extracción minera 141. Zonas verdes urbanas 142. Instalaciones recreativas	111. Tejido urbano continuo 112. Tejido urbano discontinuo 121. Zonas industriales o comerciales 122. Red vial, ferroviaria y terrenos asociados 123. Zonas portuarias 124. Aeropuertos 125. Obras hidráulicas 132. Zona de disposición de residuos 131. Zonas de extracción minera 141. Zonas verdes urbanas 142. Instalaciones recreativas 211. Otros cultivos transitorios 212. Cereales 213. Oleaginosas y leguminosas 214. Hortalizas 215. Tubérculos 221. Cultivos permanentes herbáceos	222. Cultivos permanentes arbustivos 223. Cultivos permanentes arbóreos 224. Cultivos agroforestales 225. Cultivos confinados 231. Pastos limpios 232. Pastos arbolados 233. Pastos enmalezados 241. Mosaico de cultivos 242. Mosaico de pastos y cultivos 243. Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales 244. Mosaico de pastos con espacios naturales 245. Mosaico de cultivos con espacios naturales 315. Plantaciones forestales 333. Tierras desnudas o degradadas 334. Zonas quemadas
211. Otros cultivos transitorios 212. Cereales 213. Oleaginosas y leguminosas 214. Hortalizas 215. Tubérculos 221. Cultivos permanentes herbáceos 222. Cultivos permanentes arbustivos 223. Cultivos permanentes arbóreos 224. Cultivos agroforestales 225. Cultivos confinados	211. Otros cultivos transitorios 212. Cereales 213. Oleaginosas y leguminosas 214. Hortalizas 215. Tubérculos 221. Cultivos permanentes herbáceos	222. Cultivos permanentes arbustivos 223. Cultivos permanentes arbóreos 224. Cultivos agroforestales 225. Cultivos confinados 334. Zonas quemadas



TIEMPO 1	TIEMPO 2
231. Pastos limpios 232. Pastos arbolados 233. Pastos enmalezados	231. Pastos limpios 232. Pastos arbolados 233. Pastos enmalezados 334. Zonas quemadas
241. Mosaico de cultivos 242. Mosaico de pastos y cultivos 243. Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales 244. Mosaico de pastos con espacios naturales 245. Mosaico de cultivos con espacios naturales	241. Mosaico de cultivos 242. Mosaico de pastos y cultivos 243. Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales 244. Mosaico de pastos con espacios naturales 245. Mosaico de cultivos con espacios naturales 334. Zonas quemadas
315. Plantaciones forestales	211. Otros cultivos transitorios 212. Cereales 213. Oleaginosas y leguminosas 214. Hortalizas 215. Tubérculos 221. Cultivos permanentes herbáceos 222. Cultivos permanentes arbustivos 223. Cultivos permanentes arbóreos 224. Cultivos agroforestales 225. Cultivos confinados 334. Zonas quemadas
333. Tierras desnudas y degradadas 334. Zonas quemadas	211. Otros cultivos transitorios 212. Cereales 213. Oleaginosas y leguminosas 214. Hortalizas 215. Tubérculos 221. Cultivos permanentes herbáceos 222. Cultivos permanentes arbustivos 223. Cultivos permanentes arbóreos 224. Cultivos agroforestales 225. Cultivos confinados 231. Pastos limpios 232. Pastos arbolados 233. Pastos enmalezados 241. Mosaico de cultivos 242. Mosaico de pastos y cultivos 243. Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales 244. Mosaico de pastos con espacios naturales 245. Mosaico de cultivos con espacios naturales 315. Plantaciones forestales 333. Tierras desnudas y degradadas 334. Zonas quemadas
513. Canales 514. Cuerpos de agua artificiales 523. Estanques para acuicultura marina	111. Tejido urbano continuo 112. Tejido urbano discontinuo 121. Zonas industriales o comerciales 122. Red vial, ferroviaria y terrenos asociados 123. Zonas portuarias 124. Aeropuertos 125. Obras hidráulicas 132. Zona de disposición de residuos 131. Zonas de extracción minera 141. Zonas verdes urbanas 142. Instalaciones recreativas 211. Otros cultivos transitorios 212. Cereales 213. Oleaginosas y leguminosas 214. Hortalizas 215. Tubérculos 221. Cultivos permanentes herbáceos 222. Cultivos permanentes arbustivos 223. Cultivos permanentes arbóreos 224. Cultivos agroforestales 225. Cultivos confinados 231. Pastos limpios 232. Pastos arbolados 233. Pastos enmalezados 241. Mosaico de cultivos 242. Mosaico de pastos y cultivos 243. Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales 244. Mosaico de pastos con espacios naturales 245. Mosaico de cultivos con espacios naturales 315. Plantaciones forestales 333. Tierras desnudas y degradadas 334. Zonas quemadas 513. Canales 514. Cuerpos de agua artificiales 523. Estanques para acuicultura marina



Transformación

Caracterizados los cambios ocurridos en las coberturas de origen natural, convertidas en coberturas antrópicas, a continuación se describen las métricas de cambio para el indicador transformación.

Métrica T1

Urbanización en coberturas naturales

- **Definición:** esta métrica registra las coberturas naturales no acuáticas presentes en el tiempo 1 que fueron sustituidas por territorios artificializados en el tiempo 2 (Tabla 21).

- **Interpretación:** esta métrica mide el área de las coberturas naturales que han sido transformadas en territorios artificializados debido a la construcción de ciudades, pueblos, industrias, infraestructuras viales y zonas verdes urbanas.
- **Limitaciones o restricciones:** las coberturas artificializadas que reemplazan a las coberturas naturales deben tener una superficie superior a 5 ha. Las de menor tamaño no registran un cambio individual y se generalizan con las coberturas circundantes.

Tabla 21. Proceso de cambio urbanización en coberturas naturales

TIEMPO 1	TIEMPO 2
311. Bosque denso 312. Bosque abierto 313. Bosque fragmentado 314. Bosque de galería 321. Herbazales 322. Arbustales 323. Vegetación secundaria o en transición 331. Zonas arenosas naturales 332. Afloramientos rocosos 335. Zonas glaciares y nivales	111. Tejido urbano continuo 112. Tejido urbano discontinuo 121. Zonas industriales o comerciales 122. Red vial, ferroviaria y terrenos asociados 123. Zonas portuarias 124. Aeropuertos 125. Obras hidráulicas 132. Zona de disposición de residuos 141. Zonas verdes urbanas 142. Instalaciones recreativas



Métrica T2

Cambio de vegetación secundaria a coberturas agropecuarias

- **Definición:** esta métrica registra el cambio de la vegetación secundaria o en transición del tiempo 1, que es reemplazada por cualquier tipo de cobertura agropecuaria, como pasto, cultivo, mosaico o plantación, en el tiempo 2 (Tabla 22).
- **Interpretación:** esta métrica analiza el cambio de la vegetación secundaria, indicativa de los procesos sucesionales

de recuperación del bosque, por coberturas agropecuarias. Este cambio suele estar relacionado con prácticas comunes de descanso temporal de la tierra para luego volver a ponerla en producción.

- **Limitaciones o restricciones:** este tipo de cambio es, en su mayoría, temporal y puede estar relacionado con prácticas agropecuarias de rotación entre descanso y producción, así como con interrupciones en procesos de restauración planificada.

Tabla 22. Proceso de cambio o de vegetación secundaria a coberturas agropecuarias

TIEMPO 1	TIEMPO 2
323. Vegetación secundaria o en transición	211. Otros cultivos transitorios 212. Cereales 213. Oleaginosas y leguminosas 214. Hortalizas 215. Tubérculos 221. Cultivos permanentes herbáceos 222. Cultivos permanentes arbustivos 223. Cultivos permanentes arbóreos 224. Cultivos agroforestales 225. Cultivos confinados 231. Pastos limpios 232. Pastos arbolados 233. Pastos enmalezados 241. Mosaico de cultivos 242. Mosaico de pastos y cultivos 243. Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales 244. Mosaico de pastos con espacios naturales 245. Mosaico de cultivos con espacios naturales 315. Plantaciones forestales



Métrica T3

Cambio de coberturas naturales a coberturas agropecuarias

- **Definición:** esta métrica registra la transformación de coberturas naturales no acuáticas debido al cambio a coberturas agropecuarias, como cultivos, pastos, mosaicos o plantaciones (Tabla 23).
- **Interpretación:** la métrica refleja el avance de las actividades agropecuarias sobre las coberturas naturales, lo que implica una conversión de ecosistemas naturales a sistemas productivos agrícolas.
- **Limitaciones o restricciones:** esta métrica no distingue entre los diferentes tipos de coberturas naturales que han sido transformadas, ya que agrupa bosques, herbazales y arbustales bajo una misma categoría.

Tabla 23. Proceso de cambio de coberturas naturales a coberturas agropecuarias

TIEMPO 1	TIEMPO 2
311. Bosque denso 312. Bosque abierto 313. Bosque fragmentado 314. Bosque de galería 321. Herbazales 322. Arbustales 331. Zonas arenosas naturales 332. Afloramientos rocosos 335. Zonas glaciares y nivales	211. Otros cultivos transitorios 212. Cereales 213. Oleaginosas y leguminosas 214. Hortalizas 215. Tubérculos 221. Cultivos permanentes herbáceos 222. Cultivos permanentes arbustivos 223. Cultivos permanentes arbóreos 224. Cultivos agroforestales 225. Cultivos confinados 241. Mosaico de cultivos 242. Mosaico de pastos y cultivos 243. Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales 244. Mosaico de pastos con espacios naturales 245. Mosaico de cultivos con espacios naturales 315. Plantaciones forestales



Métrica T4

Cambio de coberturas naturales a pastos

- **Definición:** esta métrica mide la transformación de cualquier cobertura natural no acuática en pastos de cualquier tipo (Tabla 24).
- **Interpretación:** se interpreta como la pérdida de coberturas naturales debido a su conversión en pastos, principalmente para ganadería.
- **Limitaciones o restricciones:** aunque la inclusión de pastos a menudo se asocia con el incremento de la actividad ganadera, esta métrica solo registra el cambio en la cobertura de la tierra y no refleja directamente el uso del terreno.

Tabla 24. Proceso de cambio de coberturas naturales a pastos

TIEMPO 1	TIEMPO 2
311. Bosque denso 312. Bosque abierto 313. Bosque fragmentado 314. Bosque de galería 321. Herbazales 322. Arbustales 331. Zonas arenosas naturales 332. Afloramientos rocosos 335. Zonas glaciares y nivales	231. Pastos limpios 232. Pastos arbolados 233. Pastos enmalezados



Métrica T5

Cambio de coberturas naturales a zonas de extracción minera

- **Definición:** esta métrica registra el cambio de cualquier cobertura natural a una zona de extracción minera (Tabla 25).
- **Interpretación:** este cambio se interpreta como la transformación de las coberturas naturales debido a actividades mineras, como la minería a cielo abierto o de aluvión.
- **Limitaciones o restricciones:** la métrica solo cuantifica las zonas de extracción minera con una superficie superior a 5 ha y se limita a las actividades mineras observables en imágenes satelitales, específicamente minería a cielo abierto o de aluvión.

Tabla 25. Proceso de cambio de coberturas naturales a zonas de extracción minera

TIEMPO 1	TIEMPO 2
311. Bosque denso 312. Bosque abierto 313. Bosque fragmentado 314. Bosque de galería 321. Herbazales 322. Arbustales 323. Vegetación secundaria o en transición 331. Zonas arenosas naturales 332. Afloramientos rocosos 335. Zonas glaciares y nivales 411. Zonas pantanosas 412. Turberas 413. Vegetación acuática sobre cuerpos de agua 421. Pantanos costeros 422. Salitrales 423. Sedimentos expuestos en bajamar 511. Ríos 512. Lagunas, lagos y ciénagas naturales 521. Lagunas costeras 522. Mares y océanos	131. Zonas de extracción minera



Métrica T6

Cambio de coberturas naturales a suelos desnudos

- **Definición:** por medio de esta métrica se cuantifica el cambio de cualquier cobertura natural hacia una tierra desnuda y degradada (Tabla 26).
- **Interpretación:** este cambio puede interpretarse como transformaciones recientes de coberturas naturales que aún no han sido reemplazadas por una cobertura productiva o como procesos de desertificación que afectan las coberturas naturales.
- **Limitaciones o restricciones:** la métrica agrupa diferentes dinámicas de cambio que afectan las coberturas naturales. A menudo, el cambio registrado refleja una transformación reciente al momento de la toma de la imagen satelital, donde se observa el suelo desnudo. También puede deberse a efectos de sequía en herbazales naturales, lo que genera procesos de desertificación. No se distingue entre los tipos de coberturas naturales transformadas, por lo que bosques, arbustales, herbazales, humedales y cuerpos de agua se consideran conjuntamente.

Tabla 26. Proceso de cambio de coberturas naturales a suelo desnudos

TIEMPO 1	TIEMPO 2
311. Bosque denso 312. Bosque abierto 313. Bosque fragmentado 314. Bosque de galería 321. Herbazales 322. Arbustales 323. Vegetación secundaria o en transición 331. Zonas arenosas naturales 332. Afloramientos rocosos 335. Zonas glaciares y nivales 411. Zonas pantanosas 412. Turberas 413. Vegetación acuática sobre cuerpos de agua 421. Pantanos costeros 422. Salitrales 423. Sedimentos expuestos en bajamar 511. Ríos 512. Lagunas, lagos y ciénagas naturales 521. Lagunas costeras 522. Mares y océanos	333. Tierras desnudas y degradadas

Métrica T7*Antropización de superficies de agua y áreas húmedas*

- **Definición:** esta métrica registra el cambio de cualquier cobertura natural acuática a coberturas antrópicas, como territorios artificializados o áreas dedicadas a actividades humanas (Tabla 27).
- **Interpretación:** este cambio se interpreta como la sustitución de coberturas naturales acuáticas, como áreas húmedas y cuerpos de agua, por coberturas vinculadas a actividades humanas, como territorios agrícolas y áreas urbanizadas o artificializadas.
- **Limitaciones o restricciones:** los cambios registrados en esta métrica pueden reflejar tanto variaciones temporales relacionadas con las dinámicas hídricas como cambios definitivos resultantes de actividades humanas que modifican permanentemente las coberturas acuáticas naturales.

Tabla 27. Proceso de cambio de antropización de superficies de agua y áreas húmedas

TIEMPO 1	TIEMPO 2
■ 411. Zonas pantanosas ■ 412. Turberas ■ 413. Vegetación Acuática sobre cuerpos de agua ■ 421. Pantanos costeros ■ 422. Salitrales ■ 423. Sedimentos expuestos en bajamar ■ 511. Ríos ■ 512. Lagunas, lagos y ciénagas naturales ■ 521. Lagunas costeras ■ 522. Mares y Océanos	■ 111. Tejido urbano continuo ■ 112. Tejido urbano discontinuo ■ 121. Zonas industriales o comerciales ■ 122. Red vial, ferroviaria y terrenos asociados ■ 123. Zonas portuarias ■ 124. Aeropuertos ■ 125. Obras hidráulicas ■ 132. Zona de disposición de residuos ■ 141. Zonas verdes urbanas ■ 142. Instalaciones recreativas ■ 211. Otros cultivos transitorios ■ 212. Cereales ■ 213. Oleaginosas y leguminosas ■ 214. Hortalizas ■ 215. Tubérculos ■ 221. Cultivos permanentes herbáceos ■ 222. Cultivos permanentes arbustivos ■ 223. Cultivos permanentes arbóreos ■ 224. Cultivos agroforestales ■ 225. Cultivos confinados ■ 241. Mosaico de cultivos ■ 242. Mosaico de pastos y cultivos ■ 243. Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales ■ 244. Mosaico de pastos con espacios naturales ■ 245. Mosaico de cultivos con espacios naturales ■ 231. Pastos limpios ■ 232. Pastos arbolados ■ 233. Pastos enmalezados ■ 315. Plantaciones forestales



Métrica T8

Cambio de coberturas naturales a zonas quemadas

- **Definición:** se cuantifica por medio de esta métrica el cambio de cualquier cobertura natural a una zona quemada, reflejando transformaciones causadas por incendios u otros procesos de combustión que afectan la vegetación natural (Tabla 28).
- **Interpretación:** esta métrica refleja los efectos del fuego sobre las coberturas naturales, independientemente de si la causa es natural o antrópica. Los cambios registrados pueden ser el resultado de incendios forestales o de quemas controladas, que suelen ocurrir en el contexto de la expansión de la frontera agrícola.
- **Limitaciones o restricciones:** el insumo utilizado para generar los mapas de coberturas es un mosaico de medianas de las imágenes satelitales tomadas a lo largo del año, por lo que esta métrica no debe considerarse un inventario preciso de incendios. La probabilidad de registrar una zona quemada depende del tiempo durante el cual esta permaneció activa, lo que implica que las zonas afectadas por quemas muy transitorias pueden no ser capturadas.

Tabla 28. Proceso de cambio de coberturas naturales a zonas quemadas

TIEMPO 1	TIEMPO 2
311. Bosque denso 312. Bosque abierto 313. Bosque fragmentado 314. Bosque de galería 321. Herbazales 322. Arbustales 323. Vegetación secundaria o en transición 331. Zonas arenosas naturales 332. Afloramientos rocosos 335. Zonas glaciares y nivales 411. Zonas pantanosas 412. Turberas 413. Vegetación Acuática sobre cuerpos de agua 421. Pantanos costeros 422. Salitrales 423. Sedimentos expuestos en bajamar 511. Ríos 512. Lagunas, lagos y ciénagas naturales 521. Lagunas costeras 522. Mares y Océanos	334. Zona quemada

Métrica T9*Conversión de coberturas naturales a coberturas de agua artificiales*

- **Definición:** mediante esta métrica se mide el cambio de cualquier cobertura natural a coberturas de agua artificial, como embalses, canales, lagunas de oxidación o estanques artificiales utilizados para acuicultura (Tabla 29).
- **Interpretación:** este cambio se interpreta como la transformación de áreas naturales en coberturas de agua artificial, producto de actividades de construcción de embalses, canales, lagunas de oxidación o estanques de acuicultura.
- **Limitaciones o restricciones:** las coberturas de agua artificial que reemplazan las coberturas naturales deben tener una superficie superior a 25 ha y, en el caso de los canales, un ancho mayor a 50 metros para ser registradas en esta métrica de cambio.

Tabla 29. Proceso de cambio de conversión de coberturas naturales a coberturas de agua artificiales

TIEMPO 1	TIEMPO 2
 311. Bosque denso 312. Bosque abierto 313. Bosque fragmentado 314. Bosque de galería 321. Herbazales 322. Arbustales 323. Vegetación secundaria o en transición 331. Zonas arenosas naturales 332. Afloramientos rocosos 335. Zonas glaciares y nivales 411. Zonas pantanosas 412. Turberas 413. Vegetación acuática sobre cuerpos de agua 421. Pantanos costeros 422. Salitrales 423. Sedimentos expuestos en bajamar 511. Ríos 512. Lagunas, lagos y ciénagas naturales 521. Lagunas costeras 522. Mares y océanos	 513. Canales 514. Cuerpos de agua artificiales 523. Estanques para acuicultura marina

Recuperación

Caracterizados los cambios ocurridos en las coberturas de origen antrópico convertidas en coberturas de origen natural, a continuación se describen las métricas de cambio para el indicador recuperación.

Métrica R1

Recuperación de vegetación secundaria

- **Definición:** es el cambio de coberturas antrópicas (territorios artificializados, áreas agrícolas o ganaderas) hacia vegetación secundaria o en transición, como resultado de procesos de abandono o regeneración natural del suelo (Tabla 30).
- **Interpretación:** este tipo de cambio ocurre cuando se interrumpe el uso humano del suelo en actividades productivas, lo que

permite el inicio de un proceso de sucesión vegetal en el que comienza a aparecer vegetación natural de porte arbustivo o intermedio. El proceso puede ser espontáneo o inducido por intervenciones humanas, dando lugar a una regeneración que varía según las condiciones ecológicas del lugar.

- **Limitaciones o restricciones:** este cambio se observa principalmente en áreas donde la vegetación clímax es el bosque, ya que implica el desarrollo de vegetación intermedia en proceso de sucesión. La temporalidad de los insumos empleados limita la detección de este cambio a intervalos de tiempo suficientemente largos, dependiendo de la capacidad de regeneración natural de cada zona. Así, es más evidente en áreas con rápida recuperación, como los bosques de regeneración natural acelerada.

Tabla 30. Proceso de cambio de recuperación de vegetación secundaria

TIEMPO 1		TIEMPO 2
111. Tejido urbano continuo 112. Tejido urbano discontinuo 121. Zonas industriales o comerciales 122. Red vial, ferroviaria y terrenos asociados 123. Zonas portuarias 124. Aeropuertos 125. Obras hidráulicas 131. Zonas de extracción minera 132. Zona de disposición de residuos 141. Zonas verdes urbanas 142. Instalaciones recreativas 211. Otros cultivos transitorios 212. Cereales 213. Oleaginosas y leguminosas 214. Hortalizas 215. Tubérculos 221. Cultivos permanentes herbáceos 222. Cultivos permanentes arbustivos 223. Cultivos permanentes arbóreos	224. Cultivos agroforestales 225. Cultivos confinados 241. Mosaico de cultivos 242. Mosaico de pastos y cultivos 243. Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales 244. Mosaico de pastos con espacios naturales 245. Mosaico de cultivos con espacios naturales 231. Pastos limpios 232. Pastos arbolados 233. Pastos enmalezados 315. Plantaciones forestales 333. Tierras desnudas y degradadas 334. Zonas quemadas 513. Canales 514. Cuerpos de agua artificiales 523. estanques para acuicultura marina	323. Vegetación secundaria o en transición



Métrica R2

Recuperación de coberturas de herbazales

- **Definición:** esta métrica mide el cambio de las coberturas antrópicas a cobertura natural de herbazales (Tabla 31).
- **Interpretación:** este cambio se interpreta como el cese de actividades productivas en áreas previamente ocupadas por coberturas antrópicas, lo que permite la recuperación natural de la vegetación herbácea en zonas como sabanas o páramos, restableciendo su cobertura original.
- **Limitaciones o restricciones:** este tipo de cambio puede confundirse con la aparición de pastizales no manejados, especialmente en áreas donde el banco genético de herbazales naturales no es suficiente para repoblar el suelo de forma eficiente, lo que podría favorecer la invasión de especies no nativas.

Tabla 31. Proceso de cambio de recuperación de coberturas de herbazales

TIEMPO 1		TIEMPO 2
111. Tejido urbano continuo 112. Tejido urbano discontinuo 121. Zonas industriales o comerciales 122. Red vial, ferroviaria y terrenos asociados 123. Zonas portuarias 124. Aeropuertos 125. Obras hidráulicas 131. Zonas de extracción minera 132. Zona de disposición de residuos 141. Zonas verdes urbanas 142. Instalaciones recreativas 211. Otros cultivos transitorios 212. Cereales 213. Oleaginosas y leguminosas 214. Hortalizas 215. Tubérculos 221. Cultivos permanentes herbáceos 222. Cultivos permanentes arbustivos	223. Cultivos permanentes arbóreos 224. Cultivos agroforestales 225. Cultivos confinados 241. Mosaico de cultivos 242. Mosaico de pastos y cultivos 243. Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales 244. Mosaico de pastos con espacios naturales 245. Mosaico de cultivos con espacios naturales 231. Pastos limpios 232. Pastos arbolados 233. Pastos enmalezados 315. Plantaciones forestales 333. Tierras desnudas y degradadas 334. Zonas quemadas	321. Herbazales

Métrica R3

Recuperación de coberturas de bosques y arbustales

- **Definición:** es el cambio de coberturas antrópicas, como áreas agrícolas o urbanas, hacia coberturas naturales leñosas de bosque y arbustales, lo que implica un proceso de regeneración o restauración de la vegetación nativa (Tabla 32).
- **Interpretación:** este tipo de cambio se presenta cuando se suspenden las actividades humanas con fines productivos sobre las coberturas antrópicas y se desarrolla un proceso de sucesión vegetal natural, espontáneo o inducido por el hombre, hasta alcanzar estadios de vegetación clímax de bosques o arbustales naturales.
- **Limitaciones o restricciones:** este cambio se observa normalmente en análisis con ventanas de tiempo amplias y depende de la capacidad de recuperación de la vegetación de la zona. Puede presentarse en mayor medida en bosques de fácil regeneración debido a sus condiciones climáticas y edáficas, y que cuenten con un buen banco genético.

Tabla 32. Proceso de cambio de recuperación de bosques y arbustales

TIEMPO 1	TIEMPO 2
111. Tejido urbano continuo 112. Tejido urbano discontinuo 121. Zonas industriales o comerciales 122. Red vial, ferroviaria y terrenos asociados 123. Zonas portuarias 124. Aeropuertos 125. Obras hidráulicas 131. Zonas de extracción minera 132. Zona de disposición de residuos 141. Zonas verdes urbanas 142. Instalaciones recreativas 211. Otros cultivos transitorios 212. Cereales 213. Oleaginosas y leguminosas 214. Hortalizas 215. Tubérculos 221. Cultivos permanentes herbáceos 222. Cultivos permanentes arbustivos 223. Cultivos permanentes arbóreos	224. Cultivos agroforestales 225. Cultivos confinados 241. Mosaico de cultivos 242. Mosaico de pastos y cultivos 243. Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales 244. Mosaico de pastos con espacios naturales 245. Mosaico de cultivos con espacios naturales 231. Pastos limpios 232. Pastos arbolados 233. Pastos enmalezados 315. Plantaciones forestales 333. Tierras desnudas y degradadas 334. Zonas quemadas 513. Canales 514. Cuerpos de agua artificiales 523. estanques para acuicultura marina
	311. Bosque denso 312. Bosque Abierto 313. Bosque Fragmentado 314. Bosque de galería 322. Arbustales



Métrica R4

Cambio de coberturas antrópicas a cuerpos de agua naturales

- **Definición:** es el cambio de las coberturas antrópicas a áreas húmedas y superficies de agua naturales (Tabla 33).
- **Interpretación:** este cambio se interpreta como el reemplazo de las coberturas antrópicas por coberturas naturales de áreas húmedas y superficies de agua, a causa de dinámicas naturales o eventos específicos.

- **Limitaciones o restricciones:** debido a que los mapas de coberturas se generan a partir de mosaicos de medianas de imágenes satelitales tomadas a lo largo del año, este cambio puede verse influenciado por la duración de la permanencia de las coberturas naturales de áreas húmedas y superficies de agua en una zona específica. Es más probable que se registre en áreas donde estas coberturas han persistido por más tiempo y menos probable en zonas con ventanas temporales cortas.

Tabla 33. Proceso de cambio de coberturas antrópicas a cuerpos de agua naturales

TIEMPO 1		TIEMPO 2
111. Tejido urbano continuo 112. Tejido urbano discontinuo 121. Zonas industriales o comerciales 122. Red vial, ferroviaria y terrenos asociados 123. Zonas portuarias 124. Aeropuertos 125. Obras hidráulicas 131. Zonas de extracción minera 132. Zona de disposición de residuos 141. Zonas verdes urbanas 142. Instalaciones recreativas 211. Otros cultivos transitorios 212. Cereales 213. Oleaginosas y leguminosas 214. Hortalizas 215. Tubérculos 221. Cultivos permanentes herbáceos 222. Cultivos permanentes arbustivos 223. Cultivos permanentes arbóreos	224. Cultivos agroforestales 225. Cultivos confinados 241. Mosaico de cultivos 242. Mosaico de pastos y cultivos 243. Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales 244. Mosaico de pastos con espacios naturales 245. Mosaico de cultivos con espacios naturales 231. Pastos limpios 232. Pastos arbolados 233. Pastos enmalezados 315. Plantaciones forestales 333. Tierras desnudas y degradadas 334. Zonas quemadas 513. Canales 514. Cuerpos de agua artificiales 523. estanques para acuicultura marina	411. Zonas pantanosas 412. Turberas 413. Vegetación Acuática sobre cuerpos de agua 421. Pantanos costeros 422. Salitrales 423. Sedimentos expuestos en bajamar 511. Ríos 512. Lagunas, lagos y ciénagas naturales 521. Lagunas costeras 522. Mares y Océanos



Métrica R5

Cambio de coberturas antrópicas a áreas abiertas naturales

- **Definición:** es el cambio de las coberturas antrópicas a coberturas naturales de áreas abiertas sin o con poca vegetación (Tabla 34).
- **Interpretación:** este cambio se interpreta como el reemplazo de coberturas antrópicas por coberturas naturales no vegetales, como arenales, afloramientos rocosos o zonas glaciares o nivales. Puede ocurrir en áreas de bordes o islas de ríos, donde se observa una dinámica asociada al proceso fluvial, con
- **Limitaciones o restricciones:** las características de los insumos utilizados en la elaboración de los mapas de coberturas limitan la caracterización de este tipo de cambios, ya que suelen presentarse en ventanas de tiempo muy cortas que no permiten un registro adecuado.

Tabla 34. Proceso de cambio de coberturas antrópicas a áreas abiertas naturales

TIEMPO 1		TIEMPO 2
111. Tejido urbano continuo 112. Tejido urbano discontinuo 121. Zonas industriales o comerciales 122. Red vial, ferroviaria y terrenos asociados 123. Zonas portuarias 124. Aeropuertos 125. Obras hidráulicas 131. Zonas de extracción minera 132. Zona de disposición de residuos 141. Zonas verdes urbanas 142. Instalaciones recreativas 211. Otros cultivos transitorios 212. Cereales 213. Oleaginosas y leguminosas 214. Hortalizas 215. Tubérculos 221. Cultivos permanentes herbáceos 222. Cultivos permanentes arbustivos 223. Cultivos permanentes arbóreos	224. Cultivos agroforestales 225. Cultivos confinados 241. Mosaico de cultivos 242. Mosaico de pastos y cultivos 243. Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales 244. Mosaico de pastos con espacios naturales 245. Mosaico de cultivos con espacios naturales 231. Pastos limpios 232. Pastos arbolados 233. Pastos enmalezados 315. Plantaciones forestales 333. Tierras desnudas y degradadas 334. Zonas quemadas 513. Canales 514. Cuerpos de agua artificiales 523. estanques para acuicultura marina	331. Zonas arenosas naturales 332. Afloramientos rocosos 335. Zonas glaciares y nivales



Métricas AS y NS

Antrópico sin cambio y Natural sin cambio

- **Definición:** estas métricas incluyen las áreas que presentaron el mismo tipo de cobertura en el nivel 3 de la leyenda en ambos periodos de tiempo analizados. Comprende tanto las coberturas que permanecen inalteradas, que forman parte del indicador general de “natural estable” (Natural sin cambio), como las que se mantienen sin cambio dentro del indicador general de “antrópico estable” (Antrópico sin cambio).
- **Proceso de cambio:** N/A
- **Interpretación:** estas métricas se interpreta como las áreas que mantienen la misma cobertura durante el periodo de análisis, sin registrar cambios que podrían haber ocurrido a un nivel de leyenda más detallado.
- **Limitaciones o restricciones:** según la metodología de reinterpretación de coberturas y la escala de trabajo empleada, el área de cambio no captura transformaciones menores a 5 ha de superficie.

Matriz de métricas de cambio

Para el cálculo de las métricas de cambio se puede consultar la matriz de doble entrada con la misma configuración de la matriz de indicadores de cambio, en el anexo 1, donde el cuerpo de la matriz presenta clasificadas cada una de estas métricas (Tabla 35).

Tabla 35. Matriz de configuración de métricas de cambio

NATURAL ESTABLE	
	N1 Cambio de vegetación secundaria a bosque
	N2 Cambio de bosque fragmentado a bosque continuo
	N3 Cambio de bosque continuo a bosque fragmentado
	N4 Cambio de bosque a vegetación secundaria
	N5 Variación de superficies de agua y áreas húmedas
	N6 Otros cambios naturales estables
ANTRÓPICO ESTABLE	
	A1 Urbanización en coberturas agropecuarias
	A2 Rotación entre pastos y cultivos
	A3 Expansión de zonas de extracción minera en áreas de coberturas agropecuarias
	A4 Cambio de coberturas agropecuarias a suelos desnudos
	A5 Diversificación de coberturas agropecuarias
	A6 Homogenización de coberturas agropecuarias
	A7 Nuevas plantaciones forestales en áreas de coberturas agropecuarias
	A8 Cambio de coberturas antrópicas a coberturas de agua artificiales
	A9 Otros cambios antrópicos estables
TRANSFORMACIÓN	
	T1 Urbanización en coberturas naturales
	T2 Cambio de vegetación secundaria a coberturas agropecuarias
	T3 Cambio de coberturas naturales a coberturas agropecuarias
	T4 Cambio de coberturas naturales a pastos
	T5 Cambio de coberturas naturales a zonas de extracción minera
	T6 Cambio de coberturas naturales a suelos desnudos
	T7 Antropización de superficies de agua y áreas húmedas
	T8 Cambio de coberturas naturales a zonas quemadas
	T9 Conversión de coberturas naturales a coberturas de agua artificiales
RECUPERACIÓN	
	R1 Recuperación de vegetación secundaria
	R2 Recuperación de coberturas de herbazales
	R3 Recuperación de coberturas de bosques y arbustales
	R4 Cambio de coberturas antrópicas a cuerpos de agua naturales
	R5 Cambio de coberturas antrópicas a áreas abiertas naturales
	AS Antrópico sin cambio
	NS Natural sin cambio

ANÁLISIS DE CAMBIO DE
COBERTURAS DE LA TIERRA
ENTRE LOS AÑOS 2018 Y 2020
EN COLOMBIA



Capítulo 5

ANÁLISIS Y RESULTADOS





Este capítulo presenta un análisis detallado de los resultados obtenidos en el estudio de los cambios de las coberturas en Colombia entre 2018 y 2020. Inicialmente, se examinan las tasas de cambio de las diferentes coberturas a nivel 3 de la leyenda nacional y, posteriormente, se introducen y evalúan indicadores y métricas que exploran las dinámicas de cambio a través de diferentes unidades espaciales: nivel nacional, regiones naturales, departamentos y jurisdicciones de autoridades ambientales. Este análisis no solo resalta los patrones predominantes de transformación del paisaje, sino que también identifica las áreas de mayor y menor dinamismo en términos de cambios de cobertura.

CAMBIO DE COBERTURAS EN COLOMBIA

Este apartado se enfoca en la identificación y descripción de los cambios en la cobertura de la tierra a nivel nacional entre 2018 y 2020. El análisis aborda las transiciones entre diferentes tipos de cobertura, como áreas naturales, agropecuarias y urbanas. Además, se discuten las dinámicas asociadas a la expansión de ciertas coberturas y la reducción de otras, lo que permite una visión holística del impacto de las actividades humanas y los procesos naturales sobre el territorio colombiano.

Todos los resultados se presentan al nivel 3 de la leyenda nacional; sin embargo, las cifras para los niveles más detallados de cobertura interpretados en los mapas se incluyen como anexos.

Como resultado inicial del análisis de cambio, se obtiene que entre 2018 y 2020 se mantuvieron sin cambio un total de 107.457.869 ha (naturales y antrópicas), que corresponden al 94,54 % del territorio nacional, y se presentó algún tipo de cambio de cobertura en 6.203.745 ha, que corresponden al 5,46 % del país.

Tasa anual de cambio de coberturas en Colombia

A continuación, se presenta un análisis cuantitativo de la tasa anual de cambio de la superficie de coberturas en Colombia. Esta sección detalla los porcentajes de aumento o disminución de cada cobertura, identificando las coberturas con mayor dinamismo y aquellas con estabilidad relativa. Las tasas de cambio permiten comprender no solo la magnitud de las transformaciones, sino también la velocidad a la que ocurren, proporcionando información valiosa para la planificación y gestión del territorio.

Los valores calculados del indicador se presentan en una tabla de datos que incluye las siguientes columnas: a) código y nombre de la cobertura para los niveles 1, 2 y 3, conforme a la leyenda nacional de coberturas de la tierra Corine Land Cover adaptada para Colombia; b) superficie en hectáreas para cada uno de los años de comparación; c) tasa anual de cambio calculada de acuerdo con la fórmula presentada en el numeral 3.2.1 (Tabla 36).



Tabla 36. Tasa anual de cambio de coberturas en Colombia

CÓDIGO NIVEL 1	COBERTURA A NIVEL 1	CÓDIGO NIVEL 2	COBERTURA A NIVEL 2	CÓDIGO NIVEL 3	COBERTURA A NIVEL 3	SUPERFICIE (ha)		TASA ANUAL DE CAMBIO (%)
						2018 V2	2020	2018 A 2020
1	Territorios Artificializados	1.1	Zonas urbanizadas	 1.1.1.	Tejido urbano continuo	260.594	264.096	0,67
				 1.1.2.	Tejido urbano discontinuo	112.624	121.049	3,67
		1.2	Zonas industriales o comerciales y redes de comunicación	 1.2.1.	Zonas industriales o comerciales	38.478	41.729	4,14
				 1.2.2.	Red vial, ferroviaria y terrenos asociados	7.403	7.400	-0,02
				 1.2.3.	Zonas portuarias	1.079	1.079	0,00
				 1.2.4.	Aeropuertos	8.691	8.749	0,33
				 1.2.5.	Obras hidráulicas	991	1.002	0,58
		1.3	Zonas de extracción minera y escombrera	 1.3.1.	Zonas de extracción minera	164.073	181.928	5,30
				 1.3.2.	Zona de disposición de residuos	1.067	1.120	2,44
		1.4	Zonas verdes artificializadas, no agrícolas	 1.4.1.	Zonas verdes urbanas	7.174	7.178	0,03
				 1.4.2.	Instalaciones recreativas	28.953	32.412	5,80
2	Territorios Agrícolas	2.1	Cultivos transitorios	 2.1.1.	Otros cultivos transitorios	55.170	36.759	-18,37
				 2.1.2.	Cereales	491.842	675.432	17,19
				 2.1.3.	Oleaginosas y leguminosas	10.480	13.082	11,73
				 2.1.4.	Hortalizas	1.468	1.483	0,53
				 2.1.5.	Tubérculos	12.503	18.138	20,45
		2.2	Cultivos permanentes	 2.2.1.	Cultivos permanentes herbáceos	423.566	438.571	1,76
				 2.2.2.	Cultivos permanentes arbustivos	283.162	282.842	-0,06
				 2.2.3.	Cultivos permanentes arbóreos	679.055	718.553	2,87
				 2.2.4.	Cultivos agroforestales	1.374	1.517	5,08
				 2.2.5.	Cultivos confinados	9.233	11.811	13,10
		2.3	Pastos	 2.3.1.	Pastos limpios	13.321.308	13.497.090	0,66
				 2.3.2.	Pastos arbolados	445.104	452.773	0,86
				 2.3.3.	Pastos enmalezados	1.992.955	1.944.929	-1,21
		2.4	Áreas agrícolas heterogéneas	 2.4.1.	Mosaico de cultivos	287.769	312.260	4,17
				 2.4.2.	Mosaico de pastos y cultivos	3.082.632	3.184.392	1,64
				 2.4.3.	Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales	3.420.915	3.569.239	2,14



CÓDIGO NIVEL 1	COBERTURA A NIVEL 1	CÓDIGO NIVEL 2	COBERTURA A NIVEL 2	CÓDIGO NIVEL 3	COBERTURA A NIVEL 3	SUPERFICIE (ha)		TASA ANUAL DE CAMBIO (%)
						2018 V2	2020	2018 A 2020
2	Territorios Agrícolas	2.4	Áreas agrícolas heterogéneas	 2.4.4.	Mosaico de pastos con espacios naturales	4.069.269	4.598.920	6,31
				 2.4.5.	Mosaico de cultivos con espacios naturales	751.203	750.245	-0,06
3	Bosques y áreas seminaturales	3.1	Bosques	 3.1.1.	Bosque denso	52.538.284	52.068.556	-0,45
				 3.1.2.	Bosque abierto	135.526	122.869	-4,78
				 3.1.3.	Bosque fragmentado	1.958.550	2.035.248	1,94
				 3.1.4.	Bosque de galería y ripario	3.058.295	3.023.562	-0,57
				 3.1.5.	Plantación forestal	410.031	457.379	5,62
		3.2	Área con vegetación herbácea y/o arbustiva	 3.2.1.	Herbazal	13.544.011	13.226.377	-1,18
				 3.2.2.	Arbustal	2.404.894	2.323.800	-1,70
				 3.2.3.	Vegetación secundaria o en transición	6.175.871	5.800.726	-3,08
		3.3	Áreas abiertas, sin o con poca vegetación	 3.3.1.	Zonas arenosas naturales	94.933	85.773	-4,95
				 3.3.2.	Afloramientos rocosos	93.036	93.231	0,11
				 3.3.3.	Tierras desnudas y degradadas	329.092	315.226	-2,13
				 3.3.4.	Zonas quemadas	191.133	183.833	-1,93
				 3.3.5.	Zonas glaciares y nivales	5.509	5.227	-2,59
4	Áreas húmedas	4.1	Áreas húmedas continentales	 4.1.1.	Zonas Pantanosas	854.748	927.460	4,17
				 4.1.2.	Turberas	855	855	0,00
				 4.1.3.	Vegetación acuática sobre cuerpos de agua	69.950	48.818	-16,46
		4.2	Áreas húmedas costeras	 4.2.1.	Pantanos costeros	40.524	37.011	-4,43
				 4.2.2.	Salitral	8.815	7.849	-5,63
				 4.2.3.	Sedimentos expuestos en bajamar	1.060	1.017	-2,05
5	Superficies de agua	5.1	Aguas continentales	 5.1.1.	Ríos (50 m)	1.104.896	1.113.436	0,39
				 5.1.2.	Lagunas, lagos y ciénagas naturales	491.226	425.836	-6,89
				 5.1.3.	Canales	4.560	4.586	0,29
				 5.1.4.	Cuerpos de agua artificiales	61.212	62.667	1,18
		5.2	Aguas marítimas	 5.2.1.	Lagunas costeras	96.632	96.634	0,00
				 5.2.2.	Mares y océanos	14.430	14.483	0,18
				 5.2.3.	Estanques para acuicultura marina	3.406	3.378	-0,42
TOTAL						113.661.614	113.661.614	---

Fuente: Ideam, 2024



Se observa que los territorios artificializados en Colombia entre 2018 y 2020 muestran un crecimiento notable en áreas urbanas. El tejido urbano continuo y discontinuo aumentó ligeramente, reflejando un proceso de urbanización en expansión. Asimismo, las zonas industriales y comerciales experimentaron un incremento, al igual que las zonas de extracción minera, que presentaron un crecimiento significativo. Estos cambios indican un fortalecimiento de las actividades económicas vinculadas con la urbanización, la industria y la minería en el país durante este periodo.

En el caso de los territorios agrícolas, las áreas dedicadas a cultivos permanentes, tanto herbáceos como arbustivos y arbóreos, mostraron un leve incremento, especialmente en los cultivos arbóreos, lo que sugiere una tendencia hacia la consolidación de la agricultura a largo plazo. En contraste, los cultivos transitorios experimentaron una notable reducción, lo que podría indicar un cambio en las prácticas agrícolas hacia cultivos más estables y menos dependientes de ciclos cortos, o la implementación de pastos para ganadería. En cuanto a los pastos, se observa estabilidad en las áreas de pasto limpio y un leve aumento en los pastos arbolados, mientras que los pastos enmalezados disminuyeron ligeramente, lo que podría reflejar un manejo más controlado de estas áreas. Por último, los mosaicos agrícolas muestran incrementos en las áreas de mosaico de pastos y cultivos, y en el mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales, lo que podría sugerir una diversificación en el uso de la tierra, integrando de manera más equilibrada actividades agrícolas y áreas naturales.

De acuerdo con los datos, los bosques han experimentado cambios significativos que reflejan tanto pérdidas como transformaciones. En el caso de los bosques densos, se observa una leve reducción en su superficie, lo que indica procesos de deforestación o cambio de uso del suelo hacia otros fines. Contrariamente, el bosque fragmen-

tado ha visto un incremento, lo que podría sugerir que algunas áreas anteriormente continuas de esta cobertura han sido perturbadas, resultando en una fragmentación del paisaje forestal.

Por otro lado, las áreas con vegetación herbácea y/o arbustiva, como los herbazales y arbustales, también disminuyeron, lo que podría estar relacionado con cambios en las prácticas de manejo de la tierra, intervenciones antrópicas o procesos naturales de sucesión ecológica. La vegetación secundaria o en transición también disminuyó, lo que podría indicar una reducción en la regeneración natural o un avance hacia otros tipos de cobertura más estables, tanto de tipo natural como antrópico.

En cuanto a las áreas abiertas sin o con poca vegetación, como las tierras desnudas y degradadas y las zonas quemadas, estas presentan una leve reducción en su superficie, lo que podría estar asociado con esfuerzos de restauración o con la recuperación natural de estos espacios. Sin embargo, la persistencia de estas áreas indica que continúan existiendo desafíos en su gestión.

Las áreas húmedas han mostrado cambios importantes en sus diferentes subcategorías. Las zonas pantanosas continentales han incrementado su superficie, lo que podría estar relacionado con cambios en los patrones de precipitación o con la expansión de áreas inundadas. Sin embargo, se observa una disminución en la superficie de pantanos costeros y salitrales, lo que podría reflejar alteraciones en las dinámicas costeras, como el retroceso de áreas salinas o la pérdida de humedales costeros. Además, la vegetación acuática sobre cuerpos de agua ha disminuido notablemente, lo que sugiere una posible reducción en la disponibilidad de hábitats acuáticos, cambios en la calidad del agua o acciones de control que afectan estas comunidades vegetales.



Por último, entre 2018 y 2020 las superficies de agua en Colombia han experimentado cambios variados en sus distintas categorías. Los ríos han aumentado en superficie, lo que podría estar relacionado con variaciones en el régimen hidrológico del país, mientras que las lagunas, lagos y ciénagas naturales han disminuido su extensión, posiblemente por desecación, cambios climáticos o actividades humanas que impactan estas fuentes de agua. Por otro lado, los cuerpos de agua artificiales han registrado un ligero aumento, lo que podría reflejar un incremento en la construcción de embalses o estanques artificiales para diversas actividades económicas, como la agricultura o la acuicultura. Las aguas marítimas y sus subcategorías, como las lagunas costeras y los mares y océanos, se han mantenido relativamente estables en su superficie. Estos cambios en las superficies de agua destacan la importancia de la gestión y conservación de los recursos hídricos para garantizar su sostenibilidad a largo plazo.

Indicadores de cambio de coberturas en Colombia

Con el fin de analizar las dinámicas de cambio en las coberturas de la tierra, se calcularon los indicadores y las métricas establecidas y diseñadas para el contexto nacional. Estos indicadores y métricas sintetizan información compleja y permiten una evaluación más precisa del impacto de los procesos de cambio. Esta sección analiza los valores obtenidos para cada indicador, discutiendo su relevancia en el contexto colombiano y su utilidad para la toma de decisiones en políticas de ordenamiento territorial y conservación.

Para calcular el indicador general de cambio, primero se analizarán las capas de cobertura de la tierra correspondientes a los años 2018 y 2020 por separado, cuantificando la proporción de coberturas naturales y antrópicas que presentó cada una (Tabla 37).

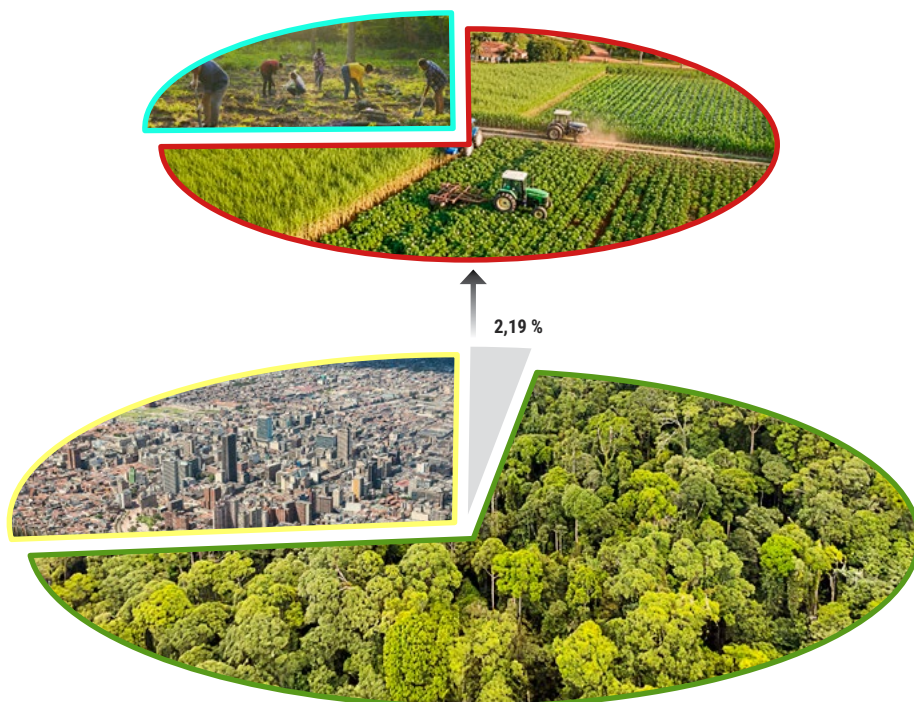
TIPO DE COBERTURAS	2018	2020	DIFERENCIA
Naturales	82.692.110	81.458.766	-1.233.344
Antrópicas	30.969.505	32.202.848	1.233.344

Las coberturas naturales disminuyeron y las antrópicas se incrementaron en 1.233.344 ha, pasando de 72,75 % en 2018 a 71,66 % en 2020 en el caso de las naturales, y de 27,24 % a 28,33 % en las coberturas antrópicas.

Luego, se identificaron y clasificaron las áreas en cada uno de los indicadores: transformación, recuperación, natural estable y antrópico estable. Este análisis permite cuantificar la superficie de cada categoría y evaluar los patrones de cambio y estabilidad en la cobertura de la tierra.

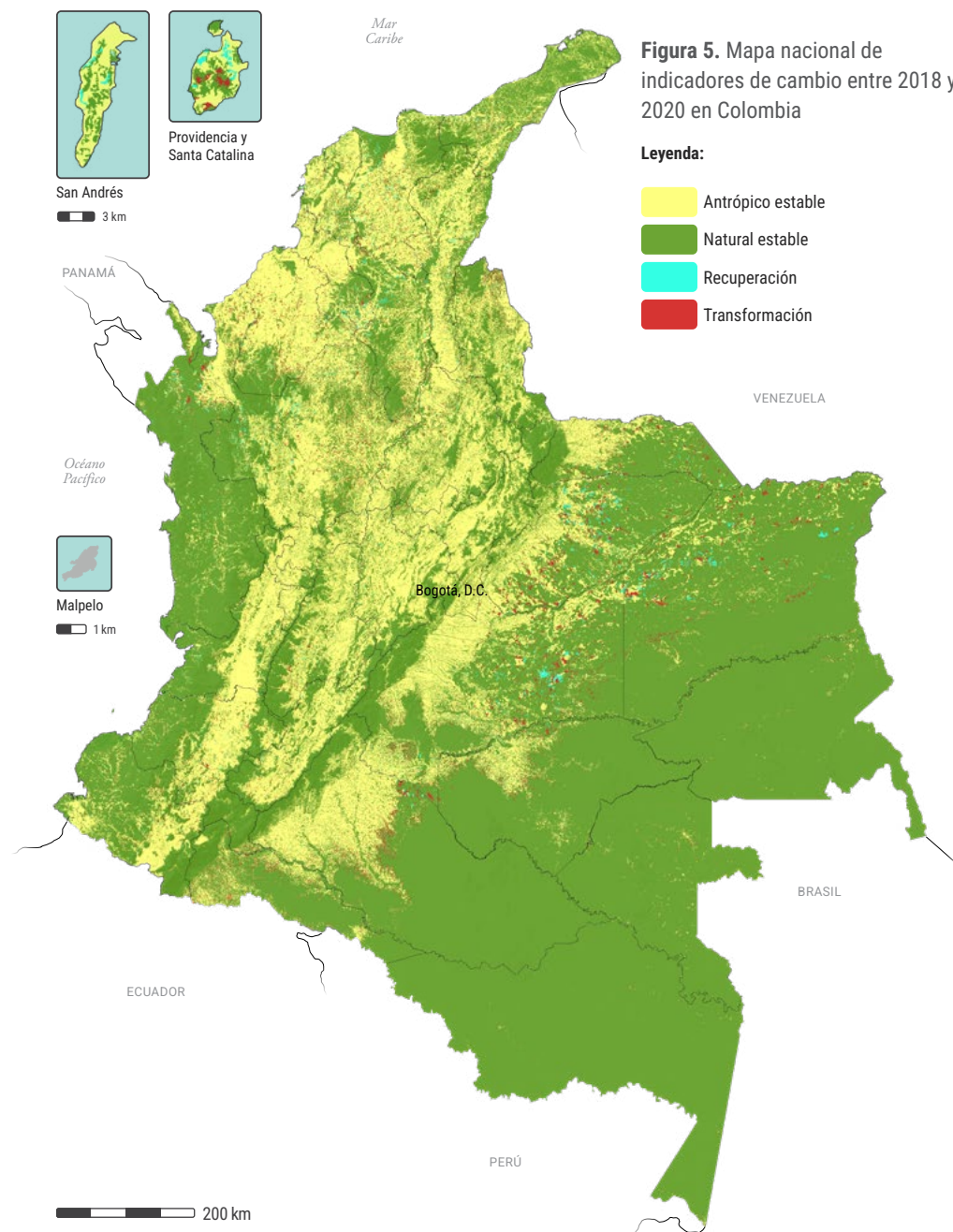
Al realizar el cálculo del indicador de cambio general, que corresponde a todas las coberturas presentes en el país, se obtienen los datos registrados en la Figura 4. Indicadores generales de cambio para Colombia entre 2018 y 2020.

Tabla 37. Naturalidad de las coberturas para 2018 y 2020

Figura 4. Indicadores generales de cambio para Colombia entre 2018 y 2020

Donde se observa que, entre 2018 y 2020, se mantuvieron 80.831.244 ha de coberturas naturales estables, que corresponden al 71,12 % del país; 30.341.983 ha de coberturas antrópicas estables, que representan el 26,70 %, y un 2,19 % del territorio presentó dinámica de cambio entre natural y antrópica, y viceversa, distribuidas en 1.860.865 ha que se transformaron (1,64 %) y 627.522 ha que se recuperaron (0,55 % del país).

En la Figura 5 se presenta el mapa con la localización de los indicadores de cambio a nivel nacional.





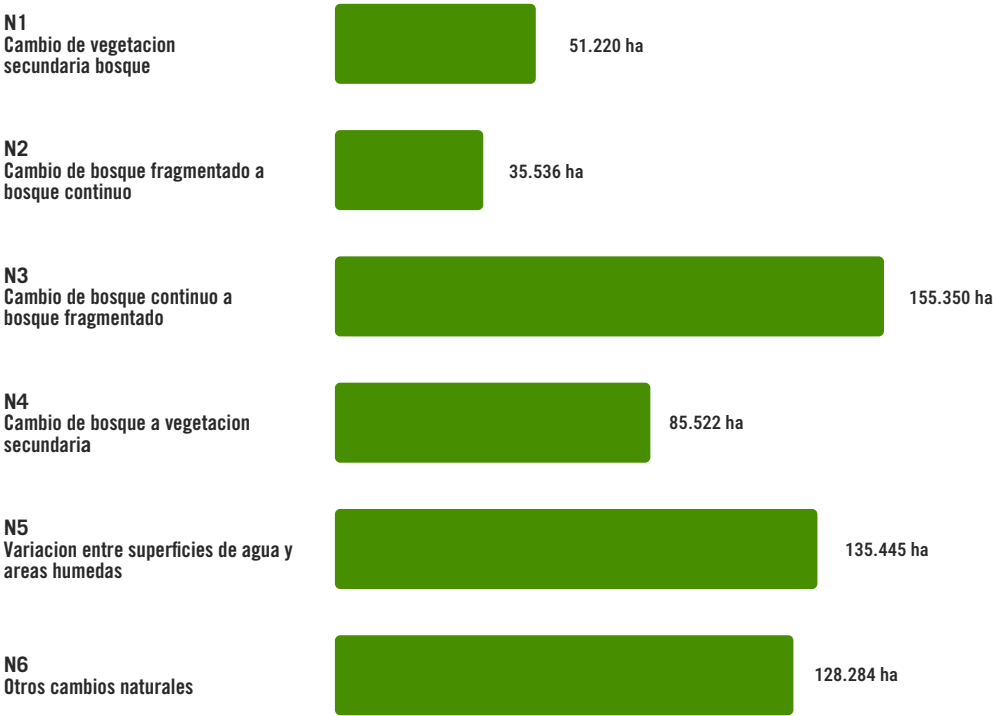
Ahora bien, con el fin de caracterizar cada uno de estos indicadores generales, a continuación se muestran los resultados de las métricas de cambio.

Métricas del indicador natural estable

Como parte del indicador de coberturas naturales estables, se observa que 80.239.887 ha, que corresponden al 99,27 % de este indicador, mantuvieron el mismo tipo de cobertura a nivel 3 de leyenda y se catalogaron dentro de la métrica Natural sin cambio. Al analizar las variaciones, se encuentra que el cambio de bosque continuo a bosque fragmentado ocurrió en 155.350 ha (0,19 % del indicador), lo que indica una señal de intervención incipiente en el bosque natural. La variación entre superficies de agua y áreas húmedas se presentó en 135.445 ha (0,17 %), obedeciendo principalmente a dinámicas naturales.

Otros cambios naturales se registraron en 128.284 ha (0,16 % del indicador). En la Figura 6 se presenta la proporción de las diferentes métricas de cambio correspondientes al indicador de natural estable (la gráfica no incluye la métrica Natural sin cambio).

Figura 6. Gráfica de métricas de cambio del indicador de natural estable



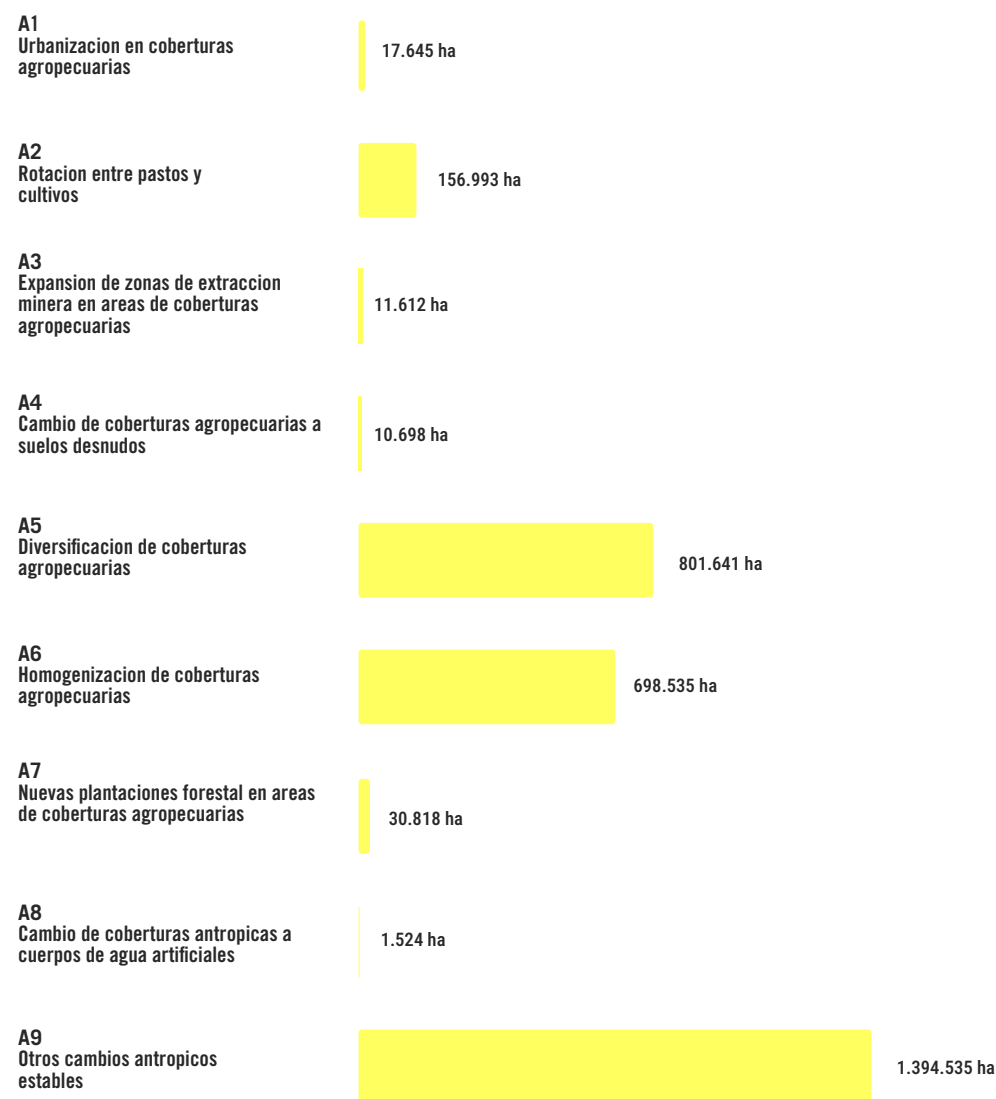
Métricas de antrópico estable

Dentro del indicador de antrópico estable, se observa que 27.217.982 ha, que corresponden al 89,70 % del indicador, no presentaron cambio a nivel 3 de la leyenda, es decir, mantuvieron exactamente el mismo tipo de cobertura antrópica entre 2018 y 2020 (métrica Antrópico sin cambio). Asimismo, en 1.394.535 ha (4,60 % del indicador) se registraron otros cambios antrópicos estables, correspondientes a variaciones entre coberturas muy similares, como diferentes tipos de pastos o de mosaicos. También se presentaron 801.641 ha en diversificación de coberturas agropecuarias, lo que indica el reemplazo de coberturas productivas puras por coberturas mixtas y, por tanto, una disminución en la intensidad de uso del suelo en estas áreas durante el periodo analizado; de estas, 43.689 ha provienen de coberturas de cultivos y 757.952 ha de diferentes tipos de pastos. En la Figura 7 se presenta la proporción de las diferentes métricas de cambio correspondientes al indicador de antrópico estable (la gráfica no incluye la métrica Antrópico sin cambio).

Por otro lado, se observa una homogenización de coberturas agropecuarias en 698.535 ha, que corresponden al 2,30 % del indicador y evidencian procesos de intensificación del uso del suelo; de estas, 588.947 ha pasaron de mosaicos a pastos y las restantes 109.588 ha cambiaron de mosaicos a cultivos puros. Se registraron 156.993 ha de rotación entre pastos y cultivos, equivalentes al 0,52 % del indicador, y 11.612 ha de zonas de extracción minera en áreas anteriormente cubiertas por coberturas agropecuarias, principalmente pastos y mosaicos de pastos con espacios naturales, que representan el 0,04 %.

Las nuevas plantaciones forestales en áreas de coberturas agropecuarias se establecieron principalmente en pastos, con 18.290 ha de las 30.818 ha totales reportadas en esta métrica. En cuanto a la urbanización en coberturas agropecuarias, la cobertura mayormente urbanizada fue la de pastos, con 7.016 ha de las 17.645 ha totales. De forma similar, el cambio de coberturas agropecuarias a suelos desnudos ocurrió principalmente en pastos, con 8.957 ha de las 10.698 ha.

Figura 7. Gráfica de métricas de cambio del indicador antrópico estable





Métricas de recuperación

Este indicador se caracteriza por el tipo de cobertura natural que ha revertido los procesos antrópicos, presentando en mayor proporción la recuperación de vegetación secundaria en 323.604 ha, que corresponden al 51,57 % del indicador, lo cual resulta lógico si se considera que el periodo de análisis no permite alcanzar procesos sucesionales más completos.

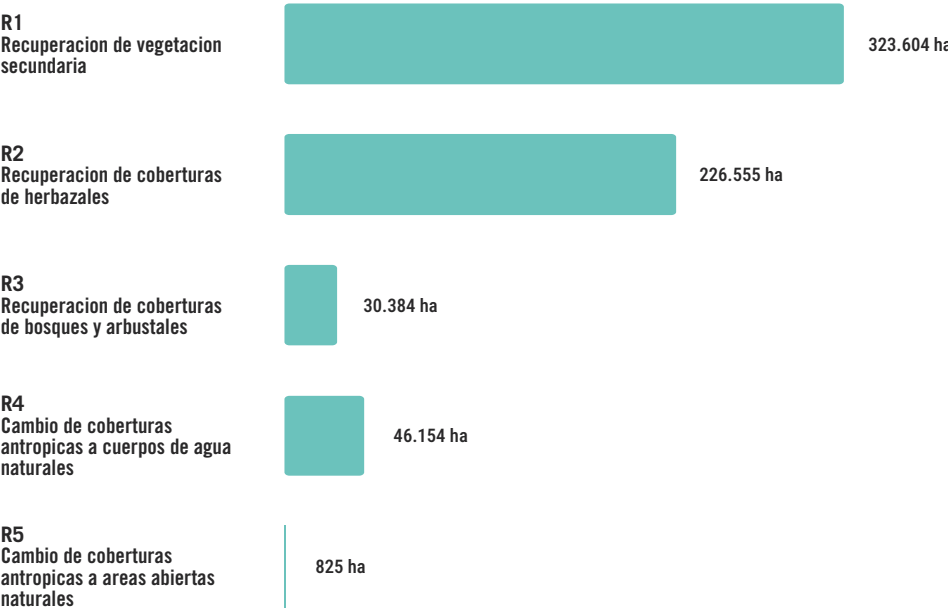
En la Figura 8 se muestra la proporción de las diferentes métricas de cambio que corresponden al indicador de recuperación.

En segundo lugar, se encuentra la recuperación de coberturas de herbazales en 226.555 ha, que corresponden al 36,10 % del indicador, dado que esta cobertura natural tiene tiempos de recuperación muy cortos en comparación con otros tipos de coberturas naturales; esta recuperación proviene principalmente de pastos en 109.805 ha y de zonas quemadas en 94.102 ha.

Luego, se presenta el cambio de coberturas antrópicas a cuerpos de agua naturales, que ocurrió en 46.154 ha, equivalente al 7,36 % del total del indicador, y que puede obedecer a dinámicas hídricas frecuentes o a inundaciones; la principal cobertura antrópica que sufrió este cambio corresponde a pastos con 25.986 ha y a mosaicos con 18.354 ha.

Posteriormente, se observa la recuperación de coberturas de bosques y arbustales en 30.384 ha, que representan el 4,84 % del total del indicador y se localizan en regiones donde las condiciones ecosistémicas favorecen la capacidad de regeneración de estas coberturas en corto tiempo; esta recuperación proviene en su mayoría de mosaicos que contienen espacios naturales, con 27.775 ha.

Figura 8. Gráfica de las métricas de cambio del indicador de recuperación





Métricas de transformación

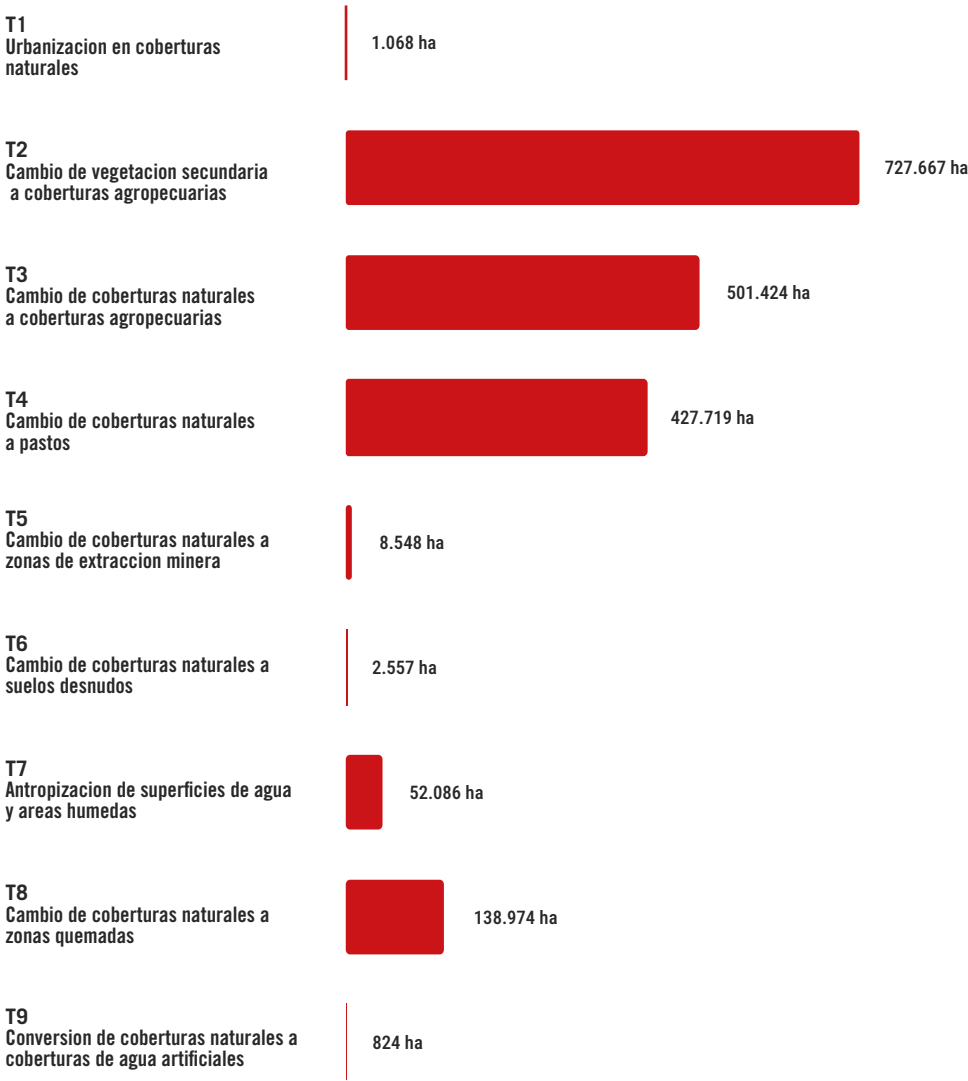
El cambio de vegetación secundaria a coberturas agropecuarias es la métrica que presentó mayor área, con 727.667 ha, equivalentes al 39,10 % del indicador. Esto puede deberse a prácticas de descanso y uso de la tierra o al retorno a la productividad de zonas que estaban en abandono. Las coberturas antrópicas que reemplazaron en su mayoría la vegetación secundaria fueron los mosaicos con espacios naturales, con 513.094 ha, y los pastos, con 179.280 ha. En la Figura 9 se muestra la proporción de las diferentes métricas de cambio que corresponden al indicador de transformación.

Con 501.424 ha, que corresponden al 26,95 % del indicador, se encuentra en segundo lugar la transformación de coberturas naturales por coberturas agropecuarias, con pérdida de bosques continuos en 193.066 ha, bosques fragmentados en 72.896 ha, herbazales en 183.917 ha y arbustales en 48.907 ha, todos reemplazados por coberturas de cultivos o diferentes tipos de mosaicos.

El cambio de coberturas naturales a pastos ocurrió en 427.719 ha, equivalentes al 22,98 %, con pérdida de bosques continuos en 122.873 ha, bosques fragmentados en 16.871 ha, herbazales en 254.914 ha y arbustales en 32.487 ha, todos reemplazados por diferentes tipos de pastos. El cambio de coberturas naturales a zonas quemadas se registró en 138.974 ha, que corresponden al 7,47 %, afectando principalmente herbazales en 116.715 ha, bosques continuos en 18.064 ha y vegetación secundaria en 3.012 ha.

Por último, el cambio de coberturas naturales a causa de zonas de extracción minera se presentó en 8.548 ha, que no superan el 0,46 % de la transformación ocurrida en Colombia, afectando principalmente bosques continuos en 3.669 ha, vegetación secundaria en 1.896 ha, zonas húmedas en 1.047 ha y arbustales en 888 ha.

Figura 9. Gráfica de métricas de cambio del indicador de transformación

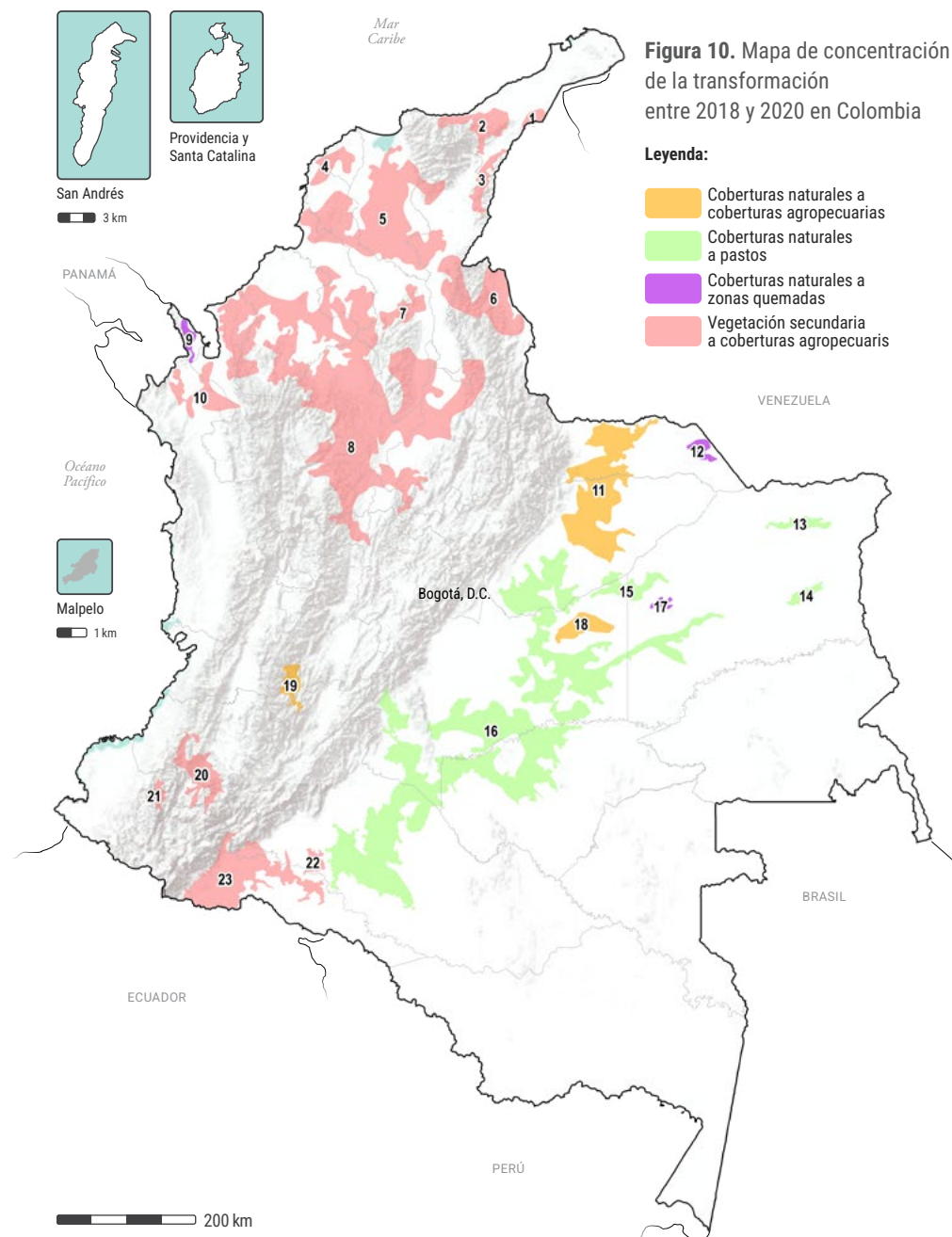


Áreas de concentración de la transformación en Colombia entre 2018 y 2020

Como se observa, entre el periodo de cambio 2018-2020, el país experimentó transformaciones significativas en sus coberturas naturales, impulsadas por factores de origen natural y antrópico. Identificar y analizar las áreas de concentración de estos cambios resulta fundamental para comprender la dinámica territorial y los efectos de la actividad humana en distintos ecosistemas. A partir de la distribución de los polígonos de transformación y de un análisis geográfico que considera sus dimensiones y la distancia entre ellos, se identificaron 23 áreas de concentración de transformación de coberturas naturales en el país. Estas fueron clasificadas según la métrica de cambio predominante, como se muestra en la Figura 10.

De las 23 áreas de concentración, en 13 predomina el cambio de vegetación secundaria a coberturas agropecuarias, observado principalmente en las regiones Andina y Caribe. En 4 áreas de concentración predomina el cambio de coberturas naturales a pastos, ubicadas en su mayoría en la zona del arco amazónico de deforestación y en el Piedemonte Llanero. En 3 áreas predomina el cambio de coberturas naturales a coberturas agropecuarias, localizadas en los Llanos Orientales, en los departamentos de Arauca, Casanare y Meta, y en el departamento de Tolima. Por último, se identificaron 3 áreas de concentración donde predomina el cambio de coberturas naturales a zonas quemadas: una en la zona norte del departamento de Chocó y dos en la región Orinoquía, en los departamentos de Arauca y Vichada.

En cuanto a la superficie, los cambios más extensos fueron de vegetación secundaria a coberturas agropecuarias, con 10,68 millones de hectáreas (casi el 59 % del total). La conversión de coberturas naturales a pastos ocupa el segundo lugar, con 5,74 millones de hectáreas (aproximadamente 31,5 %), seguida de la transformación de coberturas naturales a agropecuarias, con 1,63 millones de hectáreas (alrededor del 9 %). Las áreas afectadas por incendios representan la menor proporción, con 181.864 ha (1 %). En conjunto, estas transformaciones suman 18,23 millones de hectáreas.

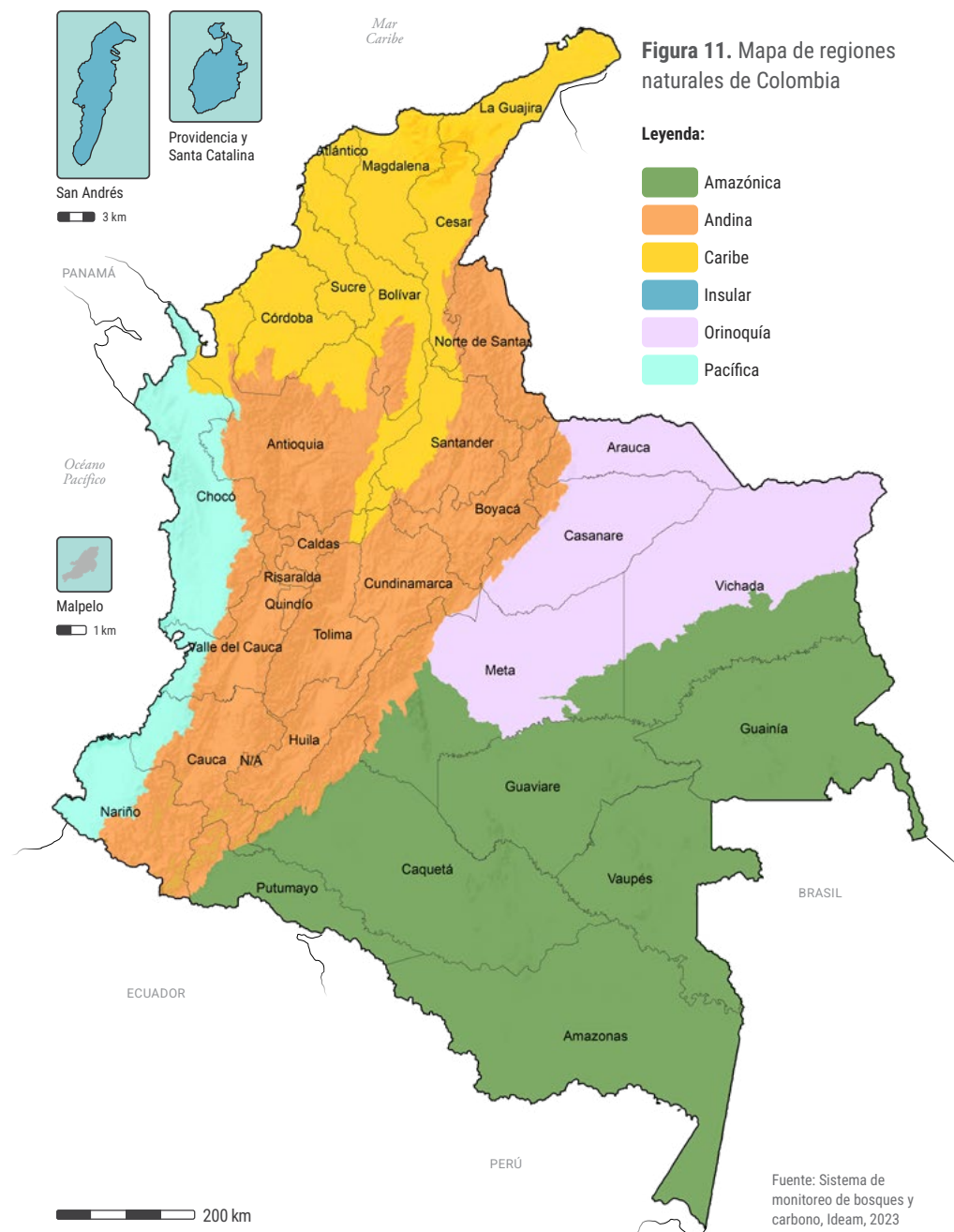


ANÁLISIS DEL CAMBIO DE COBERTURAS POR REGIONES NATURALES

Las regiones naturales de Colombia constituyen áreas con características homogéneas en cuanto a condiciones de relieve, clima, geología, geomorfología y suelos, que, junto con las actividades que realizan los pobladores en un paisaje visible, son moldeadas por los grupos humanos y, a su vez, influidas por el ambiente (Instituto Geográfico Agustín Codazzi, 2012). El territorio colombiano se divide en seis regiones: Caribe, Insular, Pacífica, Andina, Orinoquía y Amazonía.

A continuación, se desglosan los resultados del análisis de cambio de coberturas según las diferentes regiones naturales de Colombia. Se exploran las particularidades de cada región en términos de las dinámicas de cambio observadas, destacando los procesos que han influido en la transformación del paisaje en cada una y reconociendo sus implicaciones en la conservación de la biodiversidad y la sostenibilidad de los recursos naturales.

En la Figura 11 se presentan las regiones naturales de Colombia con sus departamentos.



Región Amazónica

Esta región presentó un bajo nivel de cambio en sus coberturas, tanto naturales como antrópicas, en comparación con las demás regiones del país.

A partir de la Figura 12 se analiza el comportamiento de las coberturas a nivel 1 de la leyenda, donde se observa una disminución en el área de bosques y áreas seminaturales, del 91,15 % al 90,25 %; un aumento en los territorios agrícolas, del 7,79 % al 8,66 %, y en las superficies de agua, del 0,98 % al 1 %, así como estabilidad en las áreas húmedas y en los territorios artificializados.

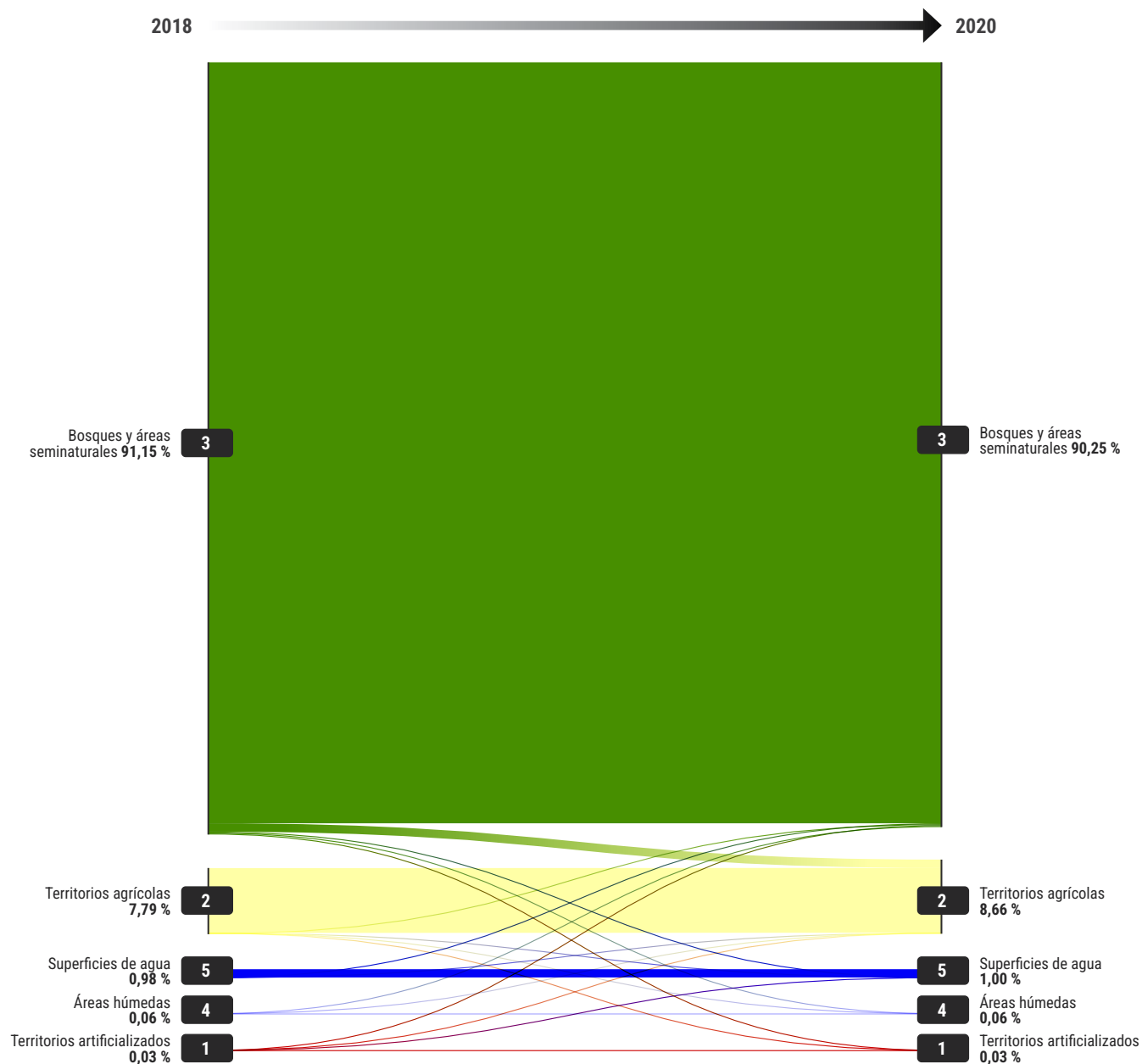


Figura 12. Gráfica de cambio de coberturas nivel 1 para la región Amazónica entre 2018 y 2020



La región Amazónica se caracteriza por su alto porcentaje de bosque natural que, en el análisis de cambio, sigue siendo mayormente natural. Presenta mínimas tasas de recuperación y transformación, lo que refleja su baja intervención humana en términos porcentuales; sin embargo, el área de transformación alcanzó 427.991 ha entre 2018 y 2020.

En la Figura 13 se presenta la distribución de los indicadores generales al interior de la región Amazónica y en la Figura 14 se observa la proporción de cada indicador.

Figura 13. Mapa de indicadores generales de cambio entre 2018 y 2020 en la región Amazónica

Legenda:

-  Antrópico estable
-  Natural estable
-  Recuperación
-  Transformación

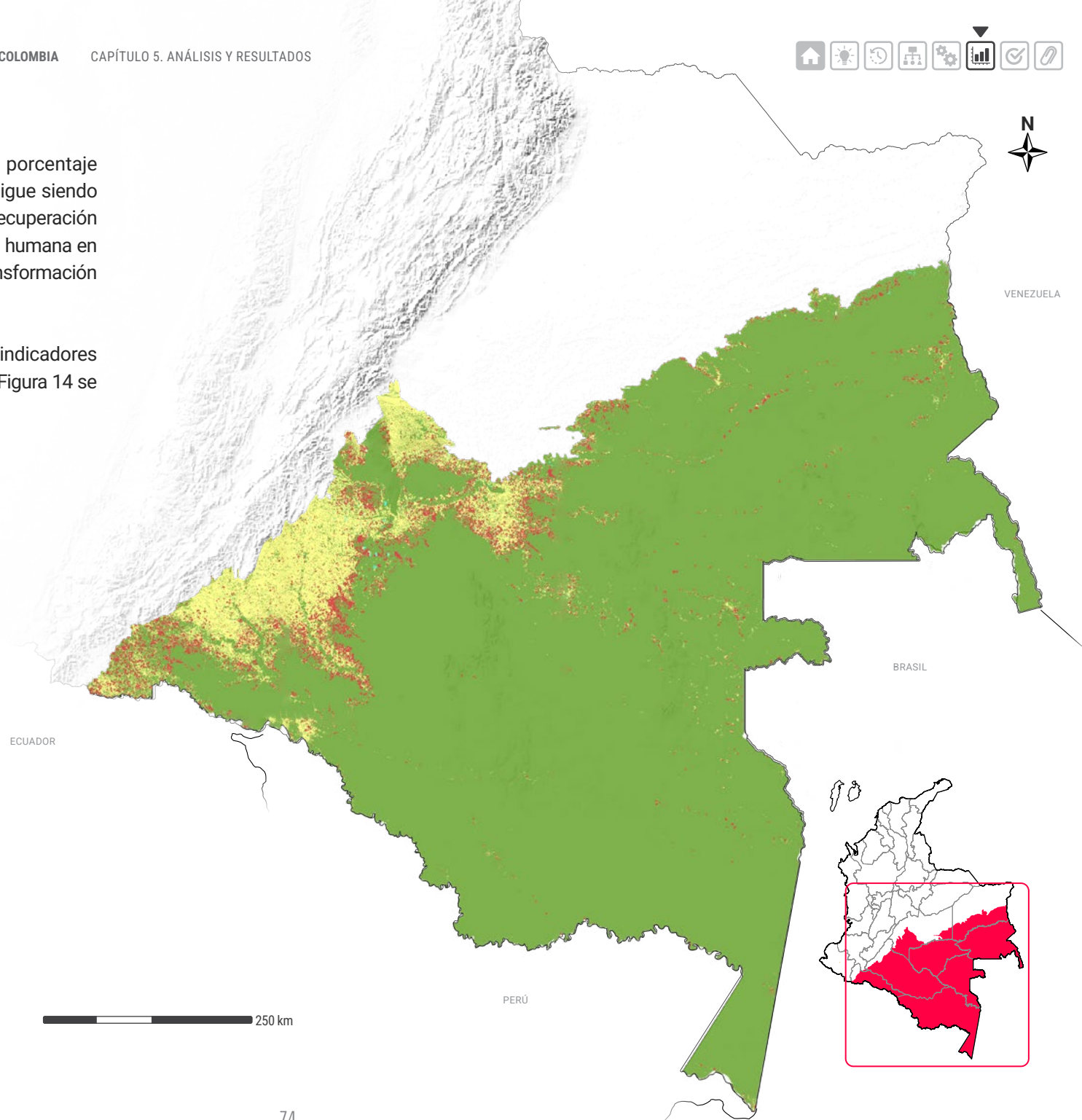
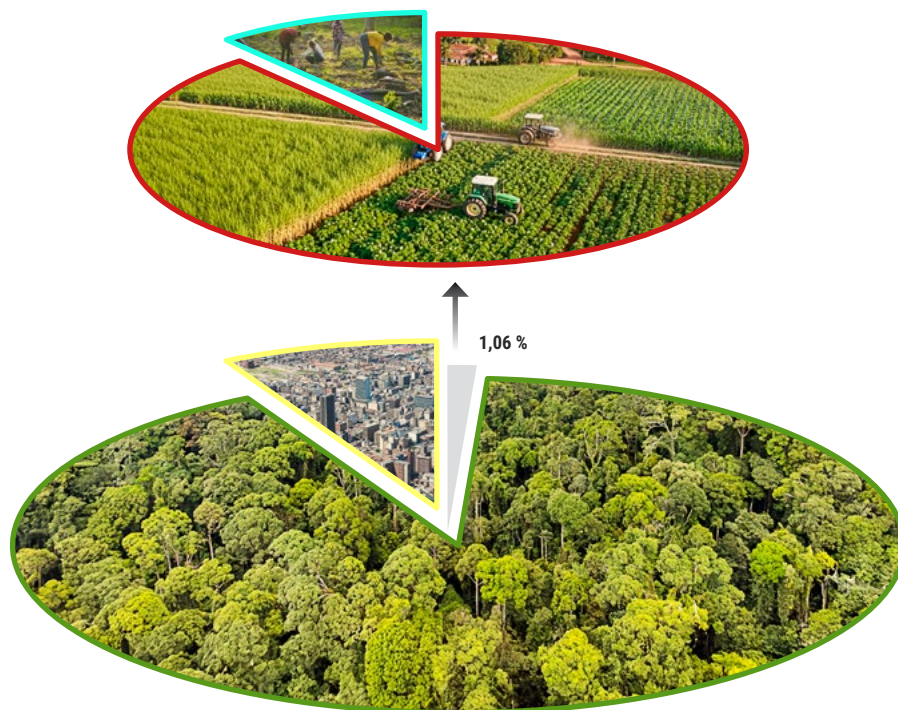
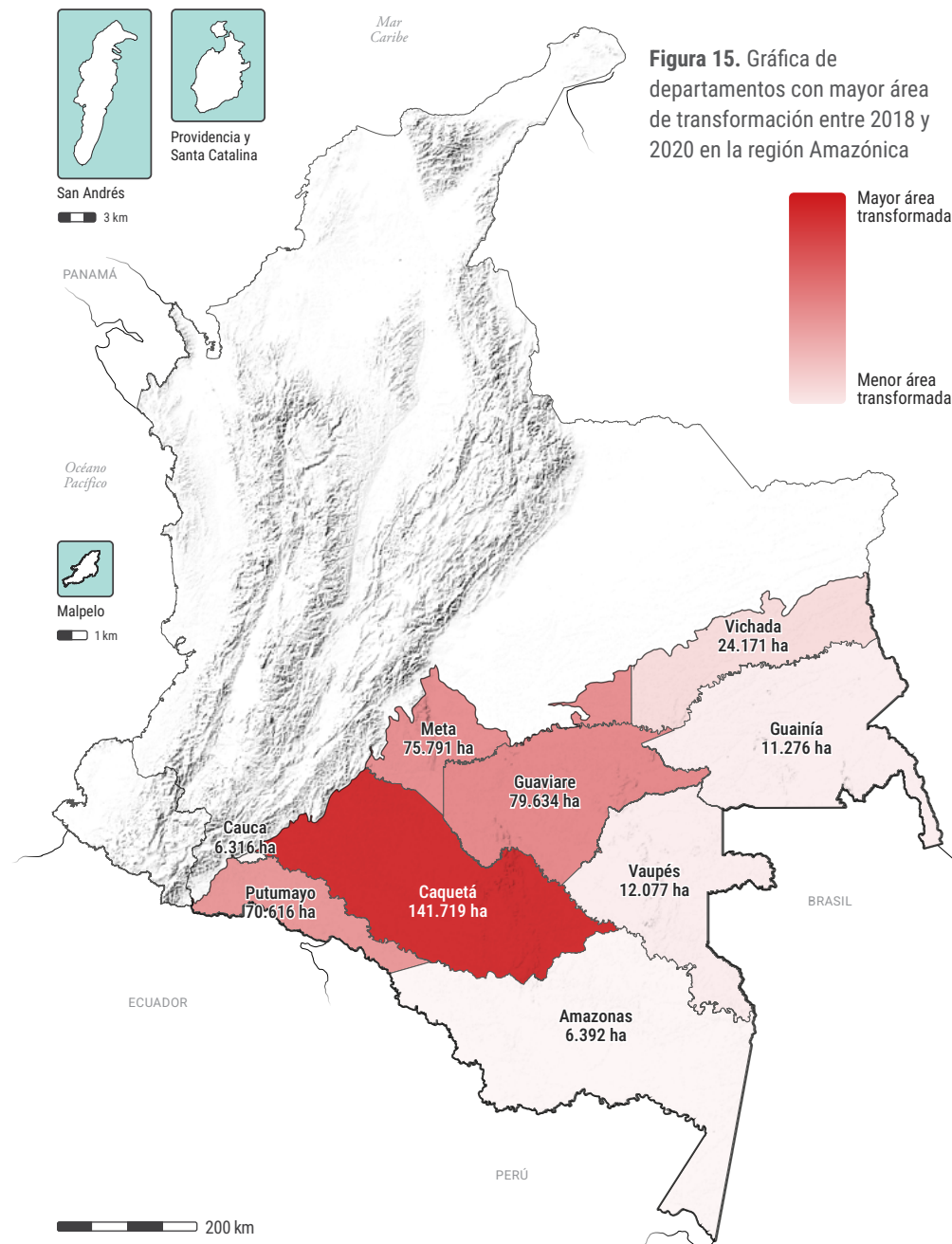


Figura 14. Gráfica de indicadores generales de cambio en la región Amazónica entre 2018 y 2020

La transformación observada en la región natural de la Amazonía se localiza principalmente en el arco amazónico de deforestación. El departamento de Caquetá presenta el mayor nivel de transformación con el 33 %, seguido por Guaviare, Meta y Putumayo, que en conjunto representan el 86 % de la transformación (Figura 15).

Figura 15. Gráfica de departamentos con mayor área de transformación entre 2018 y 2020 en la región Amazónica

A continuación, en la Tabla 38 se presentan las estadísticas de área y porcentaje de las métricas de cambio que caracterizan los indicadores generales, con métricas detalladas para la región Amazónica.

Tabla 38. Métricas de cambio entre 2018 y 2020 en la región Amazónica

INDICADOR	MÉTRICAS DE CAMBIO	ÁREA (ha)	ÁREA (%)
Antrópico estable	Cambio de coberturas agropecuarias a suelos desnudos	267,00	0,01
	Cambio de coberturas antrópicas a cuerpos de agua artificiales	10,00	0,00
	Diversificación de coberturas agropecuarias	150.008,00	4,20
	Expansión de zonas de extracción minera en áreas de coberturas agropecuarias	7,00	0,00
	Homogenización de coberturas agropecuarias	79.243,00	2,22
	Nuevas plantaciones forestal en áreas de coberturas agropecuarias	-	-
	Otros cambios antrópicos estables	234.622,00	6,57
	Rotación entre pastos y cultivos	3.303,00	0,09
	Antrópico sin cambio	3.103.369,00	86,89
	Urbanización en coberturas agropecuarias	834,00	0,02
	Total antrópico estable	3.571.662,00	7,83
Natural Estable	Cambio de bosque a vegetación secundaria	43.065,00	0,10
	Cambio de bosque continuo a bosque fragmentado	82.061,00	0,20
	Cambio de bosque fragmentado a bosque continuo	2.271,00	0,01
	Cambio de vegetación secundaria bosque	14.977,00	0,04
	Otros cambios naturales	17.539,00	0,04
	Natural sin cambio	41.377.407,00	99,62
	Variación entre superficies de agua y áreas húmedas	-	-
	Total natural estable	41.537.320,00	91,11
Recuperación	Cambio de coberturas antrópicas a áreas abiertas naturales	49,00	0,09
	Cambio de coberturas antrópicas a cuerpos de agua naturales	1.281,00	2,39
	Recuperación de coberturas de bosques y arbustales	8.124,00	15,18
	Recuperación de coberturas de herbazales	13.204,00	24,67
	Recuperación de vegetación secundaria	30.861,00	57,66
	Total recuperación	53.520,00	0,12

INDICADOR	MÉTRICAS DE CAMBIO	ÁREA (ha)	ÁREA (%)
Transformación	Antropización de superficies de agua y áreas húmedas	256,00	0,06
	Cambio de coberturas naturales a coberturas agropecuarias	119.040,00	27,81
	Cambio de coberturas naturales a pastos	124.532,00	29,10
	Cambio de coberturas naturales a suelos desnudos	101,00	0,02
	Cambio de coberturas naturales a zonas de extracción minera	7,00	0,00
	Cambio de coberturas naturales a zonas quemadas	24.730,00	5,78
	Cambio de vegetación secundaria a coberturas agropecuarias	159.248,00	37,21
	Conversión de coberturas naturales a coberturas de agua artificiales	-	-
	Urbanización en coberturas naturales	77,00	0,02
	Total transformación	427.991,00	0,94
Total general		45.590.493,00	100,00

A partir de las métricas de cambio se pueden resaltar los siguientes aspectos:

- La estabilidad de las áreas antropogénicas es alta, y una parte significativa no ha presentado cambios relevantes; sin embargo, se observa diversificación y homogenización de coberturas agropecuarias debido a las dinámicas de ocupación de la tierra, que suelen alternarse con periodos de descanso productivo.
- La mayor parte de las áreas naturales permanece estable, aunque se registran pequeños indicios de fragmentación y degradación hacia vegetación secundaria.
- La recuperación es mínima, pero la mayor parte de la regeneración corresponde a vegetación secundaria y herbazales, debido a los cortos tiempos de desarrollo de estas coberturas.
- Aunque las transformaciones son pequeñas en términos porcentuales, se está perdiendo cobertura natural en favor de pastizales y coberturas agropecuarias provenientes de bosques y vegetación secundaria en alto porcentaje, ubicadas principalmente en los municipios de San Vicente del Caguán, Cartagena del Chairá, San José del Guaviare y Cumaribo.

Región Andina

A partir de la Figura 16 se observa que, en esta región, a nivel 1 de la leyenda disminuyen los bosques y áreas seminaturales; las áreas húmedas y las superficies de agua permanecen relativamente estables, mientras que las áreas de territorios agrícolas y los territorios artificializados aumentan.

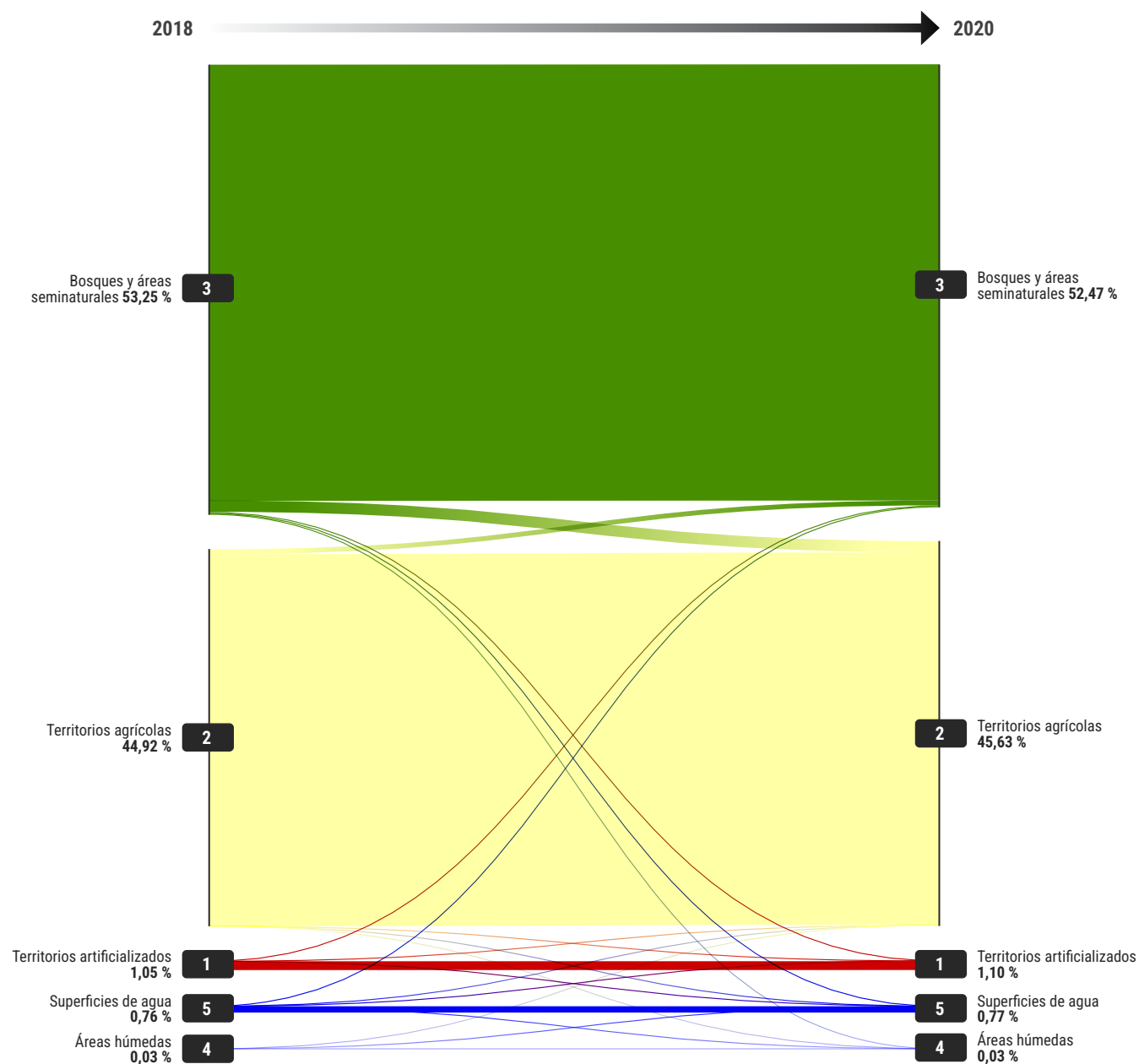


Figura 16. Gráfica de cambio de coberturas nivel 1 región Andina entre 2018 y 2020



Indicadores de cambio de la región Andina

La región Andina presenta una intervención humana significativa, con casi la mitad de su superficie conformada por áreas antrópicas estables y una transformación moderada, originada en su mayoría por la configuración de mosaicos de pastos con espacios naturales y mosaicos de pastos, cultivos y espacios naturales que reemplazan vegetación secundaria. Esto evidencia que las dinámicas de uso se desarrollan a pequeña escala. La recuperación de coberturas naturales en la región corresponde principalmente a vegetación secundaria alta y baja.

En la Figura 17 se presenta la distribución de los indicadores generales al interior de la región Andina y en la Figura 18 se indica la proporción de cada indicador.

Figura 17. Mapa de indicadores generales Región Andina entre 2018 y 2020

Legenda:

- Antrópico estable
- Natural estable
- Recuperación
- Transformación

220 km

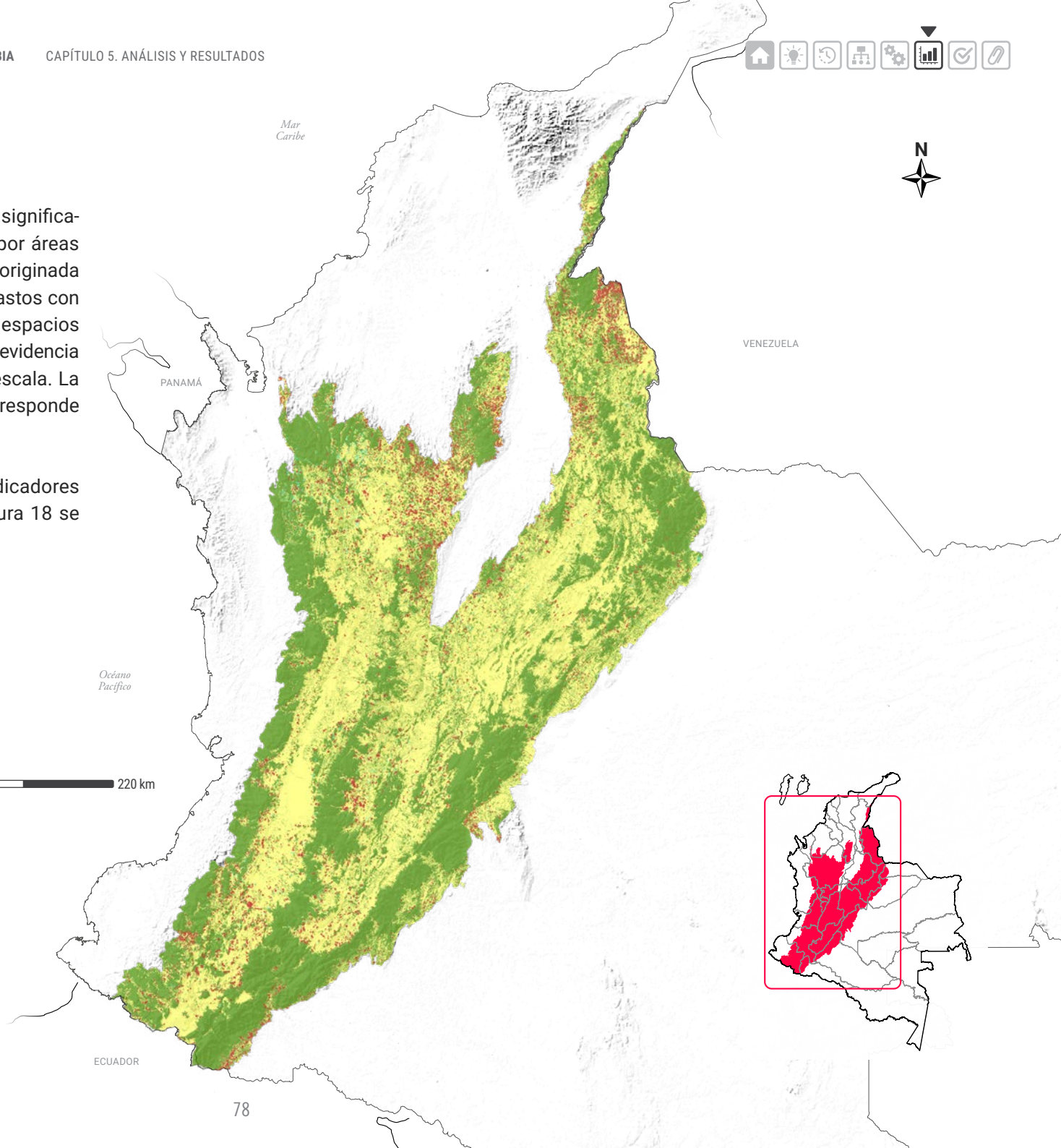
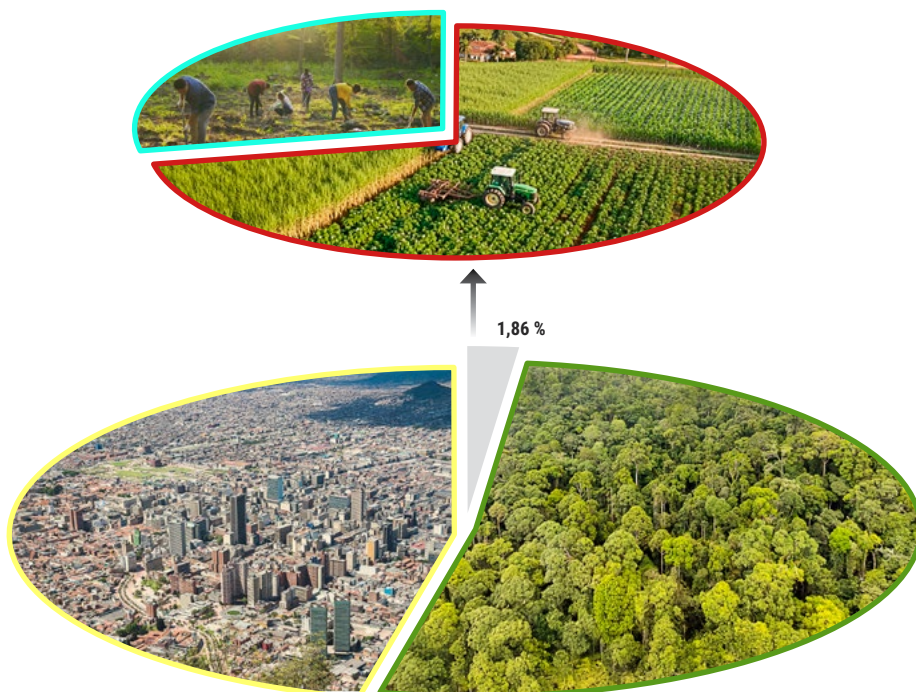
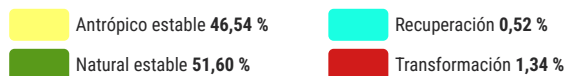
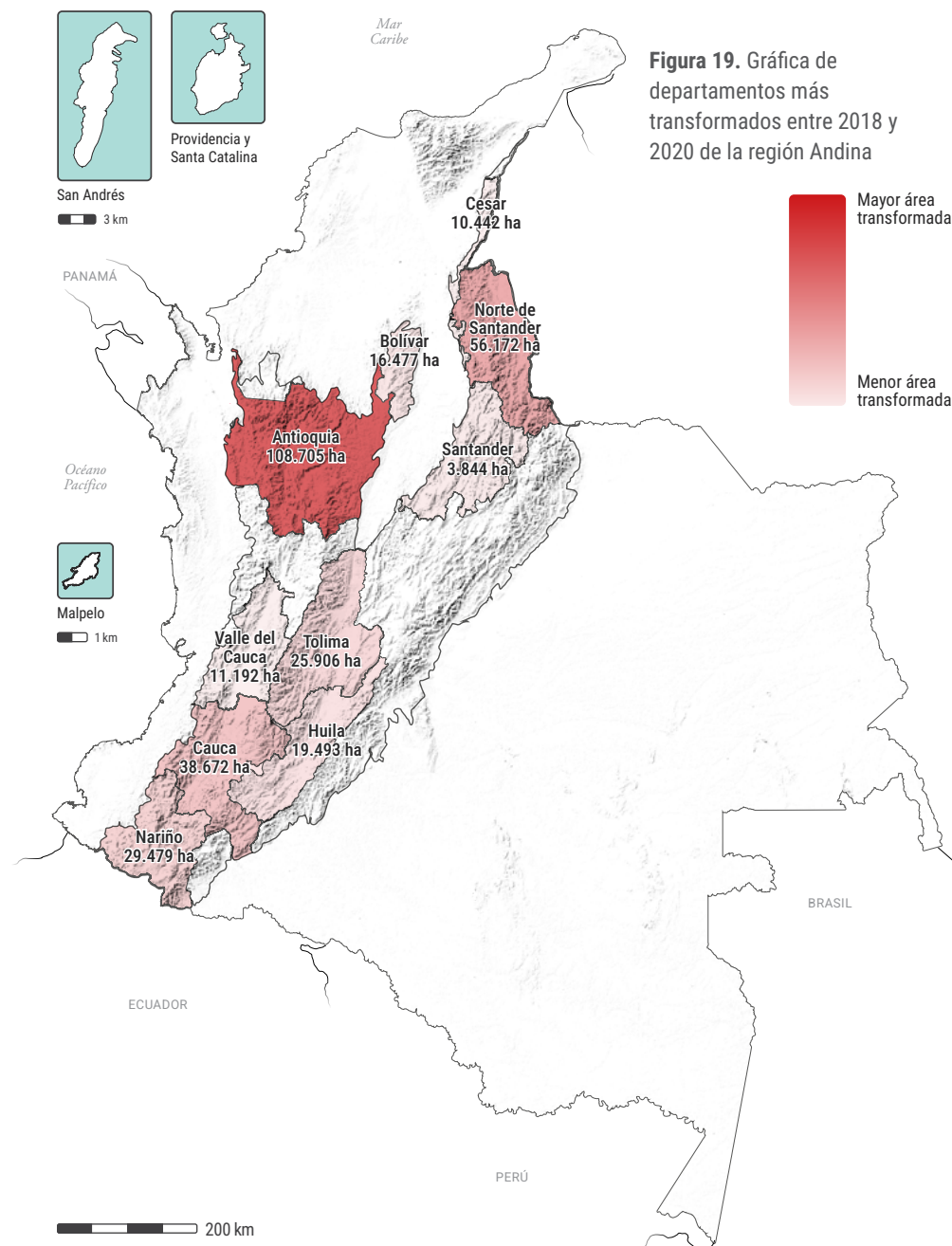


Figura 18. Gráfica de indicadores generales de cambio en la región Andina entre 2018 y 2020



Como se observa en la Figura 19, en la región Andina el departamento más transformado es Antioquia, con el 28 % de la transformación de la región, seguido por Norte de Santander con el 14 %, y de cerca por Cauca, Nariño, Tolima y Huila. En la siguiente gráfica se presentan los 10 departamentos con mayor porcentaje de transformación.

Figura 19. Gráfica de departamentos más transformados entre 2018 y 2020 de la región Andina



En la Tabla 39 se presentan las estadísticas de área y porcentaje de las métricas de cambio que caracterizan los indicadores generales para la región Andina.

Tabla 39. Métricas de cambio entre 2018 y 2020 en la región Andina

INDICADOR	MÉTRICAS DE CAMBIO	ÁREA (ha)	ÁREA (%)
Antrópico estable	Cambio de coberturas agropecuarias a suelos desnudos	1.972,72	0,01
	Cambio de coberturas antrópicas a cuerpos de agua artificiales	1.197,83	0,01
	Diversificación de coberturas agropecuarias	306.002,01	2,25
	Expansión de zonas de extracción minera en áreas de coberturas agropecuarias	2.109,45	0,02
	Homogenización de coberturas agropecuarias	283.656,89	2,09
	Nuevas plantaciones forestal en áreas de coberturas agropecuarias	14.915,31	0,11
	Otros cambios antrópicos estables	494.504,51	3,64
	Rotación entre pastos y cultivos	22.486,29	0,17
	Antrópico sin cambio	12.437.890,93	91,61
	Urbanización en coberturas agropecuarias	11.937,58	0,09
	Total antrópico estable	13.576.673,53	46,54
Natural Estable	Cambio de bosque a vegetación secundaria	27.745,13	0,18
	Cambio de bosque continuo a bosque fragmentado	41.517,46	0,28
	Cambio de bosque fragmentado a bosque continuo	21.054,41	0,14
	Cambio de vegetación secundaria bosque	24.430,98	0,16
	Otros cambios naturales	3.300,24	0,02
	Natural sin cambio	14.934.413,71	99,21
	Variación entre superficies de agua y áreas húmedas	682,34	0,00
	Total natural estable	15.053.144,27	51,60
Recuperación	Cambio de coberturas antrópicas a áreas abiertas naturales	120,65	0,08
	Cambio de coberturas antrópicas a cuerpos de agua naturales	1.155,40	0,76
	Recuperación de coberturas de bosques y arbustales	10.985,85	7,19
	Recuperación de coberturas de herbazales	3.630,15	2,38
	Recuperación de vegetación secundaria	136.841,75	89,59
	Total recuperación	152.733,81	0,52

INDICADOR	MÉTRICAS DE CAMBIO	ÁREA (ha)	ÁREA (%)
Transformación	Antropización de superficies de agua y áreas húmedas	953,04	0,24
	Cambio de coberturas naturales a coberturas agropecuarias	111.697,01	28,60
	Cambio de coberturas naturales a pastos	30.869,52	7,90
	Cambio de coberturas naturales a suelos desnudos	925,70	0,24
	Cambio de coberturas naturales a zonas de extracción minera	921,51	0,24
	Cambio de coberturas naturales a zonas quemadas	719,80	0,18
	Cambio de vegetación secundaria a coberturas agropecuarias	243.447,15	62,33
	Conversión de coberturas naturales a coberturas de agua artificiales	594,46	0,15
	Urbanización en coberturas naturales	439,05	0,11
	Total transformación	390.567,23	1,34
Total general		29.173.118,84	100,00

Casi la mitad de la región Andina (46,54 %) corresponde a coberturas antropogénicas estables, especialmente en tierras agropecuarias. Aunque hay cambios en la diversificación y homogenización de coberturas agropecuarias, la mayoría de las áreas permanecen sin cambio o con cambios entre coberturas similares. Asimismo, más de la mitad del área (51,60 %) mantiene coberturas naturales estables, dentro de las cuales se presentan ciertos cambios de bosques hacia vegetación secundaria y una leve fragmentación de estos; no obstante, la estabilidad general es significativa.

La recuperación presenta un porcentaje pequeño (0,52 %) y corresponde mayoritariamente a vegetación secundaria. Resalta el municipio de Itango, que concentra el 7,35 % de la recuperación de toda la región, con 11.233 ha.

Las áreas transformadas (1,34 %) muestran una tendencia hacia la conversión de vegetación secundaria y coberturas naturales en tierras agrícolas y pastizales, lo que refleja presiones sobre los ecosistemas debido a actividades productivas. Entre los municipios más transformados se destacan Yolombó y Amalfi en Antioquia, y Santa Rosa del Sur en Bolívar.

Región Caribe

En el primer nivel de la leyenda, la región Caribe presenta una disminución porcentual de bosques y áreas seminaturales, así como de superficies de agua, frente a un aumento de territorios agrícolas, áreas húmedas y territorios artificializados, como se observa en la Figura 20. También se evidencia que la mayor parte de los bosques y áreas seminaturales perdidos fueron reemplazados por territorios agrícolas.

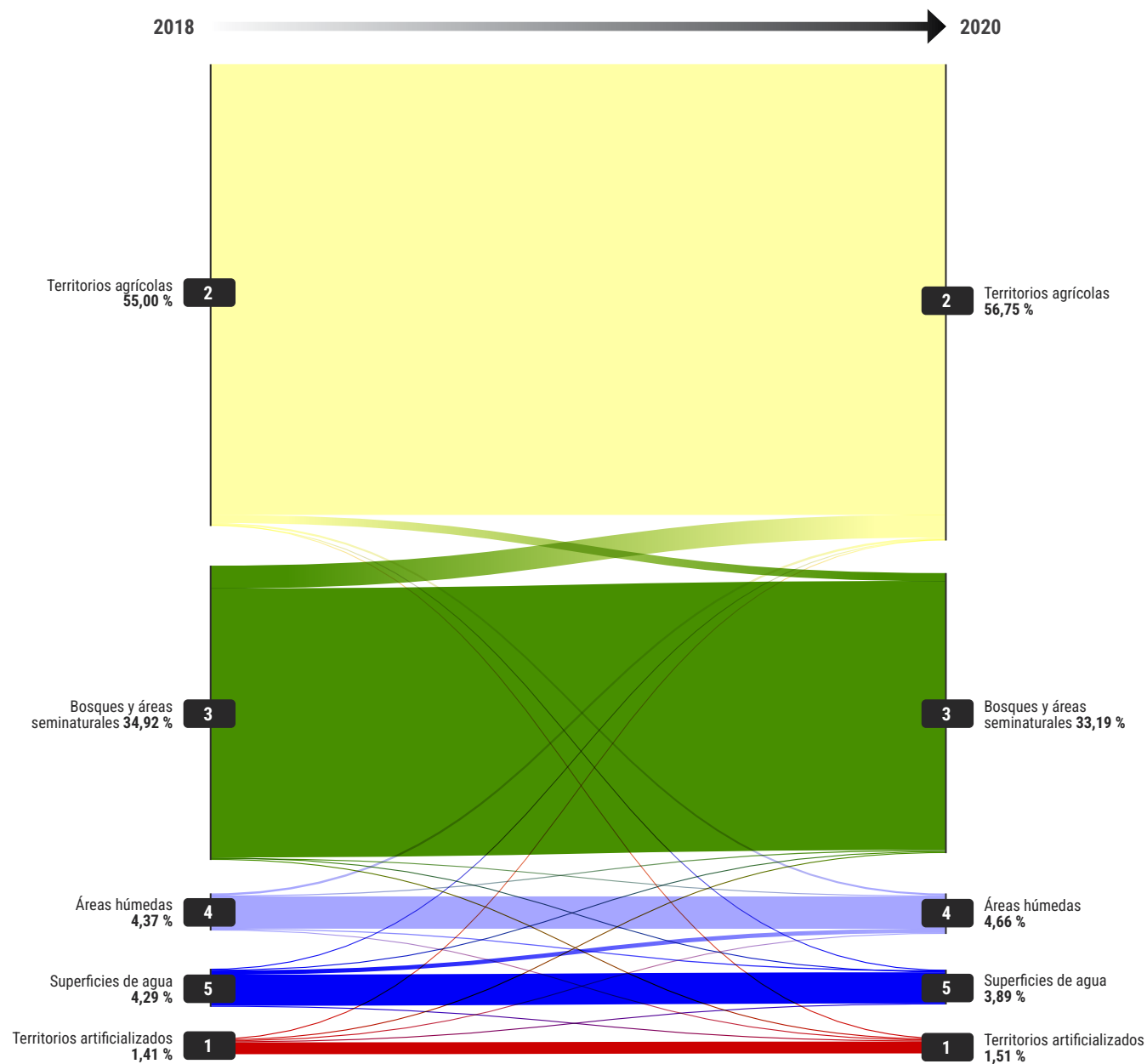


Figura 20. Gráfica de cambio de coberturas nivel 1 entre 2018 y 2020 en la región Caribe

Indicadores de cambio de la región Caribe

El Caribe es una de las regiones más transformadas a causa de la instalación de pastos y la configuración de mosaicos de pastos con espacios naturales, y presenta la mayor proporción de áreas antrópicas estables, lo que indica que sigue incorporando áreas intervenidas a la transformación histórica. También muestra un porcentaje alto de recuperación, principalmente de vegetación secundaria baja y zonas pantanosas, posiblemente asociado a esfuerzos de restauración y a dinámicas de inundación estacionales.

En la Figura 21 se presenta la distribución de los indicadores generales al interior de la región Caribe y en la Figura 22 se aprecia la proporción de cada indicador.

Figura 21. Mapa de indicadores generales de cambio entre 2018 y 2020 en la región Caribe

Legenda:

-  Antrópico estable
-  Natural estable
-  Recuperación
-  Transformación

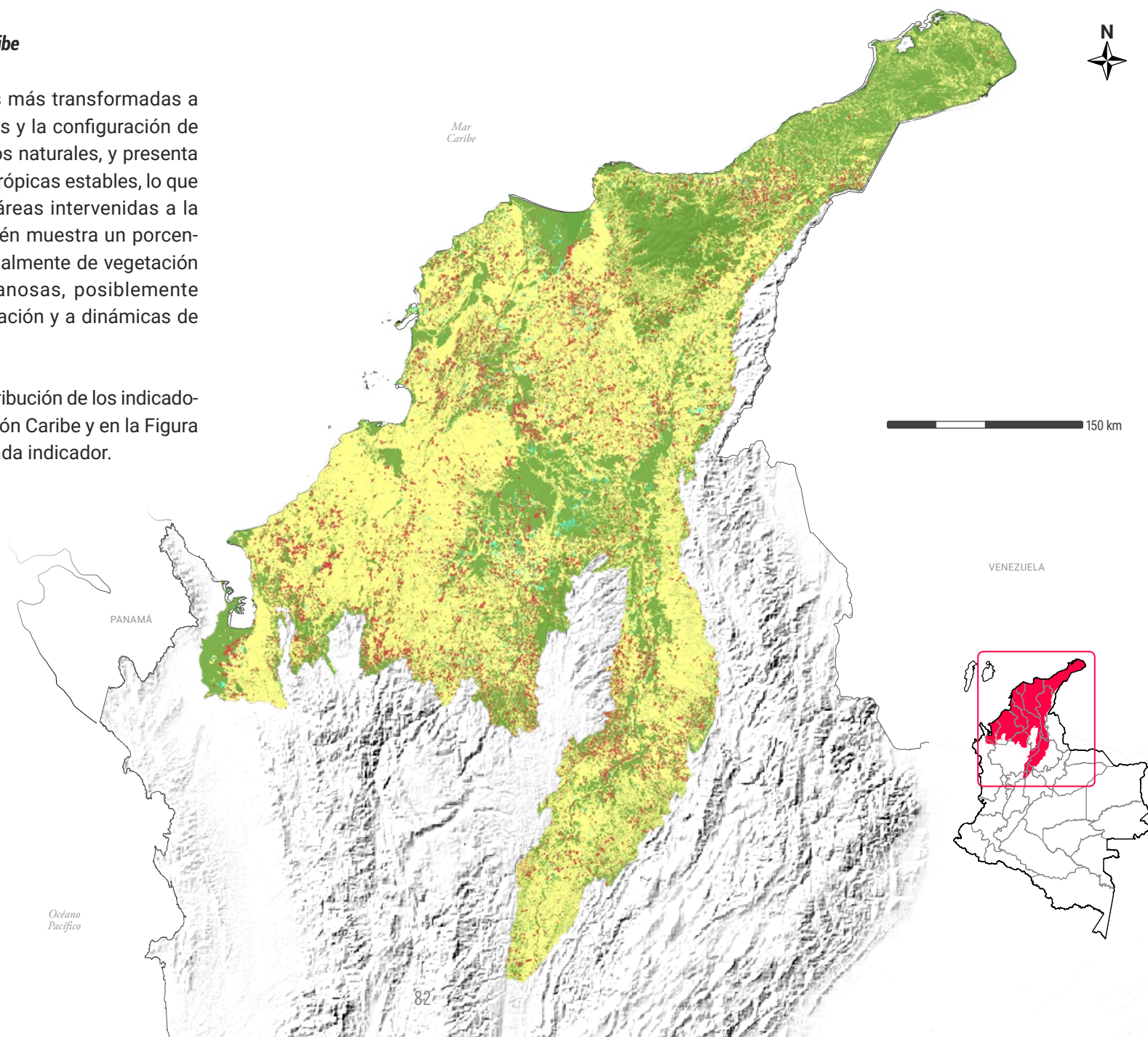
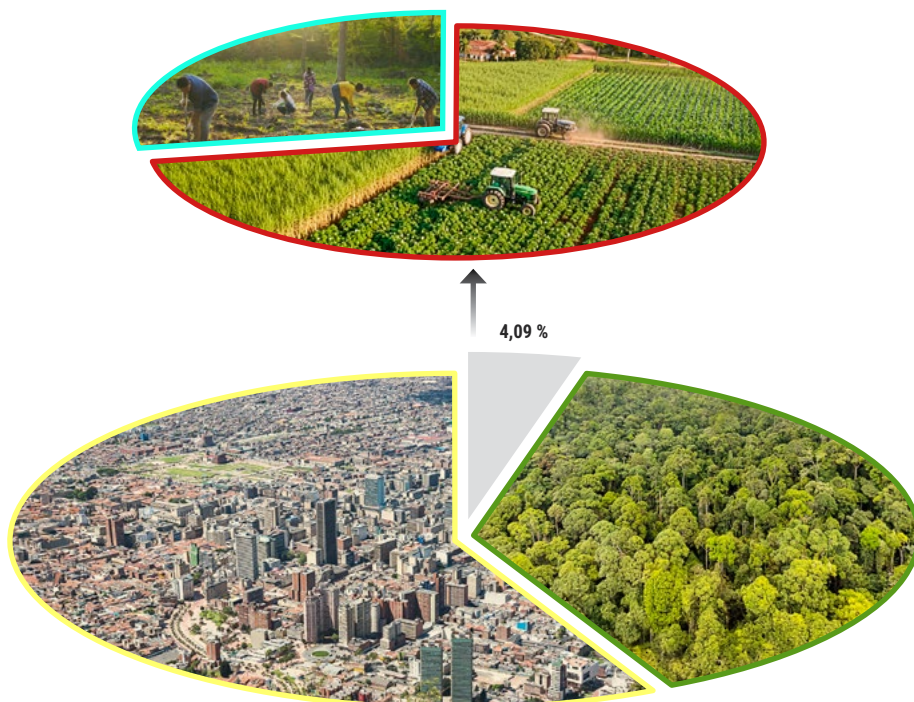
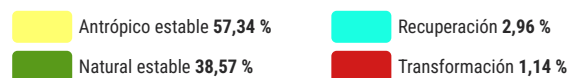
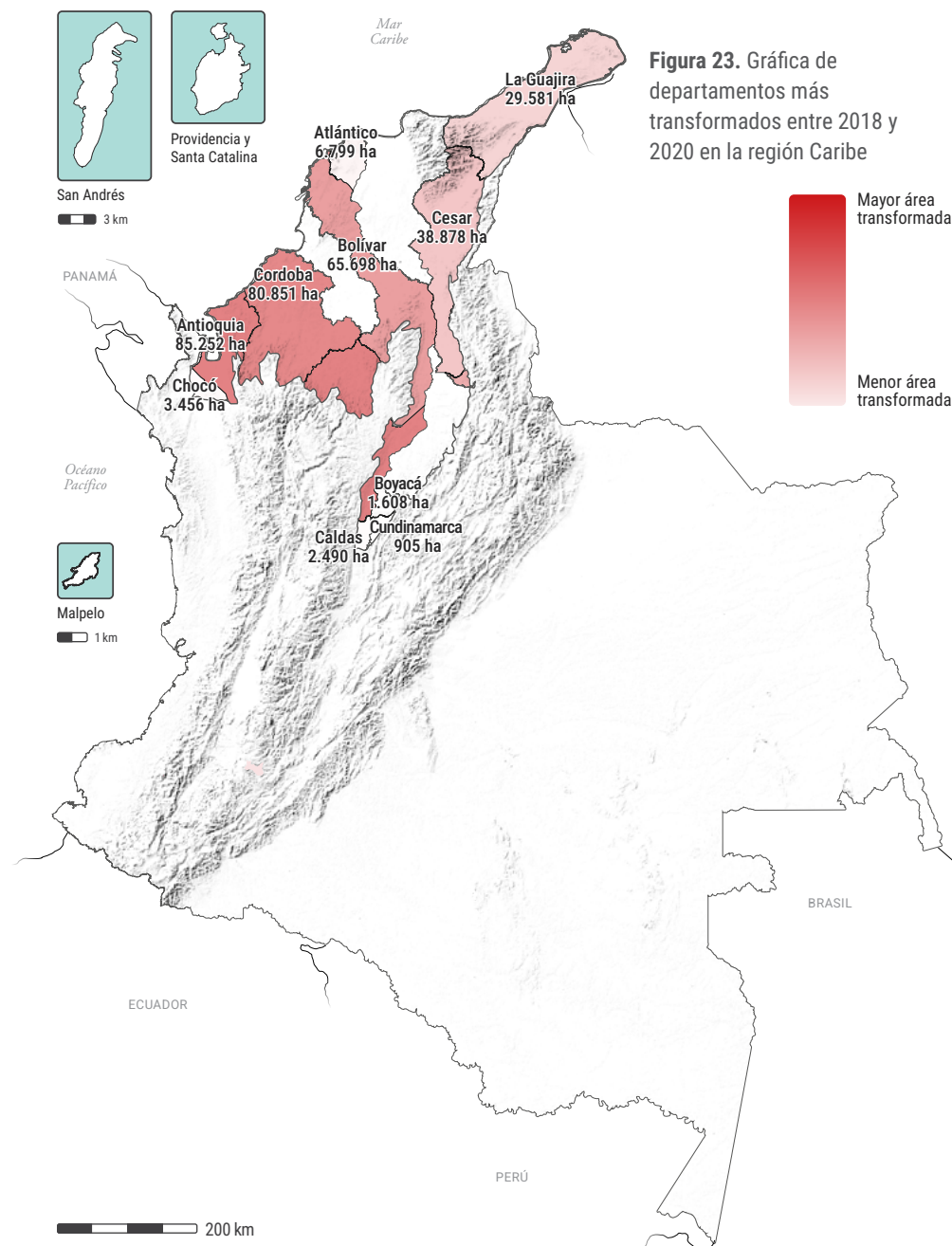


Figura 22. Gráfica de indicadores generales de cambio en la región Caribe entre 2018 y 2020



En la región Caribe al igual que en la región Andina, el departamento de Antioquia se presenta como el más transformado, con el 18,69 %, seguido de cerca por Córdoba con el 17,72 %, Magdalena con el 15,47 % y Bolívar con el 14,40 %. En la Figura 23 pueden verse los 10 departamentos con mayor porcentaje de transformación.

Figura 23. Gráfica de departamentos más transformados entre 2018 y 2020 en la región Caribe



En la Tabla 40, se presentan las estadísticas de área y porcentaje de área de las métricas de cambio que caracterizan los indicadores generales para la región Caribe.

Tabla 40. Métricas de cambio entre 2018 y 2020 en la región Caribe

INDICADOR	MÉTRICAS DE CAMBIO	ÁREA (ha)	ÁREA (%)
Antrópico estable	Cambio de coberturas agropecuarias a suelos desnudos	8.458,81	0,10
	Cambio de coberturas antrópicas a cuerpos de agua artificiales	259,59	0,00
	Diversificación de coberturas agropecuarias	251.582,03	2,84
	Expansión de zonas de extracción minera en áreas de coberturas agropecuarias	8.604,64	0,10
	Homogenización de coberturas agropecuarias	216.336,54	2,45
	Nuevas plantaciones forestal en áreas de coberturas agropecuarias	3.706,92	0,04
	Otros cambios antrópicos estables	488.378,20	5,52
	Rotación entre pastos y cultivos	31.875,76	0,36
	Antrópico sin cambio	7.834.812,41	88,55
	Urbanización en coberturas agropecuarias	3.467,63	0,04
	Total antrópico estable	8.847.482,53	57,34
Natural Estable	Cambio de bosque a vegetación secundaria	8.263,09	0,14
	Cambio de bosque continuo a bosque fragmentado	14.364,00	0,24
	Cambio de bosque fragmentado a bosque continuo	2.425,20	0,04
	Cambio de vegetación secundaria bosque	5.472,70	0,09
	Otros cambios naturales	42.669,11	0,72
	Natural sin cambio	5.753.316,86	96,66
	Variación entre superficies de agua y áreas húmedas	125.309,13	2,11
	Total natural estable	5.951.820,09	38,57
Recuperación	Cambio de coberturas antrópicas a áreas abiertas naturales	52,11	0,03
	Cambio de coberturas antrópicas a cuerpos de agua naturales	38.745,05	22,12
	Recuperación de coberturas de bosques y arbustales	4.250,58	2,43
	Recuperación de coberturas de herbazales	11.297,37	6,45
	Recuperación de vegetación secundaria	120.825,17	68,98
	Total recuperación	175.170,29	1,14

INDICADOR	MÉTRICAS DE CAMBIO	ÁREA (ha)	ÁREA (%)
Transformación	Antropización de superficies de agua y áreas húmedas	43.772,81	9,60
	Cambio de coberturas naturales a coberturas agropecuarias	75.164,49	16,48
	Cambio de coberturas naturales a pastos	55.055,84	12,07
	Cambio de coberturas naturales a suelos desnudos	1.315,20	0,29
	Cambio de coberturas naturales a zonas de extracción minera	3.691,90	0,81
	Cambio de coberturas naturales a zonas quemadas	3.891,89	0,85
	Cambio de vegetación secundaria a coberturas agropecuarias	272.756,26	59,79
	Conversión de coberturas naturales a coberturas de agua artificiales	203,93	0,04
	Urbanización en coberturas naturales	312,24	0,07
	Total transformación	456.164,55	2,96
Total general		15.430.637,45	100,00

Más de la mitad del área en la región Caribe (57,34 %) es antrópica estable, y la mayor parte se mantiene sin cambios (88,55 %). Aun así, se observa cierta diversificación y homogenización en las coberturas agropecuarias, reflejo de la dinámica del uso de la tierra.

El 38,57 % corresponde a área natural estable, casi sin variaciones (96,67 %), aunque con fragmentación de bosques y fluctuaciones entre superficies de agua y humedales, propias de la depresión Momposina. Las áreas en recuperación son mínimas (1,14 %), con regeneración de vegetación secundaria y reemplazo de coberturas antrópicas por cuerpos de agua naturales, probablemente debido a las llanuras de inundación.

La transformación más significativa es la conversión de vegetación secundaria y áreas naturales hacia agricultura y pastizales, asociada a actividades productivas intensivas. Entre los municipios más transformados figuran Montería (Córdoba), Turbo y Yondó (Antioquia), Riohacha (La Guajira) y Pivijai (Magdalena). En conclusión, la región Caribe tiende a la estabilidad de áreas antropogénicas y naturales, aunque se registran procesos de recuperación y transformaciones ligadas a la expansión agrícola.

Región Orinoquía

Inicialmente, para esta región se observa el cambio de coberturas a nivel 1 de leyenda, con una disminución de los bosques y áreas seminaturales, así como de las superficies de agua, y un aumento en los territorios agrícolas, las zonas húmedas y los territorios artificializados. En la Figura 24 también se pueden ver las magnitudes de cambio de cada una de las coberturas de 2018 que fueron reemplazadas por otras en 2020.

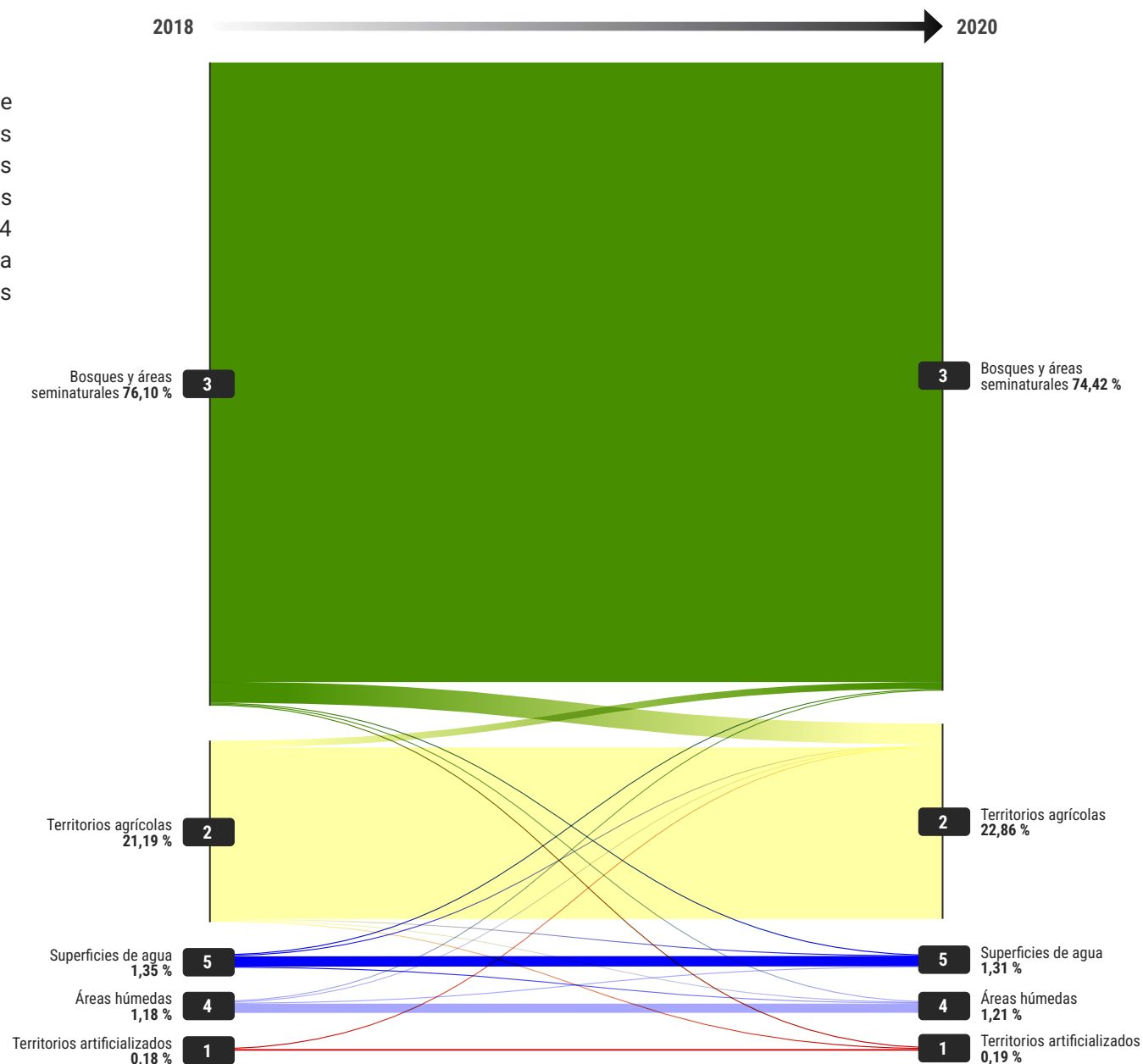


Figura 24. Gráfica de cambio de coberturas nivel 1, entre 2018 y 2020 en la región Orinoquía

Indicadores de cambio en la región Orinoquía

La región Orinoquía presenta una gran extensión de transformación que supera las 520.183 ha, distribuidas de manera uniforme, con una leve concentración en la zona del Piedemonte Andino. También se registran áreas de recuperación de herbazales que reemplazan principalmente pastos y zonas quemadas. Casi el 22 % del territorio en la Orinoquía corresponde a áreas antrópicas estables. Aunque la mayoría de estas no presenta cambios significativos, se evidencian procesos de homogenización y diversificación en las coberturas agropecuarias, así como rotación entre pastos y cultivos.

En general, la región conserva una alta representatividad de sus coberturas naturales estables, que se acercan al 74 % del total de su superficie. Sin embargo, es la región que presenta uno de los mayores porcentajes de transformación (3,11 %) de sus coberturas naturales, principalmente por la instalación de pastos (44 %), quemas (20 %) y la configuración de mosaicos de pastos con espacios naturales (14 %). En cuanto a la recuperación de sus coberturas naturales (1,23 %), el 95 % corresponde a herbazales, mientras que los bosques y la vegetación secundaria no superan el 1 % de la superficie recuperada. En la Figura 25 se presenta la distribución de los indicadores generales al interior de la región Orinoquía y en la Figura 26 se observa la proporción de cada indicador.

Figura 25. Mapa de indicadores generales de cambio entre 2018 y 2020 en la región Orinoquía

Leyenda:

-  Antrópico estable
-  Natural estable
-  Recuperación
-  Transformación

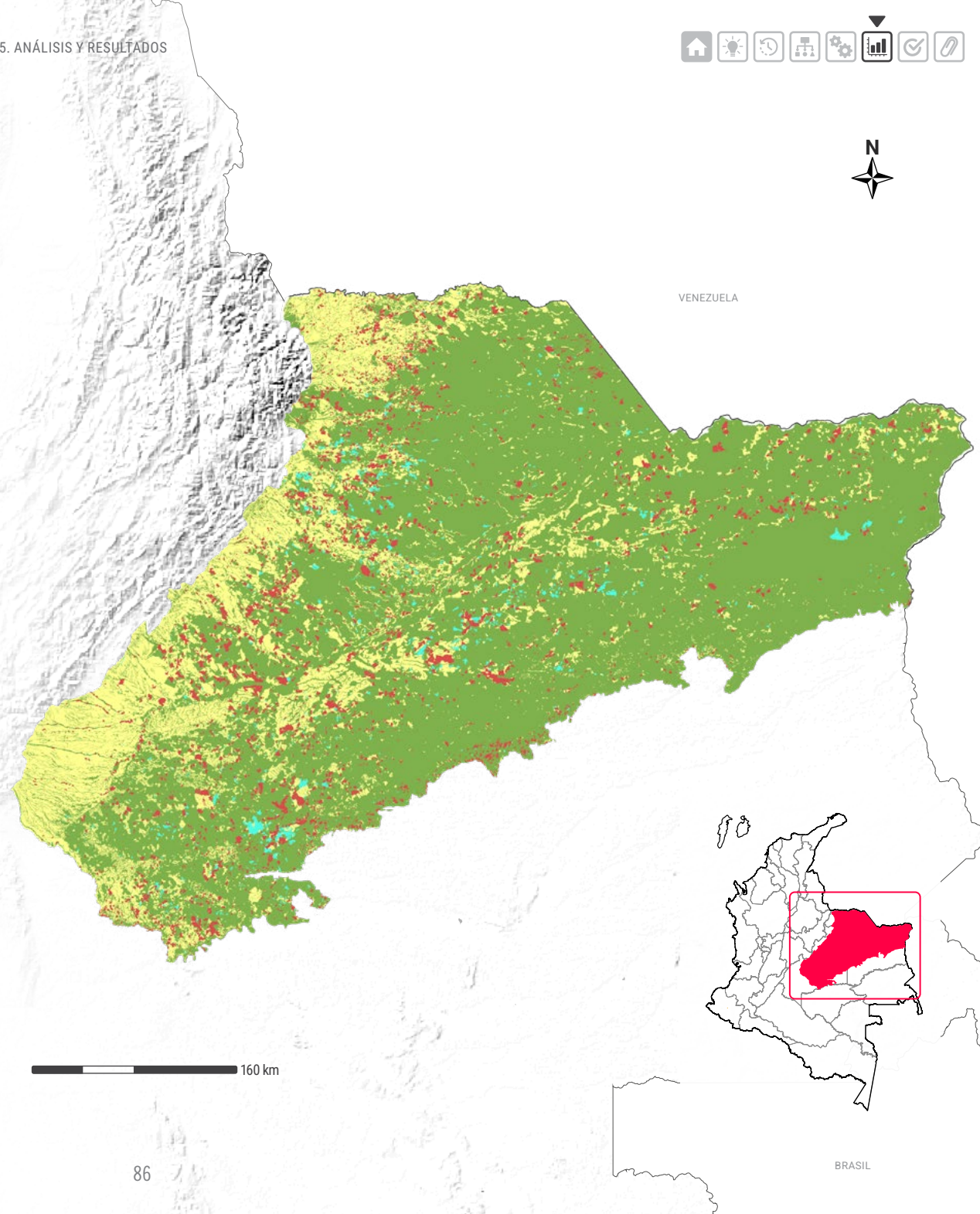
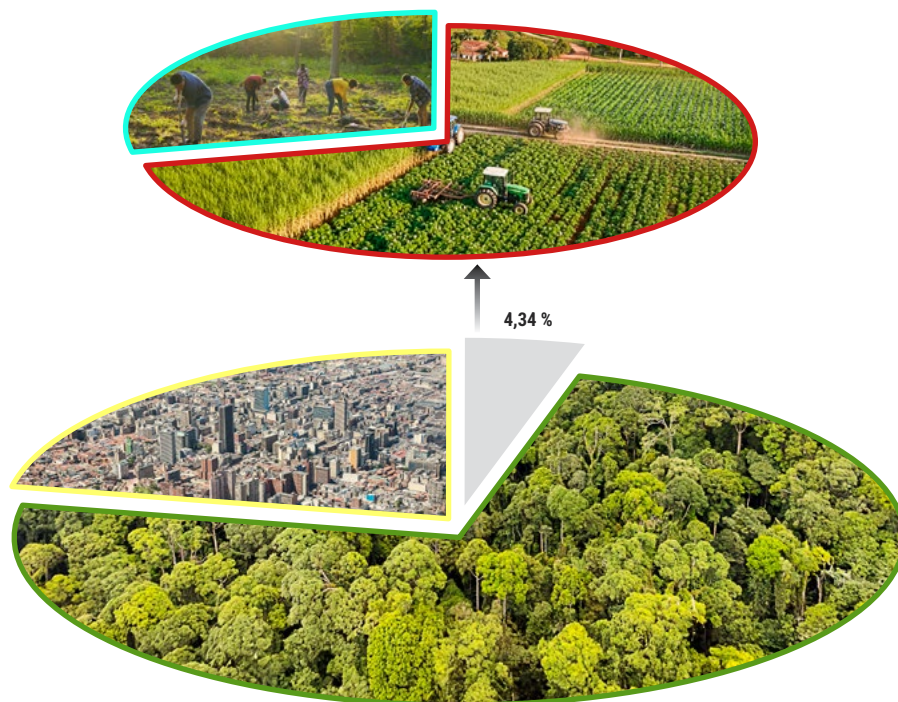
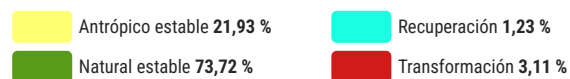
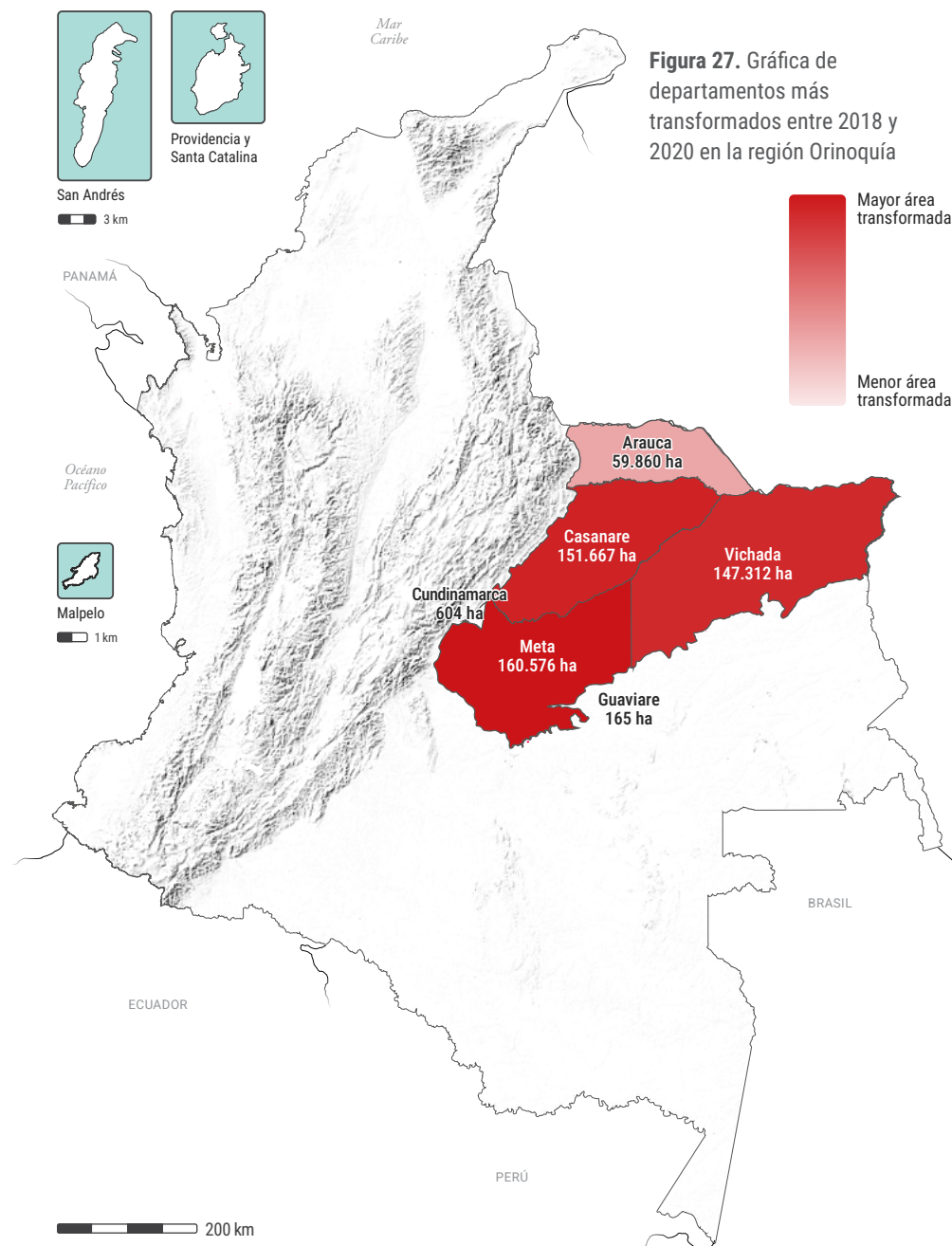


Figura 26. Gráfica de indicadores generales de cambio entre 2018 y 2020 en la región Orinoquía

La transformación en la región Orinoquía ocurre principalmente en 3 departamentos, como se muestra en la Figura 27, encabezada por Meta con el 31 %, seguida de Casanare con el 29 % y Vichada con el 28 %.

Figura 27. Gráfica de departamentos más transformados entre 2018 y 2020 en la región Orinoquía

En la Tabla 41, se presentan las estadísticas de área y porcentaje de área de las métricas de cambio que caracterizan los indicadores generales para la región Orinoquía.

Tabla 41. Métricas de cambio en la región Orinoquía

INDICADOR	MÉTRICAS DE CAMBIO	ÁREA (ha)	ÁREA (%)
Antrópico estable	Cambio de coberturas agropecuarias a suelos desnudos		0,00
	Cambio de coberturas antrópicas a cuerpos de agua artificiales	56,50	0,00
	Diversificación de coberturas agropecuarias	84.847,81	2,31
	Expansión de zonas de extracción minera en áreas de coberturas agropecuarias	71,12	0,00
	Homogenización de coberturas agropecuarias	110.323,66	3,01
	Nuevas plantaciones forestal en áreas de coberturas agropecuarias	12.195,73	0,33
	Otros cambios antrópicos estables	120.071,05	3,27
	Rotación entre pastos y cultivos	99.045,75	2,70
	Antrópico sin cambio	3.239.925,17	88,33
	Urbanización en coberturas agropecuarias	1.322,66	0,04
	Total antrópico estable	3.667.859,44	21,93
Natural Estable	Cambio de bosque a vegetación secundaria	3.472,27	0,03
	Cambio de bosque continuo a bosque fragmentado	3.701,69	0,03
	Cambio de bosque fragmentado a bosque continuo	49,37	0,00
	Cambio de vegetación secundaria bosque	655,21	0,01
	Otros cambios naturales	55.855,03	0,45
	Natural sin cambio	12.259.993,97	99,43
	Variación entre superficies de agua y áreas húmedas	6.039,95	0,05
	Total natural estable	12.329.767,50	73,72
Recuperación	Cambio de coberturas antrópicas a áreas abiertas naturales	602,89	0,29
	Cambio de coberturas antrópicas a cuerpos de agua naturales	4.138,51	2,01
	Recuperación de coberturas de bosques y arbustales	233,36	0,11
	Recuperación de coberturas de herbazales	197.643,32	95,82
	Recuperación de vegetación secundaria	3.646,64	1,77
	Total recuperación	206.264,72	1,23

INDICADOR	MÉTRICAS DE CAMBIO	ÁREA (ha)	ÁREA (%)
Transformación	Antropización de superficies de agua y áreas húmedas	6.121,91	1,18
	Cambio de coberturas naturales a coberturas agropecuarias	172.324,19	33,13
	Cambio de coberturas naturales a pastos	214.477,46	41,23
	Cambio de coberturas naturales a suelos desnudos	214,79	0,04
	Cambio de coberturas naturales a zonas de extracción minera	267,53	0,05
	Cambio de coberturas naturales a zonas quemadas	102.710,20	19,75
	Cambio de vegetación secundaria a coberturas agropecuarias	23.848,89	4,58
	Conversión de coberturas naturales a coberturas de agua artificiales	18,24	0,00
	Urbanización en coberturas naturales	200,09	0,04
	Total transformación	520.183,29	3,11
Total general		16.724.074,94	100,00

Este análisis refleja las dinámicas de uso de la tierra en la Orinoquía, donde predomina la estabilidad natural, pero también se presenta una considerable transformación hacia actividades agropecuarias y pastizales, lo que podría estar vinculado a la expansión agrícola y ganadera en la región.

La conversión de coberturas naturales a coberturas antrópicas corresponde en un 90,52 % a herbazales, en un 4,60 % a vegetación secundaria y solo en un 3,16 % a la transformación de bosques. Entre los municipios más transformados de esta región se encuentran Puerto Gaitán en Meta, Cumaribo y La Primavera en Vichada, y Maní y Paz de Ariporo en Casanare.

Región Pacífica

En el primer nivel de leyenda, la región Pacífica presenta una disminución de los bosques y áreas seminaturales, así como de las áreas húmedas y las superficies de agua, y un incremento en los territorios agrícolas y los territorios artificializados, como se detalla en la Figura 28.

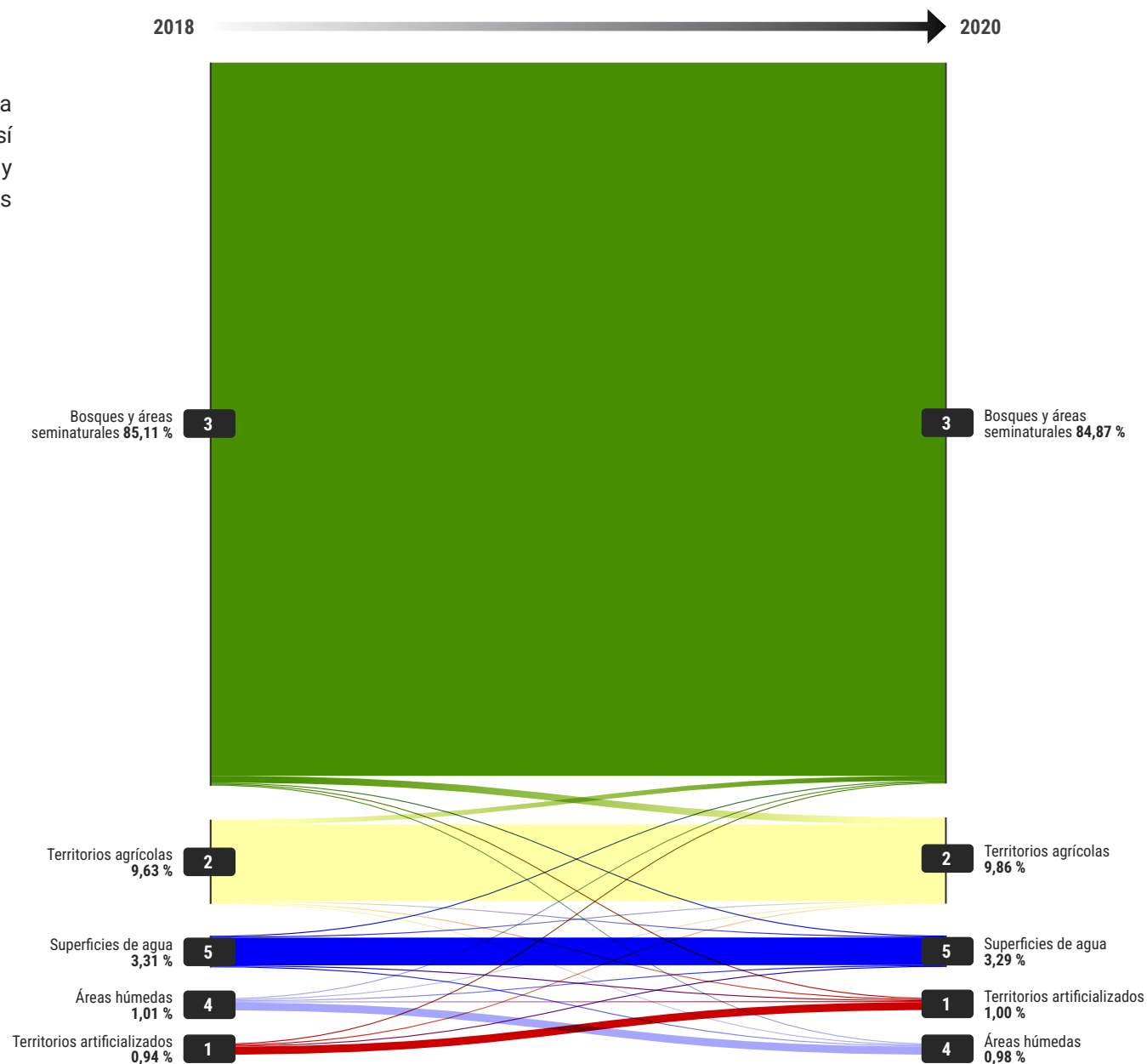


Figura 28. Gráfica de cambio de coberturas nivel 1 región Pacífica

Indicadores de cambio en la región Pacífica

La región Pacífica sigue siendo principalmente natural, con bajas tasas de intervención y transformación, causada en un alto porcentaje (77,48 %) por diferentes tipos de mosaicos y en un 9,78 % por diferentes tipos de pastos.

En la Figura 29 se presenta la distribución de los indicadores generales al interior de la región Pacífica y en la Figura 30 se registra la proporción de cada indicador.

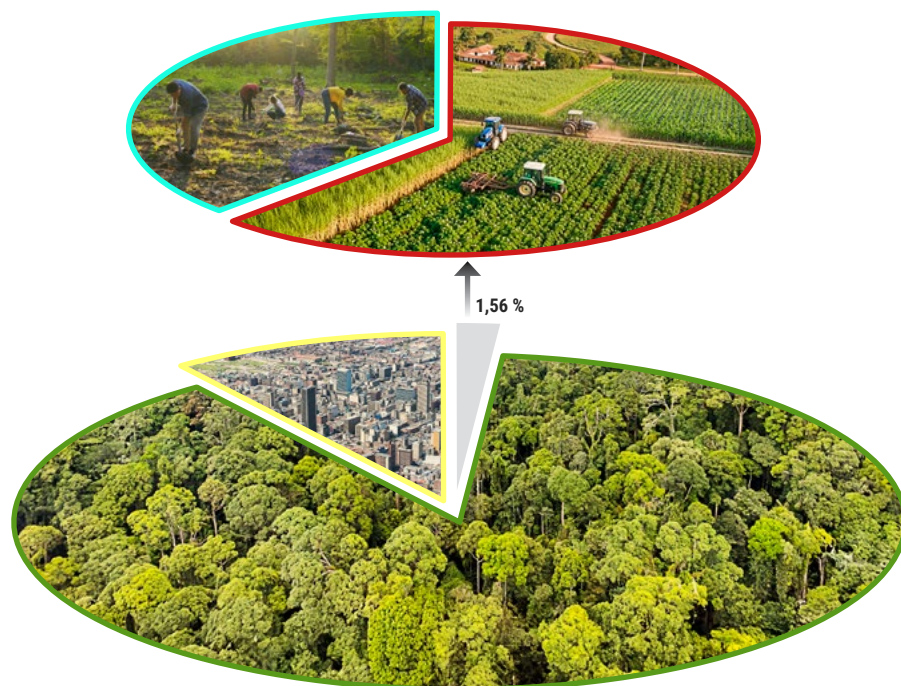
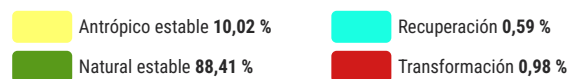
Figura 29. Mapa de indicadores generales de cambio entre 2018 y 2020 en la región Pacífica

Legenda:

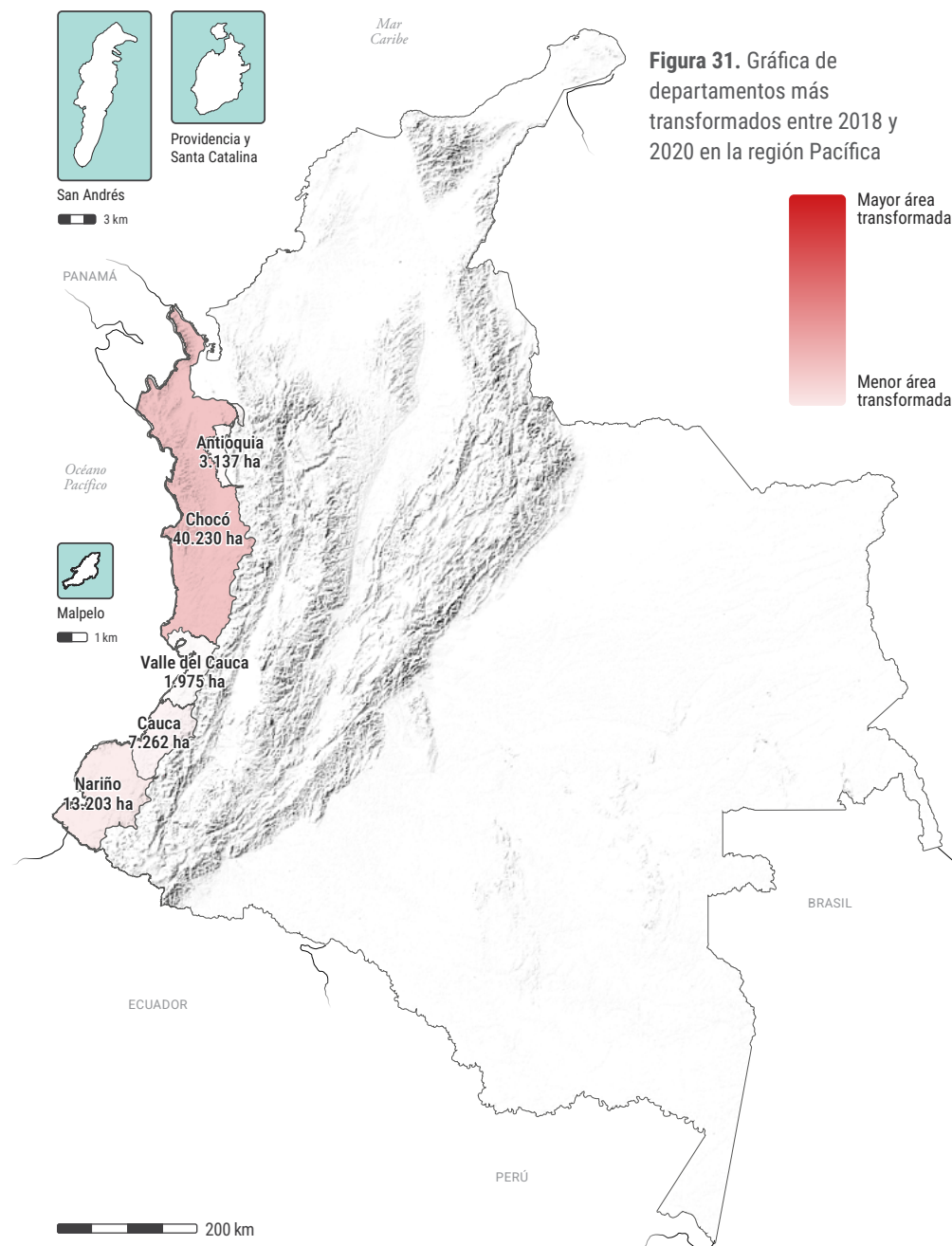
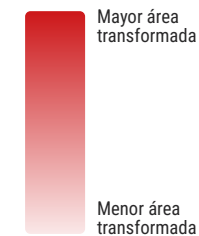
-  Antrópico estable
-  Natural estable
-  Recuperación
-  Transformación

 160 km



Figura 30. Gráfica de indicadores generales de cambio entre 2018 y 2020 en la región Pacífica

La transformación en la región Pacífica ocurre principalmente en el departamento de Chocó, con el 61,13 % de la transformación de la región, seguido de Nariño con el 20,06 % y Cauca con el 4,77 %, como se muestra en la Figura 31.

**Figura 31.** Gráfica de departamentos más transformados entre 2018 y 2020 en la región Pacífica

En la Tabla 42, se presentan las estadísticas de área y porcentaje de área de las métricas de cambio que caracterizan los indicadores generales para la región Pacífica.

Tabla 42. Métricas de cambio entre 2018 y 2020 en la región Pacífica

INDICADOR	MÉTRICAS DE CAMBIO	ÁREA (ha)	ÁREA (%)
Antrópico estable	Cambio de coberturas agropecuarias a suelos desnudos	-	-
	Cambio de coberturas antrópicas a cuerpos de agua artificiales	-	-
	Diversificación de coberturas agropecuarias	8.984,91	1,33
	Expansión de zonas de extracción minera en áreas de coberturas agropecuarias	820,06	0,12
	Homogenización de coberturas agropecuarias	8.957,05	1,33
	Nuevas plantaciones forestal en áreas de coberturas agropecuarias	-	-
	Otros cambios antrópicos estables	56.884,23	8,42
	Rotación entre pastos y cultivos	281,72	0,04
	Antrópico sin cambio	599.374,42	88,75
	Urbanización en coberturas agropecuarias	28,95	0,00
	Total antrópico estable	675.331,35	10,02
Natural Estable	Cambio de bosque a vegetación secundaria	2.966,78	0,05
	Cambio de bosque continuo a bosque fragmentado	13.705,52	0,23
	Cambio de bosque fragmentado a bosque continuo	9.735,53	0,16
	Cambio de vegetación secundaria bosque	5.684,15	0,10
	Otros cambios naturales	8.920,04	0,15
	Natural sin cambio	5.913.161,12	99,25
	Variación entre superficies de agua y áreas húmedas	3.413,48	0,06
	Total natural estable	5.957.586,63	88,41
Recuperación	Cambio de coberturas antrópicas a áreas abiertas naturales	-	-
	Cambio de coberturas antrópicas a cuerpos de agua naturales	834,38	2,11
	Recuperación de coberturas de bosques y arbustales	6.789,68	17,16
	Recuperación de coberturas de herbazales	779,93	1,97
	Recuperación de vegetación secundaria	31.171,42	78,76
	Total recuperación	39.575,40	0,59

INDICADOR	MÉTRICAS DE CAMBIO	ÁREA (ha)	ÁREA (%)
Transformación	Antropización de superficies de agua y áreas húmedas	982,26	1,49
	Cambio de coberturas naturales a coberturas agropecuarias	23.130,04	35,15
	Cambio de coberturas naturales a pastos	2.784,22	4,23
	Cambio de coberturas naturales a suelos desnudos	-	-
	Cambio de coberturas naturales a zonas de extracción minera	3.660,09	5,56
	Cambio de coberturas naturales a zonas quemadas	6.921,40	10,52
	Cambio de vegetación secundaria a coberturas agropecuarias	28.295,88	43,00
	Conversión de coberturas naturales a coberturas de agua artificiales	7,07	0,01
	Urbanización en coberturas naturales	26,67	0,04
	Total transformación	65.807,61	0,98
Total general		6.738.300,98	100,00

Las coberturas antrópicas que se mantuvieron estables representan solo el 10,02 % del área total; de estas, el 99,25 % permaneció idéntico al tercer nivel de la leyenda, con pocos cambios entre coberturas antrópicas que obedecen a procesos de diversificación y homogenización en las coberturas agropecuarias, lo que evidencia el bajo nivel de intervención en esta región. Asimismo, esta región presenta un alto grado de estabilidad ecológica, con más del 88 % del área sin alteraciones significativas, lo que refleja su importancia para la conservación de la biodiversidad del país. Solo se destacan algunos procesos de cambio de bosques continuos a bosques fragmentados, ocasionados por la intervención dispersa dentro de la matriz del bosque natural.

Aunque la recuperación es reducida (0,59 %), la mayor parte corresponde a la regeneración de vegetación secundaria y áreas forestales, lo que resalta los esfuerzos de restauración ambiental en la región. La transformación de coberturas naturales y vegetación secundaria hacia coberturas agropecuarias es relevante, configurando diferentes tipos de mosaicos. El impacto de la minería y las quemas también es significativo, aunque en menor escala que las actividades agrícolas.

El 50,23 % de la transformación de la región Pacífica se concentra en 5 municipios: Río Sucio, Carmen del Darién y Hunguía en Chocó; Timbiquí en Cauca; y Tumaco en Nariño.

Región Insular

En el primer nivel de leyenda, la región Insular presenta una disminución de los territorios agrícolas y un incremento en los bosques y áreas seminaturales, las áreas húmedas y los territorios artificializados. Por otro lado, las superficies de agua no registran cambios, como se detalla en la Figura 32.

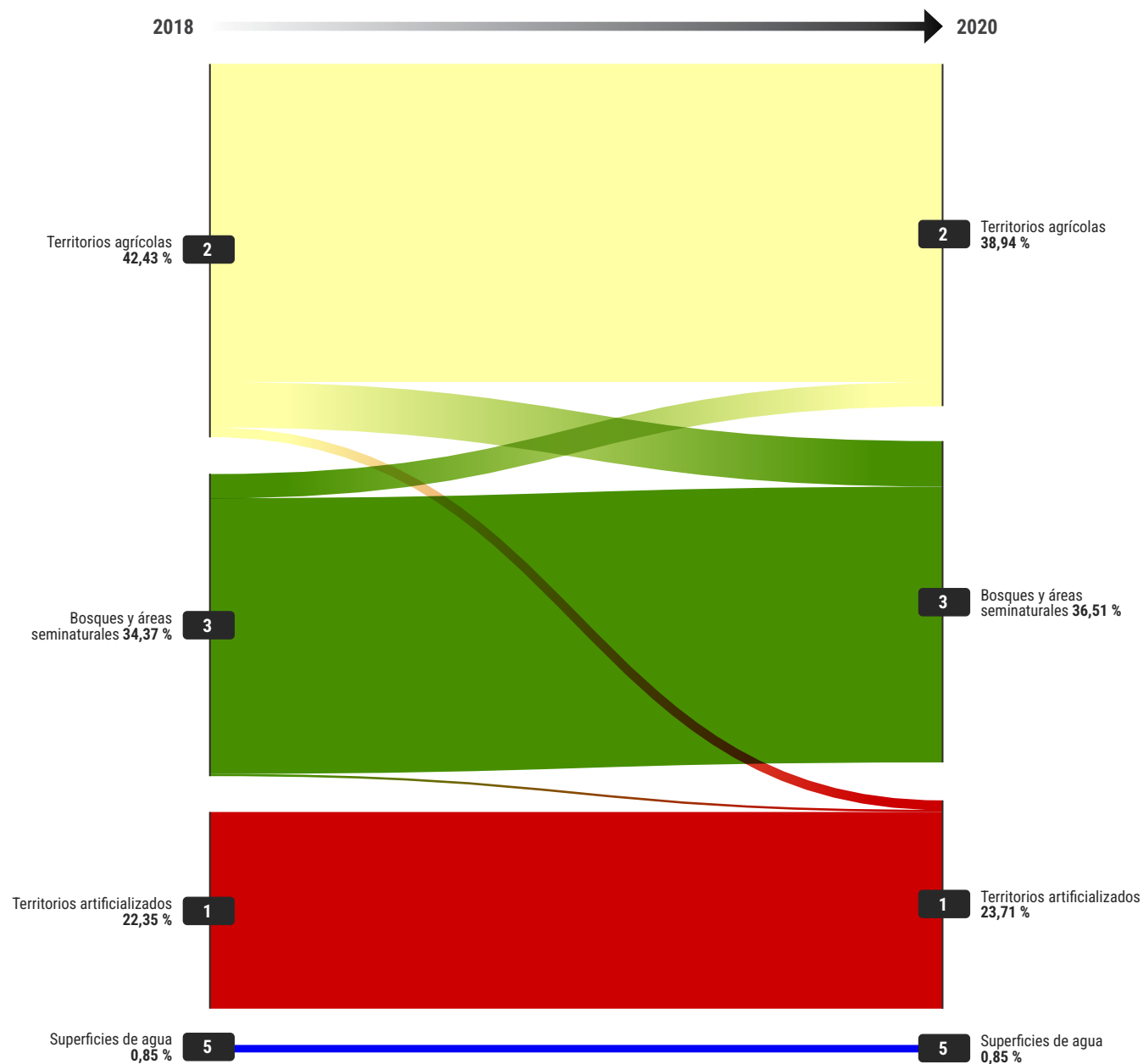


Figura 32. Gráfica de cambio de coberturas nivel 1 región Insular

Indicadores de cambio en la región Insular

La región Insular, para este análisis, incluye únicamente las superficies de las islas de San Andrés, Providencia y Santa Catalina. Aunque la escala utilizada no es la más adecuada para evaluar los cambios en las coberturas de las islas, se presentan los datos en el marco de la escala nacional 1:100.000. Se observa un mayor porcentaje de coberturas antrópicas estables, cerca de un 32 % de coberturas naturales estables y un 8,19 % del total de la superficie con dinámica de condición, donde destaca un 5,17 % correspondiente a recuperación y un 3,03 % a transformación.

En la Figura 33 se presenta la distribución de los indicadores generales al interior de la región Insular y en la Figura 34 se observa la proporción de cada indicador.

Figura 33. Mapa de indicadores generales región Insular

Legenda:

- Antrópico estable
- Natural estable
- Recuperación
- Transformación

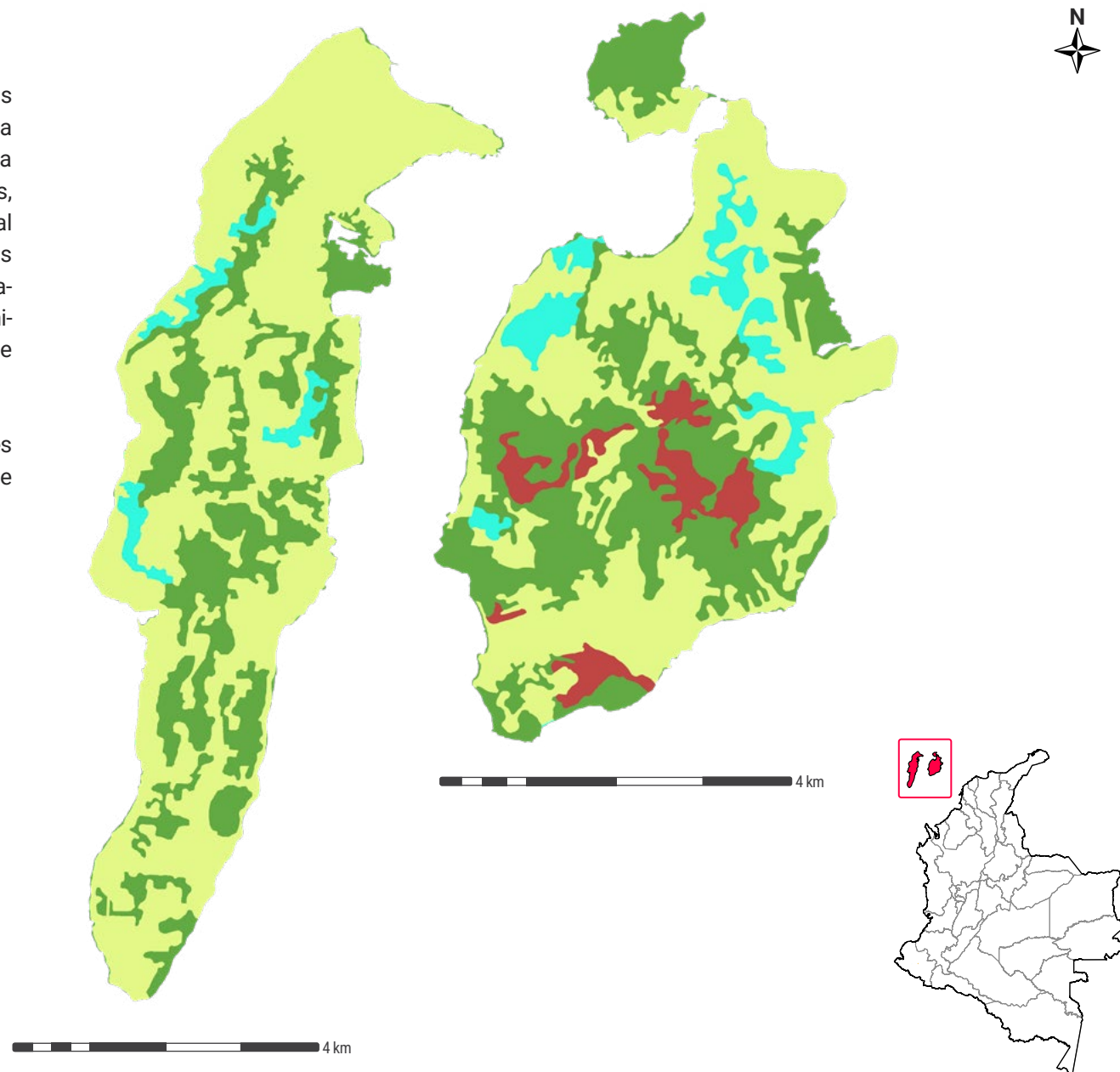
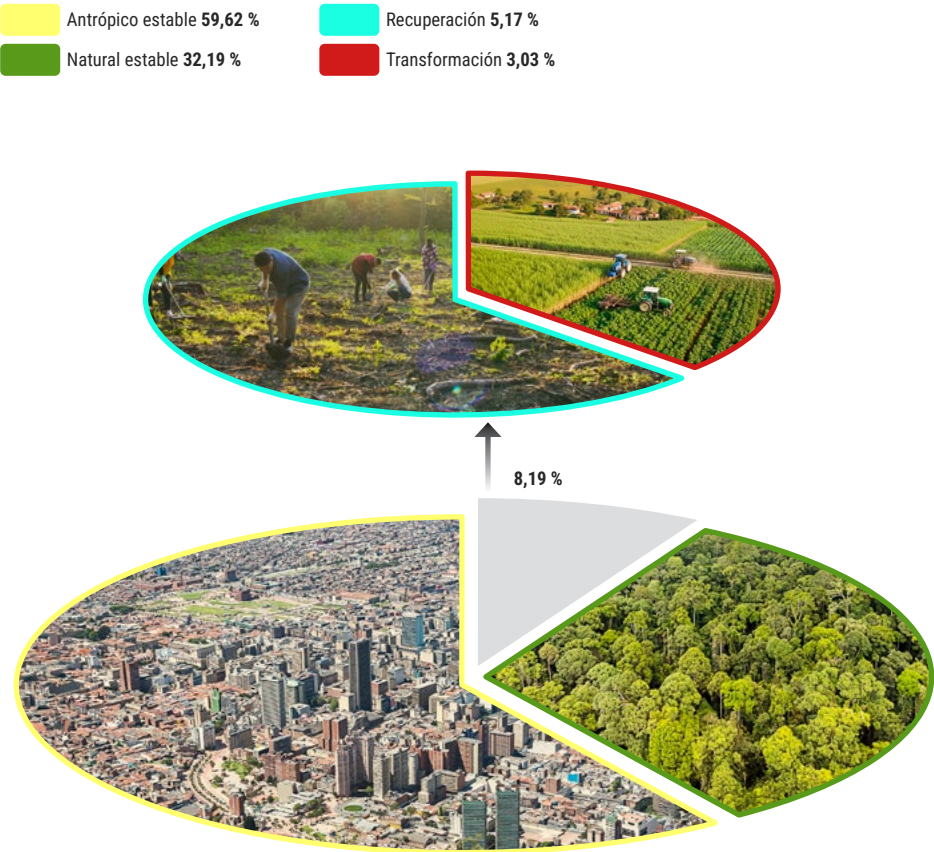


Figura 34. Gráfica de indicadores generales de cambio en la región Insular



En la Tabla 43, se presentan las estadísticas de área y porcentaje de área de las métricas de cambio que caracterizan los indicadores generales para la región Insular.

Tabla 43. Métricas de cambio en la región Insular

INDICADOR	MÉTRICAS DE CAMBIO	ÁREA (ha)	ÁREA (%)
Antrópico estable	Diversificación de coberturas agropecuarias	216,21	7,27
	Homogenización de coberturas agropecuarias	17,74	0,60
	Otros cambios antrópicos estables	75,81	2,55
	Antrópico sin cambio	2.609,68	87,74
	Urbanización en coberturas agropecuarias	54,77	1,84
	Total antrópico estable	2.974,21	59,62
Natural Estable	Cambio de bosque a vegetación secundaria	10,60	0,66
	Otros cambios naturales	0,99	0,06
	Natural sin cambio	1.594,36	99,28
	Total natural estable	1.605,95	32,19
Recuperación	Cambio de coberturas antrópicas a áreas abiertas naturales	0,28	0,11
	Recuperación de vegetación secundaria	257,45	99,89
	Total recuperación	257,72	5,17
Transformación	Cambio de coberturas naturales a coberturas agropecuarias	68,12	45,11
	Cambio de vegetación secundaria a coberturas agropecuarias	70,06	46,40
	Urbanización en coberturas naturales	12,81	8,49
	Total transformación	150,99	3,03
Total general		4.988,88	100,00

En las islas objeto del análisis predomina la estabilidad de las coberturas antrópicas, de las cuales el 87,74 % permanece sin cambio. Además, destaca la diversificación de coberturas agropecuarias y la urbanización en áreas agropecuarias.

Las coberturas naturales se han mantenido casi inalteradas a la escala de este análisis; la recuperación supera a la transformación y corresponde casi en su totalidad a la regeneración de vegetación secundaria.

La transformación es baja en proporción al área total de las islas, donde predomina la instalación de coberturas agropecuarias en reemplazo de vegetación secundaria y coberturas naturales clímax; también se observa urbanización a partir de coberturas naturales.



Comparativo de indicadores por regiones

A continuación, se analiza de manera comparativa el indicador de cambio para las regiones naturales de Colombia.

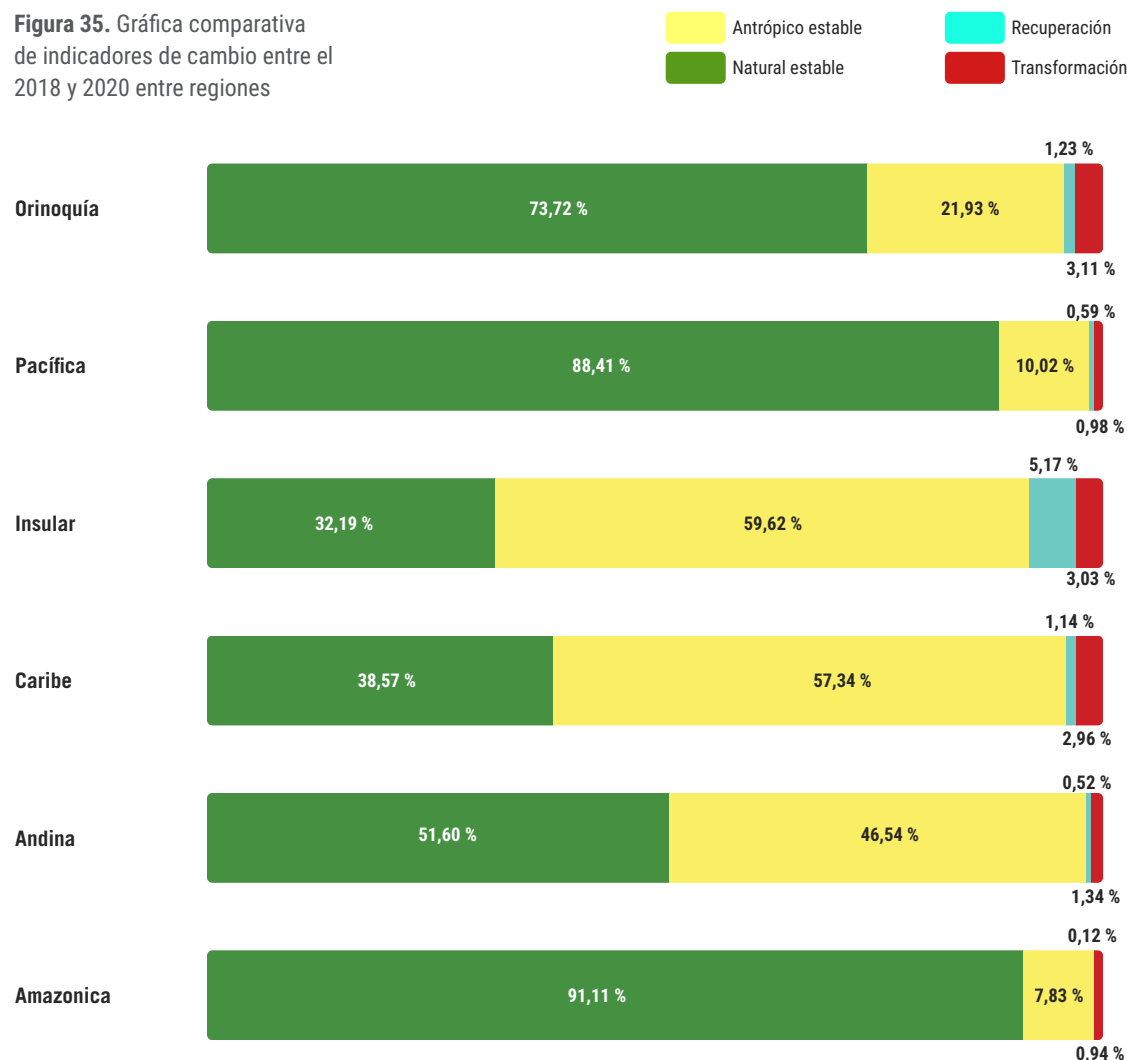
En la Figura 35 se observa que la mayor proporción de cobertura natural estable se presenta en la región Amazónica (91,11 %), seguida por la región Pacífica (88,41 %) y la Orinoquía (73,72 %); la región con menor cobertura natural estable es la Insular (32,19 %).

Así mismo, la región Insular tiene la mayor proporción de cobertura antrópica estable (59,62 %), seguida por la región Caribe (57,34 %) y la región Andina (46,54 %). Las regiones con menor área antrópica estable son la Pacífica (10,02 %) y la Amazónica (7,83 %), lo que refleja su estado de mayor naturalidad.

Las tasas de recuperación son relativamente bajas en todas las regiones; la Insular presenta la mayor (5,17 %), seguida por la Orinoquía (1,23 %) y el Caribe (1,14 %). En las demás regiones, la recuperación es muy limitada, con porcentajes inferiores al 1 %.

La transformación es más significativa en la Orinoquía (3,11 %), la región Insular (3,03 %) y el Caribe (2,96 %). En la Amazónica y la Pacífica, los porcentajes de transformación son menores al 1 %, lo que indica poca intervención antrópica en proporción al área de cada región, aunque significativa en el total nacional.

Figura 35. Gráfica comparativa de indicadores de cambio entre el 2018 y 2020 entre regiones





INDICADORES DE CAMBIO POR DEPARTAMENTO

En este apartado, el análisis se centra en las variaciones de la condición de coberturas a nivel departamental, lo que proporciona una visión más localizada de los cambios ocurridos en el territorio colombiano. Se presentan comparaciones entre departamentos, destacando aquellos con mayores tasas de transformación y los que han mantenido una mayor estabilidad. Este enfoque departamental permite identificar patrones regionales y subregionales, así como posibles áreas críticas para la implementación de estrategias de manejo y conservación.

En la Tabla 44 se presentan las áreas medidas en hectáreas y los porcentajes que representa cada departamento en los indicadores del país.

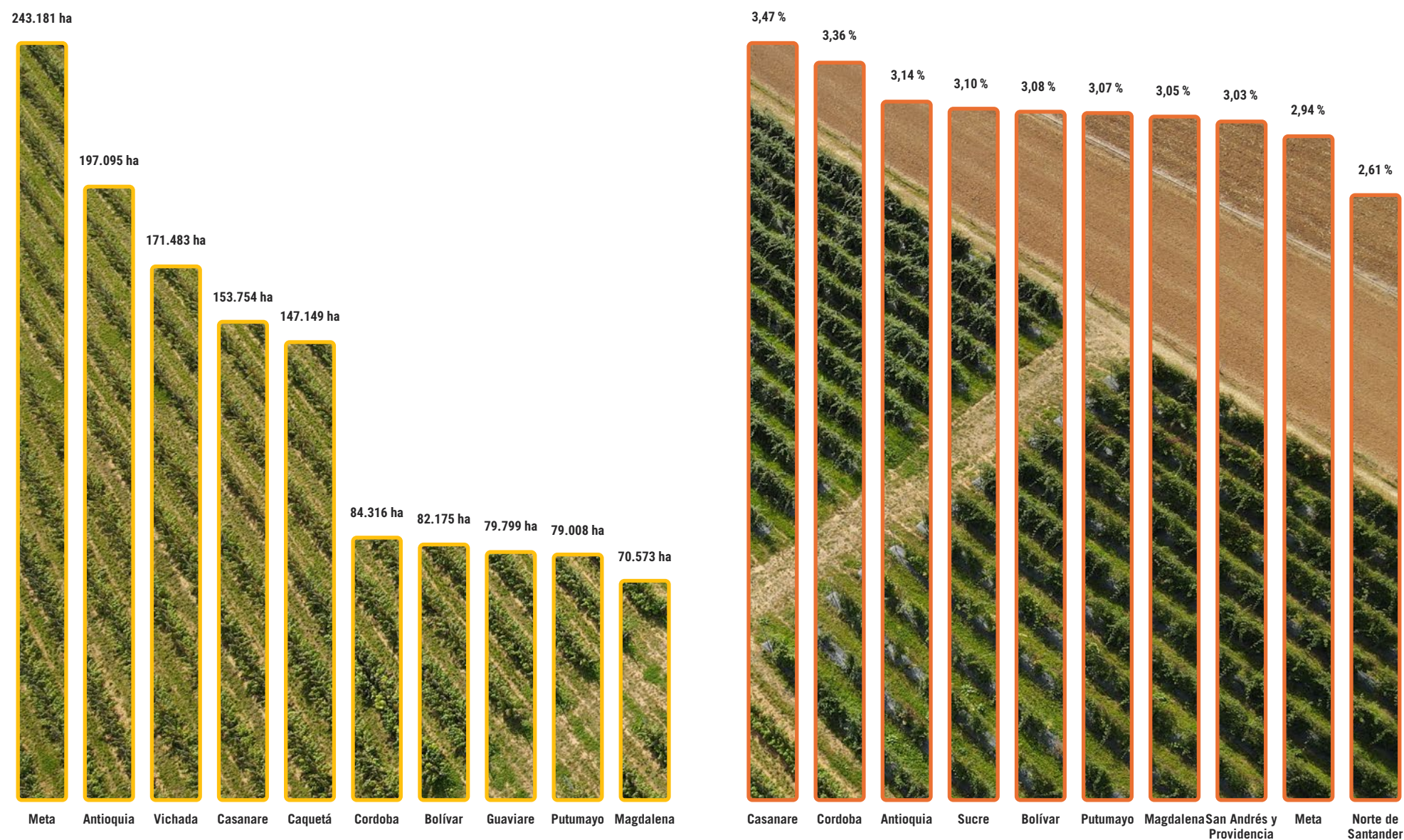
En la Figura 36 se identifican los diez departamentos más transformados de Colombia entre 2018 y 2020, con el área transformada en cada uno; así mismo, se presentan los 10 departamentos con mayor porcentaje de transformación con respecto a su superficie total.

Como se observa, los departamentos de Antioquia, Casanare, Córdoba, Bolívar, Magdalena, Meta y Putumayo se encuentran entre los 10 más transformados entre 2018 y 2020, tanto en área como en proporción.

Tabla 44. Indicadores de cambio entre 2018 y 2020 por departamento y proporción con respecto al área total del indicador a nivel nacional

DEPARTAMENTO	ANTRÓPICO ESTABLE		NATURAL ESTABLE		RECUPERACIÓN		TRANSFORMACIÓN		TOTAL ÁREA ha
	ÁREA ha	%	ÁREA ha	%	ÁREA ha	%	ÁREA ha		
Amazonas	17.681	0,06	10.774.407	13,33	361	0,06	6.392	0,34	10.798.840
Antioquia	3.224.625	10,63	2.779.359	3,44	77.524	12,35	197.095	10,59	6.278.602
Arauca	613.401	2,02	1.686.786	2,09	10.755	1,71	60.738	3,26	2.371.680
Bolívar	1.168.942	3,85	1.373.432	1,70	41.729	6,65	82.175	4,42	2.666.278
Caldas	499.504	1,65	231.970	0,29	1.265	0,20	9.482	0,51	742.221
Casanare	1.273.875	4,20	2.931.541	3,63	67.535	10,76	153.754	8,26	4.426.704
Cauca	1.142.282	3,76	1.880.625	2,33	16.710	2,66	52.251	2,81	3.091.867
Cesar	1.308.155	4,31	870.482	1,08	25.147	4,01	49.320	2,65	2.253.104
Chocó	423.191	1,39	4.343.680	5,37	30.776	4,90	45.163	2,43	4.842.810
Córdoba	1.719.606	5,67	688.768	0,85	15.685	2,50	84.316	4,53	2.508.375
Cundinamarca	1.481.232	4,88	734.677	0,91	7.602	1,21	11.008	0,59	2.234.519
Guainía	35.808	0,12	7.043.800	8,71	922	0,15	11.276	0,61	7.091.806
Guaviare	507.621	1,67	4.934.810	6,11	18.090	2,88	79.799	4,29	5.540.320
Huila	975.009	3,21	811.956	1,00	7.248	1,16	19.493	1,05	1.813.707
La Guajira	613.812	2,02	1.396.417	1,73	16.428	2,62	30.618	1,65	2.057.275
Magdalena	1.292.133	4,26	913.264	1,13	34.978	5,57	70.573	3,79	2.310.948
Meta	2.562.578	8,45	5.371.029	6,64	89.424	14,25	243.181	13,07	8.266.211
N/A	6.676	0,02	26.910	0,03	183	0,03	440	0,02	34.210
Norte de Santander	998.107	3,29	1.115.542	1,38	11.895	1,90	56.872	3,06	2.182.416
Putumayo	416.908	1,37	2.073.985	2,57	241	0,04	79.008	4,25	2.570.141
Quindío	124.289	0,41	66.888	0,08	54	0,01	2.088	0,11	193.320
Risaralda	191.137	0,63	162.217	0,20	303	0,05	1.994	0,11	355.651
San Andrés y Providencia	2.974	0,01	1.606	0,00	258	0,04	151	0,01	4.989
Santander	1.823.045	6,01	1.163.935	1,44	13.835	2,20	50.418	2,71	3.051.233
Sucre	673.579	2,22	332.731	0,41	19.374	3,09	32.800	1,76	1.058.484
Tolima	1.253.412	4,13	1.123.750	1,39	9.740	1,55	25.906	1,39	2.412.808
Valle del Cauca	980.169	3,23	1.063.127	1,32	10.754	1,71	13.167	0,71	2.067.217
Vaupés	50.851	0,17	5.241.951	6,49	1.183	0,19	12.077	0,65	5.306.062
Vichada	553.376	1,82	9.115.700	11,28	66.730	10,63	171.483	9,22	9.907.289
Boyacá	1.263.961	4,17	1.025.137	1,27	7.566	1,21	11.169	0,60	2.307.834
Atlántico	228.210	0,75	91.869	0,11	4.461	0,71	6.799	0,37	331.338
Bogotá, D.C.	78.938	0,26	82.848	0,10	32	0,01	29	0,00	161.847
Caquetá	1.933.171	6,37	7.180.672	8,88	9.916	1,58	147.149	7,91	9.270.907
Nariño	903.724	2,98	2.195.375	2,72	8.819	1,41	42.683	2,29	3.150.601
Total general	30.341.983	100,00	80.831.244	100,00	627.522	100,00	1.860.865	100,00	113.661.614

Figura 36. 10 departamentos con mayor área y proporción de área de transformación entre 2018 y 2020





INDICADORES DE CAMBIO POR AUTORIDAD AMBIENTAL REGIONAL

Finalmente, este apartado examina los cambios de cobertura según las jurisdicciones de las diferentes autoridades ambientales en Colombia, de acuerdo con los indicadores de cambio definidos.

En la Tabla 45 se presentan las áreas medidas en hectáreas y los porcentajes que representa cada una de las autoridades ambientales regionales en los indicadores de cambio del país.

En la Figura 37 se identifican las 10 jurisdicciones de autoridades ambientales más transformadas de Colombia entre 2018 y 2020, con el área transformada y el porcentaje en relación con la extensión total de cada jurisdicción.

En la gráfica de la izquierda se observa que Corporinoquía lidera en términos absolutos de área transformada, con 388.794 ha afectadas, seguida de Cormacarena con 243.181 ha y Corpoamazonía con 232.549 ha, sumando entre las tres jurisdicciones el 53,24 % de la transformación del país.

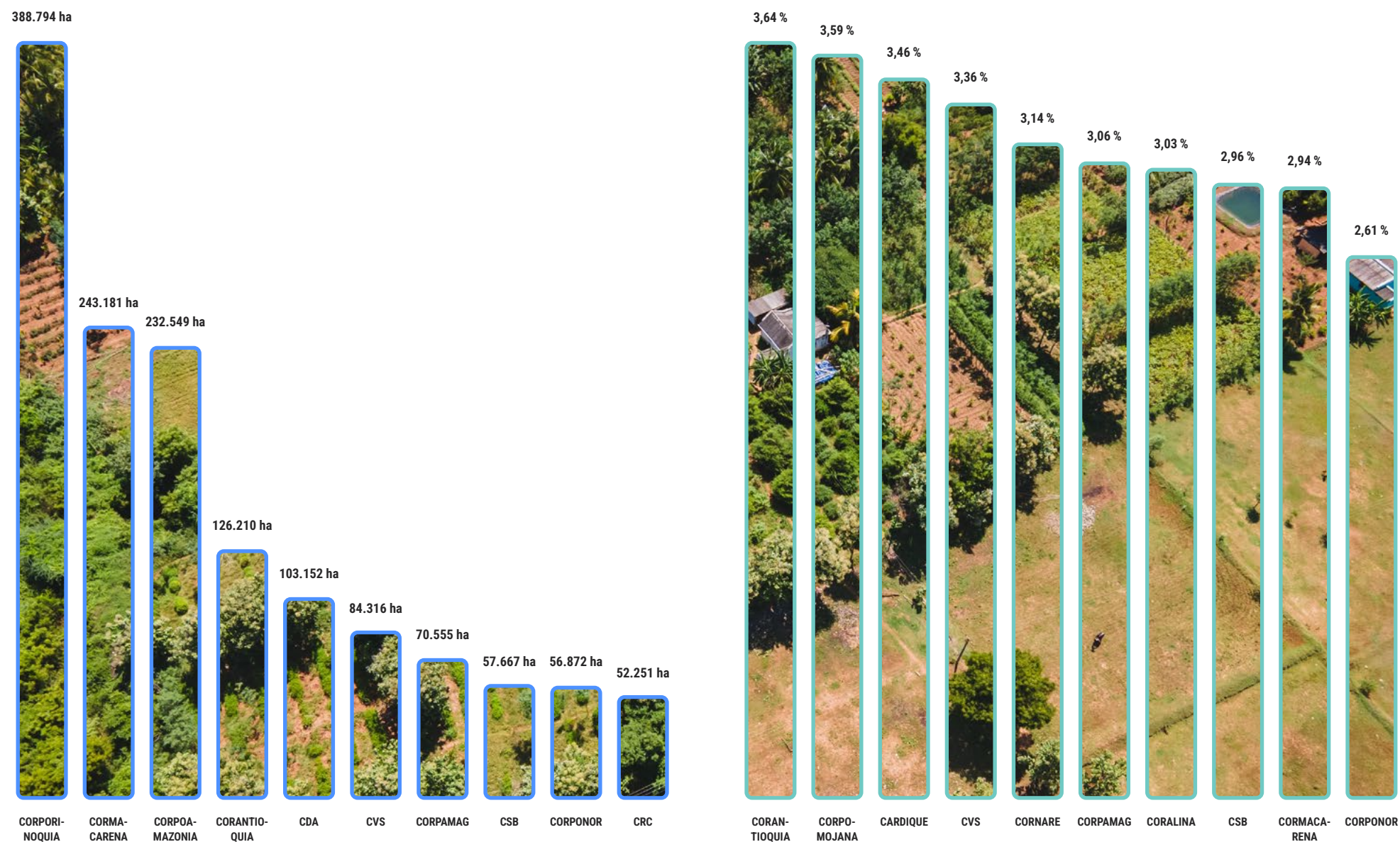
En la gráfica de la derecha se aprecia el impacto relativo de la transformación en función del tamaño de cada jurisdicción, lo que permite una visión más ajustada a la intensidad de los cambios dentro de cada área; en este análisis, Corantioquia, Corpomojana y Cardique presentan el mayor porcentaje.

Resalta la presencia de Corantioquia, Cormacarena, Corpamag, CSB (Corporación del Sur de Bolívar), CVS (Corporación Autónoma Regional de los Valles del Sinú y del San Jorge) y Corponor en ambas categorías, es decir, presentan zonas con transformación intensa y extensa en su jurisdicción.

Tabla 45. Indicadores de cambio entre 2018 y 2020 por autoridad ambiental regional y proporción con respecto al área total del indicador a nivel nacional

DEPARTAMENTO	ANTRÓPICO ESTABLE		NATURAL ESTABLE		RECUPERACIÓN		TRANSFORMACIÓN		TOTAL ÁREA ha
	ÁREA ha	%	ÁREA ha	%	ÁREA ha	%	ÁREA ha		
Corporinoquía	2.682.594	8,84	14.042.836	17,37	147.063	23,44	388.794	20,89	17.261.288
Cormacarena	2.562.578	8,45	5.371.029	6,64	89.424	14,25	243.181	13,07	8.266.211
Corpoamazonía	2.367.759	7,80	20.029.063	24,78	10.518	1,68	232.549	12,50	22.639.889
Corantioquia	1.953.912	6,44	1.346.709	1,67	42.713	6,81	126.210	6,78	3.469.545
CDA	594.280	1,96	17.220.560	21,30	20.195	3,22	103.152	5,54	17.938.187
CVS	1.719.606	5,67	688.768	0,85	15.685	2,50	84.316	4,53	2.508.375
Corpamag	1.286.831	4,24	911.971	1,13	34.978	5,57	70.555	3,79	2.304.335
CSB	739.059	2,44	1.126.827	1,39	26.255	4,18	57.667	3,10	1.949.807
Corponor	998.107	3,29	1.115.542	1,38	11.895	1,90	56.872	3,06	2.182.416
CRC	1.142.282	3,76	1.880.625	2,33	16.710	2,66	52.251	2,81	3.091.867
Corpocesar	1.308.155	4,31	870.482	1,08	25.147	4,01	49.320	2,65	2.253.104
Codechocó	423.191	1,39	4.343.680	5,37	30.776	4,90	45.163	2,43	4.842.810
CAS	1.546.518	5,10	991.090	1,23	11.205	1,79	43.428	2,33	2.592.241
Corpourabá	720.120	2,37	1.085.822	1,34	30.290	4,83	43.294	2,33	1.879.527
Corponariño	903.724	2,98	2.195.375	2,72	8.819	1,41	42.683	2,29	3.150.601
Corpoguajira	613.812	2,02	1.396.417	1,73	16.428	2,62	30.618	1,65	2.057.275
Cortolima	1.253.412	4,13	1.123.750	1,39	9.740	1,55	25.906	1,39	2.412.808
Cornare	460.092	1,52	323.886	0,40	3.731	0,59	25.574	1,37	813.282
Cardique	422.553	1,39	246.272	0,30	15.474	2,47	24.508	1,32	708.807
CAM	981.686	3,24	838.866	1,04	7.432	1,18	19.933	1,07	1.847.917
Corpomojana	256.459	0,85	253.454	0,31	14.914	2,38	19.538	1,05	544.366
Carsucre	417.120	1,37	79.277	0,10	4.460	0,71	13.262	0,71	514.118
CVC	963.065	3,17	1.047.936	1,30	10.604	1,69	13.005	0,70	2.034.611
Corpocaldas	499.504	1,65	231.970	0,29	1.265	0,20	9.482	0,51	742.221
CAR	1.257.299	4,14	553.962	0,69	7.474	1,19	8.141	0,44	1.826.876
Corpoboyacá	882.743	2,91	716.517	0,89	4.950	0,79	7.852	0,42	1.612.062
CDMB	276.528	0,91	172.845	0,21	2.629	0,42	6.990	0,38	458.992
CRA	216.775	0,71	89.343	0,11	4.312	0,69	6.744	0,36	317.174
CRQ	124.289	0,41	66.888	0,08	54	0,01	2.088	0,11	193.320
Corpochivor	220.081	0,73	85.868	0,11	262	0,04	2.077	0,11	308.288
AMVA	90.501	0,30	22.941	0,03	790	0,13	2.016	0,11	116.249
Carder	191.137	0,63	162.217	0,20	303	0,05	1.994	0,11	355.651
Corpoguavio	185.177	0,61	176.013	0,22	471	0,07	1.316	0,07	362.977
EPA buenaventura	5.102	0,02	14.886	0,02	150	0,02	160	0,01	20.297
Coralina	2.974	0,01	1.606	0,00	258	0,04	151	0,01	4.989
Barranquilla Verde	11.435	0,04	2.525	0,00	149	0,02	55	0,00	14.164
Dadsa	5.301	0,02	1.294	0,00		0,00	18	0,00	6.613
Dagma	12.003	0,04	305	0,00		0,00	2	0,00	12.309
EPA cartagena	7.330	0,02	333	0,00		0,00	0	0,00	7.663
SDA	36.890	0,12	1.492	0,00		0,00		0,00	38.382
Total general	30.341.983	100	80.831.244	100	627.522	100	1.860.865	100	113.661.614

Figura 37. 10 autoridades ambientales regionales más transformadas





ANÁLISIS ESPECIALES

Como se ha visto, la información sobre el cambio de coberturas de la tierra es fundamental para entender la dinámica de las áreas naturales y los patrones de uso y ocupación del suelo en Colombia. Este tipo de datos permite identificar tendencias de transformación, como la expansión de actividades agropecuarias o la reducción de áreas naturales, y medir su impacto sobre la biodiversidad, los recursos hídricos y el clima. Al monitorear y analizar estos cambios de forma continua, es posible diseñar y ajustar políticas públicas, planes de conservación y estrategias de desarrollo sostenible que respondan a las necesidades reales del territorio, promoviendo un equilibrio entre el desarrollo económico y la preservación de los recursos naturales.

La diversidad de análisis posibles a partir de los datos de cambio de coberturas permite adaptarlos a diferentes objetivos e intereses específicos. Por ejemplo, los estudios pueden enfocarse en identificar áreas críticas de pérdida de bosques y otras coberturas naturales, monitorear la recuperación de ecosistemas degradados o evaluar el impacto de actividades extractivas en territorios de alta biodiversidad. También es posible comparar el grado de transformación entre regiones o determinar la efectividad de políticas ambientales implementadas en zonas particulares. Esta flexibilidad analítica convierte los datos de cambio de coberturas de la tierra en una herramienta versátil, útil tanto para investigadores y ambientalistas como para tomadores de decisiones en diversos sectores, desde la planificación territorial hasta la mitigación del cambio climático.

Como parte de esta publicación, a continuación se presentan dos análisis aplicados: uno sobre la urbanización y otro sobre la transformación ocurrida en las áreas de páramos entre los años 2018 y 2020.

Urbanización 2018-2020

Para este análisis, se entiende el término urbanización como el cambio de territorios agrícolas, bosques y áreas seminaturales, áreas húmedas y superficies de agua a territorios artificializados (exceptuando las zonas de extracción minera y escombreras), lo que indica un aumento de zonas urbanizadas, zonas industriales o comerciales, redes de comunicación y zonas verdes artificializadas no agrícolas.

El cálculo se realiza a partir de las métricas de cambio que se refieren a urbanización, denominadas: urbanización en coberturas agropecuarias, incluida en el indicador de antrópico estable, y urbanización en coberturas naturales, incluida en el indicador de transformación. Para el país, entre los años 2018 y 2020, se registraron en total 18.713 ha nuevas urbanizadas.

La Figura 38 muestra la distribución de las áreas urbanizadas en Colombia entre 2018 y 2020, con una leve exageración para mejorar su visibilidad. Además, presenta una coropleta que indica el rango de áreas urbanizadas en cada una de las regiones naturales del país.

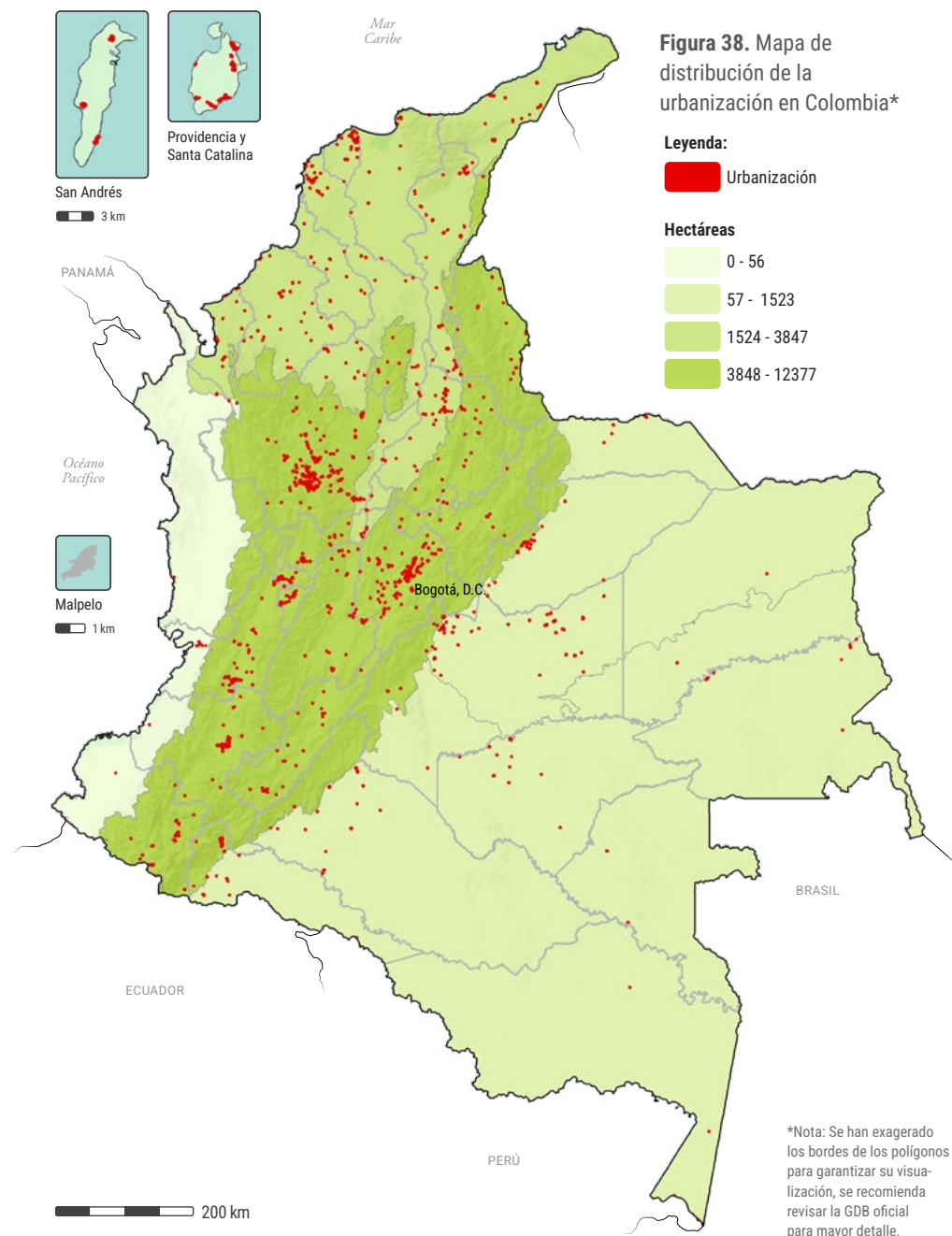
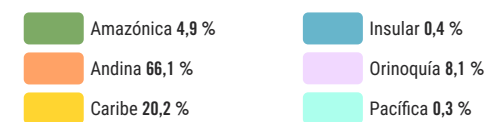


Figura 39. Distribución de la urbanización en las regiones naturales



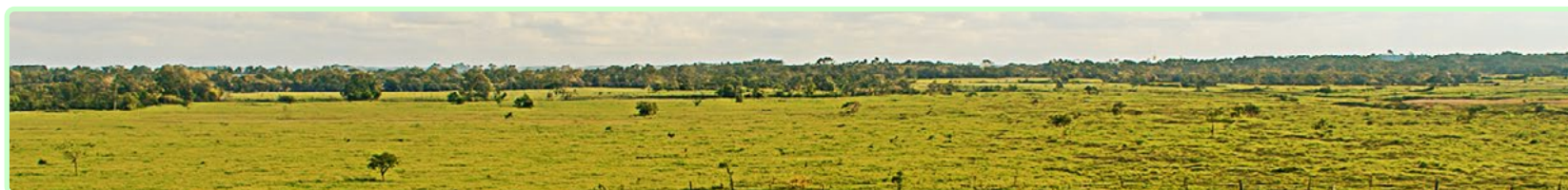
La distribución de la urbanización en las regiones naturales se concentró mayoritariamente en la región Andina, con el 66,1 % del área urbanizada en el país, seguida del Caribe con el 20,6 % (Figura 39).

Ahora bien, del total del área urbanizada en el país, el 94,29 % ocurrió sobre coberturas agropecuarias, con 17.645 ha, y el restante 5,71 % corresponde a urbanización sobre coberturas naturales, con 1.068 ha.

La urbanización en coberturas agropecuarias reemplazó principalmente áreas de pastos (231), mosaicos de pastos (242) y cultivos, como se observa en la Figura 40, donde se presentan las 5 coberturas con mayor área de reemplazo.

Para el caso de la urbanización en coberturas naturales, las coberturas más reemplazadas fueron la vegetación secundaria (323), los herbazales (321) y los arbustales (322), como se observa en la Figura 41.

Figura 40. Principales coberturas antrópicas reemplazadas por urbanización



2.3.1

Pastos limpios **6.030 ha**



2.4.2

Mosaico de pastos y cultivos **5.177 ha**



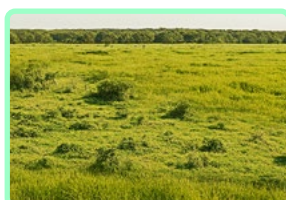
2.4.3

Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales **2.541 ha**



2.4.4

Mosaico de pastos con espacios naturales **1.389 ha**



2.3.3

Pastos enmalezados **900 ha**

Figura 41. Principales coberturas naturales reemplazadas por urbanización



3.2.3

Vegetación secundaria o en transición **452 ha**



3.2.1

Herbazales **302 ha**



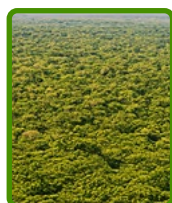
3.2.2

Arbustales **197 ha**



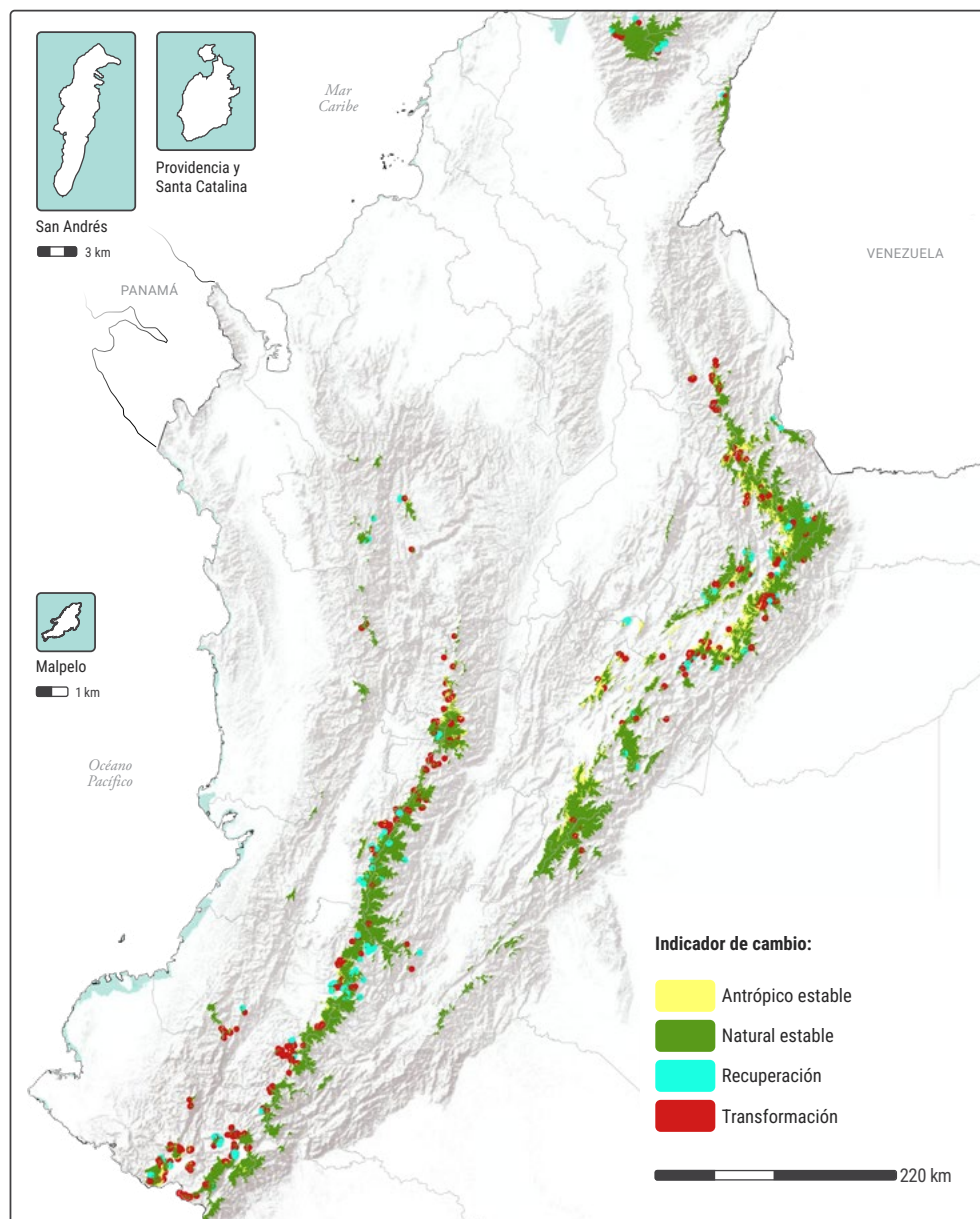
3.1.4

Bosque de galería y ripario **56 ha**



3.1.1

Bosque denso **45 ha**

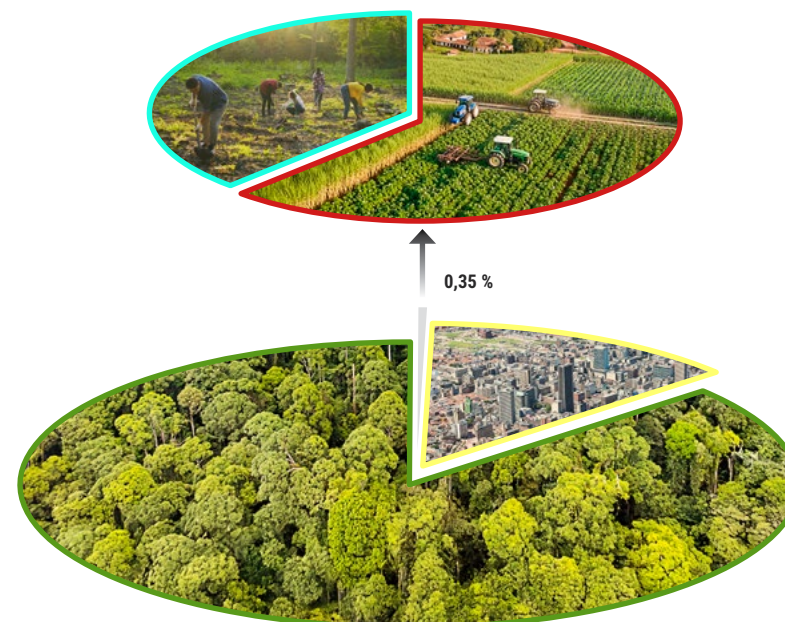
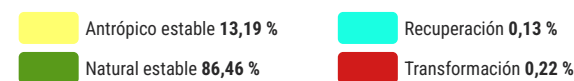
Figura 42. Mapa de indicadores de cambio entre 2018 y 2020 en páramos*

*Nota: se han exagerado los bordes de los polígonos para garantizar su visualización, se recomienda revisar la GDB oficial para mayor detalle.

Transformación en páramos 2018-2020

Como ejemplo de algunas de las principales utilidades del análisis de cambios, se presenta el estudio de lo ocurrido entre 2018 y 2020 en las áreas delimitadas como páramos en Colombia por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. En la Figura 42 se muestra el mapa de distribución de los indicadores de cambio en los páramos.

A nivel nacional, se observó una transformación del 0,22 % de la superficie de páramo, equivalente a 6.223,78 ha, frente a una recuperación del 0,13 %, correspondiente a 3.801,83 ha (Figura 43).

Figura 43. Indicadores de cambio en los páramos de Colombia

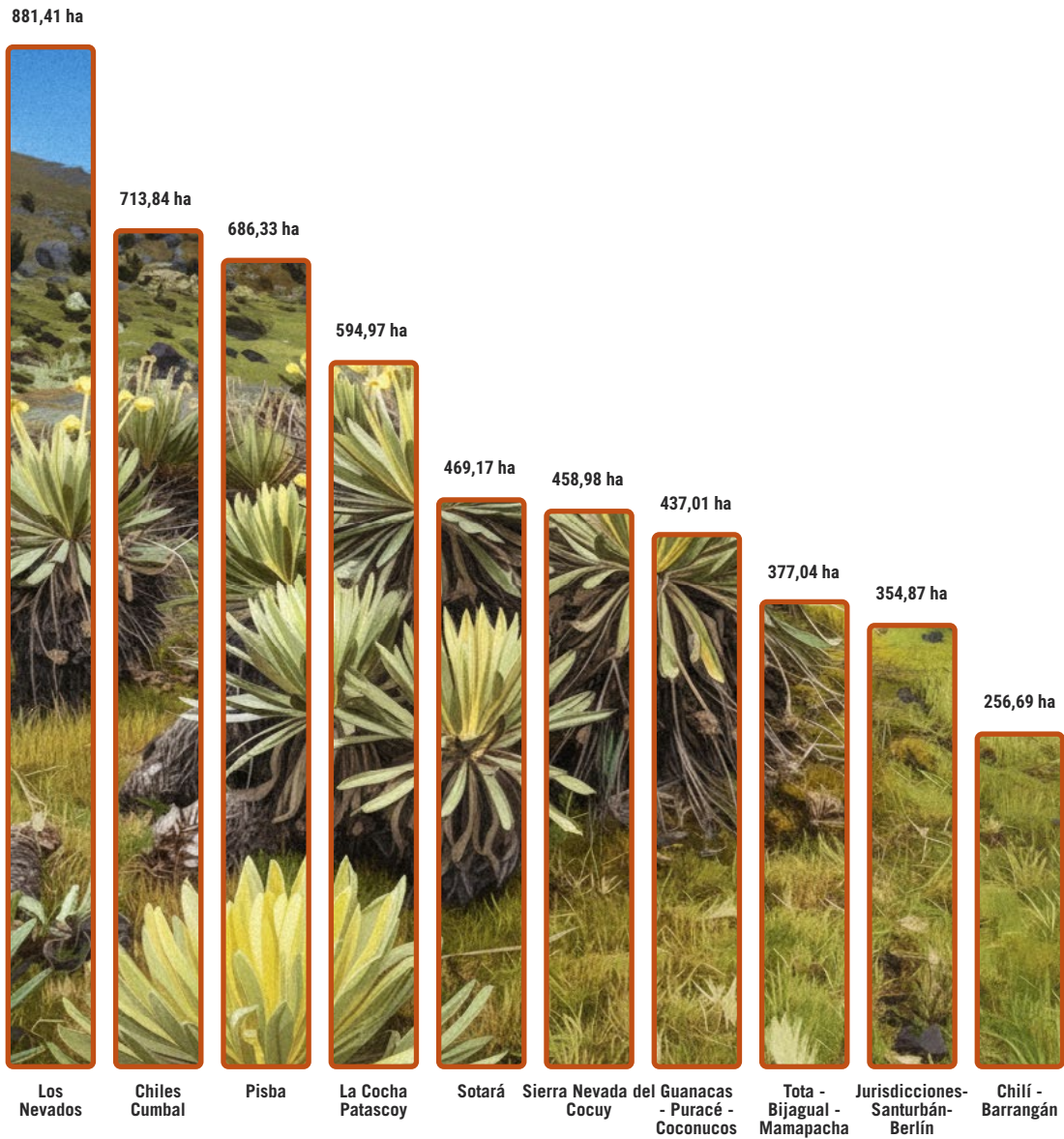
Los páramos más transformados en proporción con su extensión fueron Chiles-Cumbal, Los Nevados, Pisba y Sotará, como se indica en la Tabla 46.

Ahora bien, el 84 % de la transformación en los páramos de Colombia entre 2018 y 2020 se concentró en 10 de los 37 páramos delimitados por el ministerio en 2020; como se observa en la Figura 44, el páramo de Los Nevados presenta el mayor porcentaje de superficie transformada.

Tabla 46. Páramos más transformados en proporción a su superficie entre 2018 y 2020

NOMBRE DEL PÁRAMO	ÁREA TOTAL DEL PÁRAMO (ha)	TRANSFORMACIÓN (ha)	%
Chiles Cumbal	64.728,04	713,84	1,10
Los Nevados	133.610,88	881,41	0,66
Pisba	106.005,89	686,33	0,65
Sotará	80.962,20	469,17	0,58
La Cocha Patascoy	152.960,88	594,97	0,39
Cerro Plateado	17.085,94	64,22	0,38
Citará	11.233,23	41,16	0,37
Chilí - Barrangán	80.691,04	256,69	0,32
Guanacas - Puracé - Coconucos	137.789,77	437,01	0,32
Jurisdicciones- Santurbán- Berlín	129.479,94	354,87	0,27

Figura 44. 10 páramos con mayor área de transformación entre 2018 y 2020



ANÁLISIS DE CAMBIO DE
COBERTURAS DE LA TIERRA
ENTRE LOS AÑOS 2018 Y 2020
EN COLOMBIA



Capítulo 6

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES





La metodología Corine Land Cover, utilizada en la construcción de los mapas, y la metodología adaptada para el análisis de cambio, con la conceptualización de indicadores y métricas de cambio, son herramientas esenciales y fácilmente replicables en la estructuración del sistema de monitoreo de coberturas de la tierra en Colombia.

Entre 2018 y 2020, Colombia experimentó una conversión considerable de áreas naturales, especialmente hacia usos agropecuarios y ganaderos. Esto se refleja en la gran extensión de hectáreas transformadas en coberturas agropecuarias y pastizales, lo que indica una tendencia hacia la expansión agrícola en detrimento de áreas naturales.

La vegetación secundaria, que representa áreas en proceso de regeneración o recuperación, fue una de las coberturas naturales más afectadas. La conversión de estos terrenos a usos agropecuarios podría detener el proceso natural de restauración ecológica y reducir las oportunidades para la recuperación de la biodiversidad en el país.

La transformación de áreas naturales en pastos y coberturas agropecuarias, junto con la aparición de zonas quemadas, sugiere una fuerte presión sobre los ecosistemas naturales de Colombia. Este tipo de cambio no solo impacta la biodiversidad, sino también servicios ecosistémicos esenciales como la regulación del agua, la captura de carbono y la fertilidad del suelo.

La notable expansión de tierras destinadas a la agricultura y la ganadería refleja una creciente demanda de recursos para estos sectores. Sin embargo, esta expansión puede ser insostenible a largo plazo si no se gestiona adecuadamente, ya que puede llevar a la degradación del suelo, erosión y pérdida de hábitats esenciales.

El cambio de coberturas observado durante este periodo plantea grandes desafíos para la sostenibilidad y la conservación en Colombia. Si bien el crecimiento agrícola es importante para la economía, la pérdida de cobertura natural pone en riesgo la riqueza ecológica del país. Esto sugiere la necesidad de implementar políticas de ordenamiento territorial que equilibren el desarrollo económico con la conservación de los ecosistemas.

Las regiones naturales más conservadas durante el periodo analizado fueron la Amazonía y la región Pacífica, en contraste con la Orinoquía y la región Caribe, que mostraron los mayores porcentajes de transformación.

Las tablas de cambio que incluyen todos los tipos de cambio ocurridos, presentadas como anexo e incluyendo los analizados en esta memoria y los restantes, permiten realizar análisis adicionales específicos de acuerdo con las necesidades de los usuarios, entre 2018 y 2020.

El análisis de cambio de coberturas de la tierra en Colombia es fundamental para comprender cómo las actividades humanas y los fenómenos naturales afectan la transformación del territorio. Este tipo de estudios permite identificar áreas de conservación y de alto valor ecológico, así como zonas de mayor vulnerabilidad o presión debido a actividades como la expansión agropecuaria, la minería y la deforestación. Continuar realizando estos análisis de manera periódica es esencial para orientar políticas de desarrollo sostenible, fortalecer estrategias de conservación y restauración, y evaluar el impacto de políticas ambientales en el tiempo. Solo a través de un monitoreo constante se pueden detectar tendencias, anticipar cambios significativos y tomar decisiones informadas que contribuyan a la preservación de la biodiversidad y a la gestión adecuada de los recursos naturales en el país.

ANÁLISIS DE CAMBIO DE
COBERTURAS DE LA TIERRA
ENTRE LOS AÑOS 2018 Y 2020
EN COLOMBIA



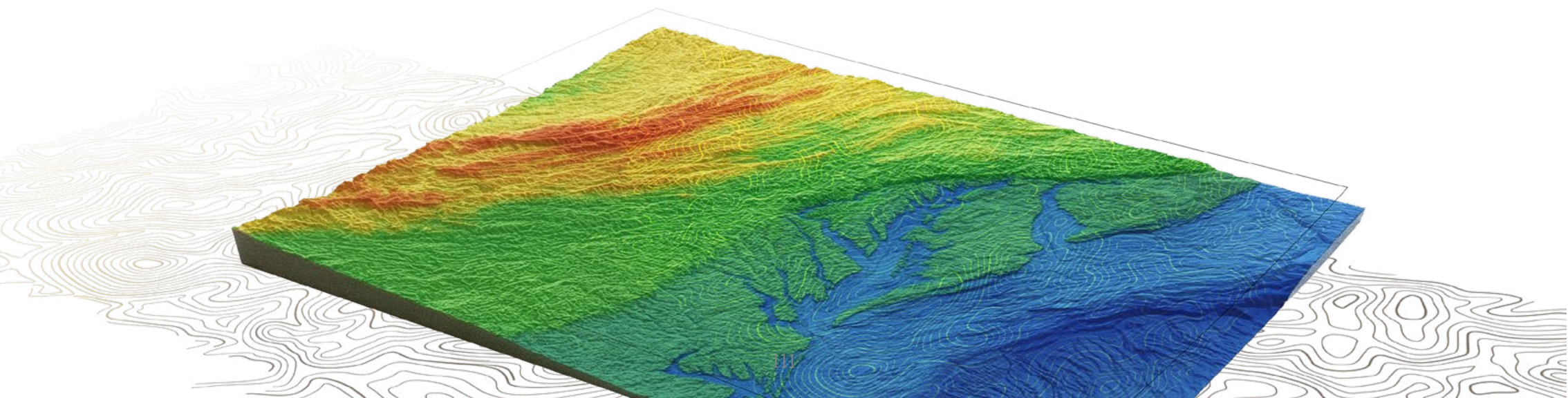
ANEXO



ANEXO.

Tabla de datos de análisis de cambio entre 2018 y 2020.

<https://www.ideam.gov.co/file-download/download/public/16230>





BIBLIOGRAFÍA

- Agencia Ambiental Europea. (2011). *Manual of Corine Land Cover Changes*. Copernicus Land Monitoring Services. <https://land.copernicus.eu/en/technical-library/manuela-of-corine-land-cover-changes>
- Agencia Ambiental Europea. (s.f.). *European Environment Agency*. <https://www.eea.europa.eu/>
- Castellanos, H., Gómez, W. F. y Mayorga, N. (2021). *Mapa nacional de coberturas de la tierra, escala 1:100.000, periodo 2018: Metodología Corine Land Cover adaptada para Colombia*. Memoria técnica y resultados. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (Ideam).
- Comisión para la Cooperación Ambiental. (s.f.). *Sistema de monitoreo del cambio en la cobertura del suelo de América del Norte*. <http://www.cec.org/es/sistema-de-monitoreo-del-cambio-en-la-cobertura-del-suelo-de-america-del-norte/>
- Copernicus. (s.f.). *Copernicus: Programa de la Unión Europea*. <https://www.copernicus.eu/>
- Feranec, J. y Soukup, T. (2012). *Land cover and its change in Europe: 1990–2006*. En C. P. Giri (Ed.), *Remote sensing of land use and land cover* (pp. 285–303). CRC Press.
- Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC). (2006). Cap. 2. Metodologías genéricas aplicables a múltiples categorías de uso de la tierra. En *Directrices del IPCC de 2006 para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero. Volumen 4: Agricultura, silvicultura y otros usos de la tierra* (Afolu). Instituto de Estrategias Ambientales Globales (IGES).
- Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas (Sinchi). (2023). *Análisis de los cambios de coberturas de la tierra en el periodo 2018–2020 en la Amazonía colombiana*.
- Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas (Sinchi). (2020). *Índice de naturalidad de los ecosistemas de la Amazonia colombiana año 2018 y cambio 2012-2018*. <https://ierna.sinchi.org.co/informe/4-indice-de-naturalidad-de-los-ecosistemas-de-la-amazonia-colombiana-ano-2018-y-cambio-2012-2018/>
- Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. (s.f.). *Biotablero*. <http://biotablero.humboldt.org.co/>
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible y Autoridad Nacional de Licencias Ambientales. (2018). *Metodología general para la elaboración y presentación de estudios ambientales*.
- Naciones Unidas. (s.f.). *Objetivos de Desarrollo Sostenible*. <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/sustainable-development-goals/>
- Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE). (2018). *Land cover change and conversions*. OECD Publishing. https://www.oecd.org/content/dam/oecd/en/publications/reports/2018/05/land-cover-change-and-conversions_19ac6fb5/72a9e331-en.pdf
- Parques Nacionales Naturales de Colombia. (2021). *Metodología de monitoreo de coberturas de la tierra en las áreas de Parques Nacionales Naturales*.
- Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA). (2020). *Marco mundial de la diversidad biológica posterior a 2020*.
- Rodríguez, J. y Peña, V. (2013). *Análisis de dinámicas de cambio de las coberturas de la tierra en Colombia, escala 1:100.000 periodos 2000–2002 y 2005–2009*. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (Ideam).
- Servicio Geológico Colombiano (SGC). (2017). *Guía metodológica para la zonificación de amenaza por movimientos en masa, escala 1:25.000*. <https://doi.org/10.32685/9789585978225>
- Vasyl, C. (2022). *Rotación de cultivos*. EOS. <https://eos.com/es/blog/rotacion-de-cultivos/>



Ambiente



IDEAM



Instituto colombiano del petróleo y
energías de la transición

