

Análisis de Cambio de Coberturas Antrópicas en los Parques Nacionales Naturales de Colombia entre los años 2019 y 2022 a escala 1:25.000.

Liliana Gualdrón Díaz

Ingeniera Forestal. Control de Calidad monitoreo de coberturas de la tierra, Consolidación de información de apoyo y verificación en campo. Grupo de Gestión del Conocimiento e Innovación.
sensores.remotos@parquesnacionales.gov.co

Luisa Patricia Corredor Gil

Ingeniera Forestal. Equipo de Monitoreo por Sensores Remotos. Grupo de Gestión del Conocimiento e Innovación
luisa.corredor@parquesnacionales.gov.co

RESUMEN

El monitoreo satelital de las coberturas antrópicas en PNN, a escala 1:25.000, inició su línea base en el año 2019 y se han realizado tres lecturas anuales, 2020, 2021 y 2022, a partir de la interpretación de imágenes satelitales Planet Scope para los 52 parques continentales que hacen parte del Sistema de Parques Nacionales Naturales (SPNN). Este artículo presenta los resultados del análisis de cambio de las coberturas entre los años 2019 a 2022 a escala 1:25.000. Se observa una pérdida de coberturas naturales de 79.153 ha, una ganancia de coberturas seminaturales de 1.682 ha y una ganancia de coberturas antrópicas de 78.078 ha. De acuerdo con la escala de análisis a 1:25.000, se pudo calcular un Estado estable de 14.105.919 ha, correspondientes al 97,1% del área de los parques continental que conforman el SPNN; una Presión estable en 277.583 ha, correspondientes al 1,9%; una Recuperación de 28.487 ha, correspondientes al 0,2% y una Transformación de 107.269 ha correspondientes al 0,7%. El área Sin información se debe a zonas con nubes o zonas de ampliación correspondiente a 607 ha (menor al 0,1%). Entre los principales tipos de cambio de transformación observados se encontraron la dinámica agrícola en vegetación secundaria con el 29% de la transformación, las quemas con el 28% y la praderización con el 25% de la transformación para todo el SPNN.

En el top 10 de los parques que aportaron mayor área en la transformación de coberturas naturales en el SPNN, entre 2019 y 2022, se encuentran: PNN Tinigua con el 20,3% y aportando 21.790 ha; El Tuparro con el 17,5% y 18.783 ha; Sierra de la Macarena con el 12,4% y 13.309 ha; Paramillo con el 11,8% y 12.688 ha; Sierra Nevada con el 9,3% y 9.949 ha; La Paya con el

4,9% y 5.292 ha; Serranía de Chiribiquete con el 4,0% y 4.326 ha; Catatumbo Barí con el 3% y 3.221 ha; Nukak con el 2,5% y 2.708 ha; y Puinawai con el 1,5% y 1.579 ha. Estos 10 parques contienen el 87% de la transformación del sistema observada entre 2019 y 2022.

Palabras clave: Parques Nacionales, monitoreo, cambio, coberturas antrópicas, transformación.

Introducción

En los últimos años las herramientas tecnológicas que permiten la captura de información de la tierra a partir de imágenes satelitales, también llamados sensores remotos, se han convertido en una herramienta importante para el análisis y monitoreo de los recursos naturales y su uso ha venido en aumento en la última década. En Parques Nacionales Naturales (PNN) desde el año 2008 se utilizan imágenes satelitales en el monitoreo de coberturas de la tierra y se vienen usando sensores remotos para otras temáticas como precisión de límites, procesos sancionatorios, identificación de infraestructura y temas de uso, ocupación y tenencia. El uso de sensores permite a Parques Nacionales Naturales mejorar y ampliar la obtención de datos de sus áreas protegidas, obteniendo información de lugares donde se dificultan los recorridos de campo y permitiendo mejorar la gobernabilidad en las mismas.

En este contexto, la subdirección de gestión y manejo de áreas protegidas de Parques Nacionales Naturales de Colombia realiza desde el año 2019 el monitoreo anual de coberturas antrópicas a escala 1:25.000, cuyo objetivo principal es mantener una base de información sistematizada, oportuna y veraz de sus coberturas, así como de las condiciones de "Naturalidad" de sus valores objetos de conservación a nivel de cobertura; contando a la fecha con cuatro temporalidades de análisis que datan de los años 2019, 2020, 2021 y 2022. Esto ha permitido precisar la toma de decisiones en temáticas de mapa de presiones, uso, ocupación y tenencia, proyectos de restauración, programación de recorridos de control y vigilancia, entre otras líneas estratégicas de manejo de la Entidad.

Con la información del primer y último año analizados se presenta en este artículo los resultados del análisis de cambios de las coberturas antrópicas observados en cada uno de los Parques Nacionales Naturales Continentales de Colombia a escala 1:25.000.

Métodos

El área geográfica objeto del monitoreo son todas las áreas continentales del Sistema de Parques Nacionales Naturales, 52 en total, sobre las cuales se revisan la totalidad de coberturas del parque, se agrupan las coberturas naturales en una sola unidad y se discriminan las coberturas antrópicas (seminaturales y transformadas) presentes dentro de las mismas. Los límites utilizados en la delimitación son los definidos en la precisión de límites vigente para el año 2022 versión 1, excepto para el ANU Los Estoraques, donde se usaron los límites 2022 versión 3 en la zona de ampliación.

A partir de las imágenes Planet Scope adquiridas por Parques Nacionales para los años 2019 y 2022, se interpretaron visualmente los cambios en las coberturas modificadas o alteradas por el hombre siguiendo la metodología CORINE Land Cover (CLC), construida por Bossard, 2000; adaptada a Colombia por IDEAM et al, 2008 y adoptada en el sistema de gestión de calidad de Parques Nacionales mediante la “Metodología para el monitoreo de Coberturas de la Tierra en Parques Nacionales Naturales”, con especificaciones para la escala 1:25.000. Como reglas temáticas en la reinterpretación se trabajó un área mínima de cambio de 0,2 ha, respetando la unidad mínima general de 1 ha en la delimitación de todas las unidades de cobertura, haciendo excepción de los territorios artificializados en los que se trabajó la unidad mínima de 0,3 ha, esto de acuerdo a lo que dice la metodología utilizada. Así mismo se separaron las coberturas antrópicas lineales como vías y canales con un ancho igual o mayor a 12,5 metros (0,5 mm a la escala).

Para la delineación de las unidades de coberturas antrópicas para los diferentes años, se utilizan como apoyo cinco fuentes de información: 1. Interpretación de la capa de coberturas antrópicas construida para el año inmediatamente anterior; siguiendo la metodología de reinterpretación en donde se conservan las líneas de las coberturas que no presentaron cambio entre los dos años analizados, para evitar registrar cambios inexistentes por imprecisión del trazado, 2. Imágenes de alta resolución consultadas en las plataformas Bing,

Google Earth y ArcGis., 3. La capa geográfica de monitoreo de cultivos ilícitos de SIMCI-UNDOC, para el periodo más reciente disponible., 4. Los puntos de los recorridos de control y vigilancia recogidos por la plataforma SICO Smart y 5. Los puntos enviados por las áreas protegidas como verificación de mapas de coberturas de años anteriores. La interpretación inicial surte un proceso de control de calidad temática y topológica donde se revisan el 100% de las unidades interpretadas para garantizar la coherencia, la exactitud temática y la conformidad topológica.

Adicionalmente, la interpretación preliminar de las áreas de estudio es validada de forma continua por los equipos técnicos de las áreas protegidas a nivel local, quienes verifican las coberturas con el conocimiento de campo y los recorridos al interior de las áreas protegidas. Con las observaciones ajustadas se genera el mapa final de coberturas antrópicas y se calculan los resultados.

Con los mapas de coberturas antrópicas finales de los años analizados, se realizó un diagnóstico y de acuerdo a la condición de naturalidad se clasificaron las coberturas en tres tipos: 1. Coberturas naturales: todas aquellas coberturas que no presentan una intervención antrópica aparente a escala 1:25.000; 2. Coberturas seminaturales: aquellas coberturas que presentan una intervención humana incipiente o que están en un estado de recuperación natural intermedio, como son la vegetación secundaria y los bosque fragmentados; y 3. Coberturas Transformadas: aquellas coberturas de origen antrópico, alteradas por las actividades humanas donde se encuentran principalmente Territorios artificializados, Territorios agrícolas, Plantación forestal, Tierras Erosionadas, Canales, Cuerpos de agua artificiales y Estanques para acuicultura marina. Las áreas fueron calculadas en el sistema de referencia Magna – Sirgas, origen único nacional.

Análisis de Cambio

El análisis de cambio a escala 1:25.000 se enmarca en los cuatro indicadores de Estado estable, Presión estable, Recuperación y Transformación definidos para la escala 1:100.000 de acuerdo a la siguiente tabla:

de la matriz (Figura 1) se identifica el número y color del tipo de cambio entre las dos coberturas analizadas.

A partir de la matriz de cambio se definen los siguientes indicadores:

Tabla 2: Indicadores de cambio detallado

NA	Sin Información
Áreas con presencia de nubes en alguno de los dos periodos.	
0	Sin Cambio
Áreas donde se presenta la misma cobertura de la tierra en los dos periodos de tiempo, por lo cual no se presenta cambio.	
ESTADO ESTABLE	
1	Fragmentación Del Bosque
Áreas que presentan coberturas de bosque no alterado en el primer periodo de tiempo y que se presentan como bosques fragmentados en el segundo. Este indicador muestra las primeras etapas de intervención antrópica que sufren los bosques dado que la unidad de bosque fragmentado es la agrupación de pequeñas intervenciones aisladas en una matriz de bosque. Esta alteración del bosque no se observa como una transformación debido a que la unidad de Bosque Fragmentado continúa siendo bosque en un 70%.	
2	Alteración de la Estructura del Bosque
Son áreas que se presentan como bosque en el primer periodo de tiempo y para el segundo periodo se observan como vegetación secundaria o en transición. Frecuentemente pueden corresponder a la presencia de presiones como leñateo o tala selectiva, que no necesariamente implican una tala rasa de la masa boscosa.	
3	Regeneración a Bosque
Contempla las áreas que vienen de algún tipo de cobertura seminatural y en el segundo periodo de tiempo se observan coberturas de bosques naturales.	
PRESION ESTABLE	
4	Intensificación de la Cobertura Agropecuaria
Cuantifica todas aquellas áreas de mosaicos de coberturas que presentaban espacios naturales en el mapa del primer periodo y que pasaron a otro tipo de mosaico sin espacios naturales o algún tipo de pasto o cultivo puro. A partir de este indicador puede observarse cuando el uso agrícola se hace más intenso, lo que significa una mayor presión sobre los recursos de agua y suelo.	
5	Desintensificación de la Cobertura Agropecuaria
Cuantifica las áreas que en el mapa del primer periodo presentaba algún tipo de cultivo o pasto puro y que para el segundo periodo cambió a algún tipo de mosaico con presencia de espacios naturales. Frecuentemente este indicador muestra las zonas que en primer periodo tenían una presión intensa sobre el suelo y han sido abandonadas ocasionando que se recuperen parcialmente las coberturas naturales, así sea en etapas sucesionales.	
RECUPERACION	
6	Regeneración a Vegetación Secundaria
Aquellas que en el primer periodo se presentaba algún tipo de cultivo o pasto puro y en el segundo periodo cambiaron a vegetación secundaria o en transición. Este indicador muestra las zonas que se están recuperando de una presión agrícola y se encuentran en etapas sucesionales ya sea por efectos de un proceso de restauración pasiva, activa o por simple abandono del territorio.	
7	Recuperación de Arbustales

	Contempla las áreas que vienen de algún tipo de cobertura antrópica y en el segundo periodo de tiempo se observan arbustales naturales como estado clímax de la vegetación.
8	Recuperación de Bosques
	Contempla las áreas que vienen de algún tipo de cobertura transformada y en el segundo periodo de tiempo se observan coberturas de bosques naturales.
9	Recuperación de Herbazales
	Contempla las áreas que vienen de algún tipo de cobertura antrópica y en el segundo periodo de tiempo se observan coberturas de herbazales naturales.
TRANSFORMACION	
10	Dinámica Agrícola en Vegetación secundaria
	Se observa cuando en el primer periodo se presenta vegetación secundaria o en transición y en el segundo periodo cambió a unidades agrícolas como cultivos o pastos. Este indicador muestra las zonas que presentaban una recuperación temporal de la cobertura natural intervenida nuevamente; este fenómeno frecuentemente hace parte de la dinámica antrópica de alteración de coberturas por actividades agrícolas en Parques Nacionales.
11	Minería
	Dada la importancia del tema minero, este indicador busca identificar la transformación de coberturas naturales por presencia de minería en las áreas protegidas.
12	Expansión de la Agricultura
	Con este indicador se pretende identificar todas aquellas áreas que en segundo periodo se observan en coberturas de cultivos puros, o la mezcla de cultivos y pastos sin involucrar espacios naturales; provenientes de coberturas naturales como bosques, herbazales o arbustales.
13	Actividad Agrícola Mixta
	Con este indicador se pretende identificar todas aquellas áreas que en segundo periodo se observan coberturas agrícolas mixtas que involucran espacios naturales (pastos, cultivos y espacios naturales, pastos y espacios naturales o cultivos y espacios naturales) provenientes de coberturas puras naturales como bosques, herbazales o arbustales.
14	Quemas
	Mide el área de cualquier tipo de coberturas naturales del primer periodo de tiempo que se encuentran quemadas en el segundo. Aunque este indicador puede mostrar dinámicas de coberturas naturales, frecuentemente está asociado a un patrón de intervención antrópica en los Parques Nacionales. Su análisis debe tener en cuenta la época climática de la toma de imágenes que se usaron en el proceso de interpretación.
15	Praderización
	Corresponde a todas aquellas áreas que tenían una cobertura natural en el primer periodo de análisis y para el segundo se observa una cobertura de pastos limpios, enmalezados o arbolados. Este tipo de cambio frecuentemente está asociado a la actividad ganadera.
16	Erosión de Coberturas Naturales
	Se presenta cuando cualquier cobertura natural se observa como tierras desnudas o degradadas en el segundo periodo de análisis. Puede ser un indicador de erosión.
17	Urbanización
	Se incluyen las áreas de territorios artificializados presentes en el segundo periodo, provenientes de coberturas naturales en el primer periodo, separando las zonas mineras que son contempladas en el indicador de minería. A partir de este indicador se cuantifican los tejidos urbanos, industriales y vías que pueden estar presionando las áreas del Sistema de Parques.
18	Otros Cambios

Este indicador recoge los cambios que no son considerados en el análisis multitemporal. Estos incluyen tanto los cambios no lógicos que se presentaron como los cambios, que aun siendo lógicos, no se consideraron relevantes para analizar.

Para efectos del presente análisis de cambios y debido a que la mapificación de las coberturas a escala 1:25.000 se está adelantando sobre las coberturas transformadas y seminaturales, agrupando en una sola unidad todas las naturales; los indicadores: 7. Recuperación de Arbustales, 8. Recuperación de Herbazales y 9. Recuperación de bosques, fueron agrupados en un indicador temporal denominado **Ganancia de Coberturas Naturales**. En la medida en que se complete la delimitación de las coberturas naturales, este indicador podrá ser discriminado en cada tipo de cobertura natural alterada o recuperada.

Resultados y Discusión

A continuación, se presentan los resultados de la variación para cada una de las coberturas identificadas y agrupadas por su condición de Naturalidad entre los periodos analizados (2019 y 2022), para las 52 áreas protegidas continentales pertenecientes al SPNN (Ver Tabla 3).

Tabla 3: Variación de las unidades de coberturas de la tierra, por categoría de naturalidad, para 52 áreas protegidas del SPNN años 2019 y 2022

CÓDIGO	LEYENDA	ÁREA 2019	ÁREA 2022	VARIACIÓN ha	VARIACIÓN %
COBERTURAS NATURALES					
32312	Vegetación Secundaria Alta de origen natural	574,56	1.814,41	1.239,85	-1,57
32322	Vegetación Secundaria Baja de origen natural	1.262,14	2.474,77	1.212,63	-1,53
331	Zonas Arenosas Naturales	1,39	1,39	0,00	0,00
3332	Remoción en masa	1.970,01	2.828,44	858,43	-1,08
411	Zonas Pantanosas	1,45	1,45	0,00	0,00
888	Área natural	14.035.413,80	13.952.950,08	-82.463,72	104,18
	TOTAL COBERTURAS NATURALES	14.039.223,36	13.960.070,54	-79.152,81	100,00
COBERTURAS SEMINATURALES					
3131	Bosque Fragmentado con Pastos y Cultivos	1.995,72	1.079,09	-916,63	-54,50
3132	Bosque Fragmentado con Vegetación Secundaria	18.545,59	40.709,68	22.164,09	1.317,71
3133	Bosque Fragmentado por degradación	584,61	1.502,62	918,01	54,58
32311	Vegetación Secundaria Alta de origen antrópico	78.715,78	69.353,05	-9.362,73	-556,64
32321	Vegetación Secundaria Baja de origen antrópico	76.093,19	64.972,46	-11.120,72	-661,15
	TOTAL COBERTURAS SEMINATURALES	175.934,89	177.616,90	1.682,02	100,00
COBERTURAS TRANSFORMADAS					
111	Tejido urbano Continuo	4,61	4,61	0,00	0,00
112	Tejido urbano Discontinuo	487,44	530,53	43,09	0,06
121	Zonas Industriales o Comerciales	26,82	30,79	3,96	0,01
122	Red vial, Ferroviaria y Terrenos Asociados	105,86	105,86	0,00	0,00
124	Aeropuertos	35,87	83,43	47,55	0,06
125	Obras Hidráulicas	14,59	14,59	0,00	0,00
131	Zonas de Extracción Minera	88,21	106,20	18,00	0,02
132	Zonas de Disposición de Residuos	0,32	0,32	0,00	0,00
142	Instalaciones Recreativas	41,04	41,52	0,48	0,00

CÓDIGO	LEYENDA	ÁREA 2019	ÁREA 2022	VARIACIÓN ha	VARIACIÓN %
211	Otros cultivos transitorios	397,45	82,07	-315,38	-0,40
215	Tubérculos	1,20	1,08	-0,12	0,00
221	Cultivos Permanentes Herbáceos	265,22	199,78	-65,45	-0,08
222	Cultivos Permanentes Arbustivos	25.203,41	23.019,61	-2.183,80	-2,80
223	Cultivos Permanentes Arbóreos	183,19	19,86	-163,33	-0,21
231	Pastos Limpios	128.157,96	147.334,77	19.176,81	24,56
232	Pastos Arbolados	3.935,50	3.781,79	-153,72	-0,20
233	Pastos Enmalezados	78.618,25	62.592,68	-16.025,57	-20,53
241	Mosaico de Cultivos	3.020,94	3.927,39	906,46	1,16
242	Mosaico de Pastos y Cultivos	8.890,62	17.998,52	9.107,90	11,67
243	Mosaico de Cultivos, Pastos y Espacios Naturales	6.457,05	22.259,53	15.802,48	20,24
244	Mosaico de Pastos con Espacios Naturales	12.520,29	39.897,46	27.377,18	35,06
245	Mosaico de Cultivos y Espacios Naturales	8.937,56	17.543,46	8.605,90	11,02
315	Plantación Forestal	105,49	105,49	0,00	0,00
334	Zonas Quemadas	17.844,66	38.455,93	20.611,27	26,40
513	Canales	154,56	156,51	1,95	0,00
514	Cuerpos de Agua Artificiales	559,76	623,59	63,84	0,08
523	Estanques para Acuicultura Marina	1,27	0,74	-0,53	0,00
3331	Tierras erosionadas	8.041,05	3.260,04	-4.781,01	-6,12
	TOTAL COBERTURAS TRANSFORMADAS	304.100,21	382.178,17	78.077,97	100,00
99	Nubes	215,46	0,00	-215,46	35,49
	Sin Información por ampliación ANU Estoraques	391,71	0,00	-391,71	64,51
		607,17	0,00	-607,17	100,00
	TOTAL GENERAL	14.519.865,62	14.519.865,62		

En la Tabla 3, entre los años 2019 y 2022 para las 52 áreas continentales del Sistema de Parques Nacionales Naturales de Colombia, se puede observar una pérdida de 79.152,81 ha de coberturas naturales; así como un aumento en las coberturas seminaturales de 1.682,02 ha, dado principalmente por el aumento de los bosques fragmentados con vegetación secundaria (40.709,68 ha) y un aumento de las coberturas transformadas de 78.077,97 ha, representadas principalmente por el incremento en las áreas de coberturas como los mosaicos de pastos con espacios naturales, zonas quemadas y pastos limpios. Se destaca para este cambio, la disminución de los pastos enmalezados y las tierras erosionadas en 16.026 ha y 4.781 ha respectivamente.

A continuación, se revisan los cambios sucedidos en las coberturas entre los dos años analizados y se presentan los resultados en área y porcentaje de área de los indicadores de cambio detallados encontrados para los parques continentales del Sistema de Parques Nacionales:

Tabla 4. Indicadores detallados de cambio en el SPNN continentales

INDICADORES DE CAMBIO GENERAL	No.	INDICADOR DE CAMBIO DETALLADO	AREA ha	%
ESTADO ESTABLE	0	Sin cambio	14.067.898,18	99,73
	1	Fragmentación del bosque	7.645,38	0,05
	2	Alteración de la estructura del Bosque	9.774,14	0,07
	3	Regeneración a Bosque	2.287,10	0,02
	18	Otros Cambios	18.314,25	0,13
Total ESTADO ESTABLE			14.105.919,05	100,00
PRESIÓN ESTABLE	0	Sin cambio	157.103,79	56,60
	4	Intensificación de la cobertura agropecuaria	4.769,41	1,72
	5	Desintensificación de la cobertura agropecuaria	32.692,14	11,78
	18	Otros Cambios	83.017,95	29,91
Total PRESIÓN ESTABLE			277.583,30	100,00
RECUPERACIÓN	6	Regeneración a vegetación secundaria	20.136,38	70,69
	8	Ganancia de Bosques	1.994,20	7,00
	18	Otros Cambios	0,53	0,00
	19	Ganancia de Coberturas Naturales	6.355,80	22,31
Total RECUPERACIÓN			28.486,92	100,00
TRANSFORMACIÓN	10	Dinámica Agrícola en Vegetación Secundaria	31.271,73	29,15
	11	Minería	0,19	0,00
	12	Actividad Agrícola	7.330,53	6,83
	13	Actividad Agrícola Mixta	10.350,28	9,65
	14	Quemas	29.731,49	27,72
	15	Praderización	26.769,48	24,96
	16	Erosión en Coberturas Naturales	1.735,45	1,62
	17	Urbanización	80,05	0,07
Total TRANSFORMACIÓN			107.269,18	100,00

En la Tabla 4 se observa que, en el periodo de tiempo analizado (2019-2022), el 97,15% de las coberturas permanecieron en Estado estable y al interior de estas, el 99,73% no tuvo cambio en sus coberturas naturales y seminaturales, sin embargo, hubo alteración de la estructura del bosque en 9.774,14 ha y fragmentación del bosque en 7.645,38 ha dentro del sistema. En menor proporción se reportan 2.287,10 ha de bosques que fueron regenerados al pasar de bosques fragmentados o vegetación secundaria a bosques densos.

En cuanto a la presión estable que corresponde al 1,91% del sistema, se pudo caracterizar un 56,60% de coberturas sin cambio, seguido de un 11,78% (32.692,14 ha) del área en donde se desintensificó la cobertura agropecuaria y en tercer lugar se observan 4.769,41 ha que corresponde al 1,72% de área del sistema en el que intensificaron sus coberturas agropecuarias. Por último, se observan 83.017,95 ha que corresponden al 29,91% de la presión estable clasificados como otros cambios, donde se agrupan todos aquellos cambios de uso que suceden dentro de las actividades agropecuarias que hacen parte de la dinámica de cambio entre pastos y cultivos.

Parque	10. Dinámica Agrícola en Vegetación Secundaria		11. Minería		12. Actividad Agrícola		13. Actividad Agrícola Mixta		14. Quemadas		15. Praderización		16. Erosión en Coberturas Naturales		17. Urbanización		Total transformación
		%		%		%		%		%		%		%		%	
Iguaque	6	42			0,2	1	5	37			3	20					13
Isla de Salamanca	64	14					151	33	8	2	58	13	174	38	2	0,4	457
La Paya	2.461	47			832	16	416	8	71	1	1.512	29	0,1	0,0			5.292
Las Hermosas	83	78					6	6	3	3	15	14					107
Las Orquídeas	467	46					26	3			524	51	6	1			1.023
Los Colorados	24	100															24
Los Estoraques	0,3	7					3	71			1	22					5
Los Flamencos							4	35	2	15	5	40	1	9			11
Los Katíos	96	40			4	2	33	14			108	45			0,4	0,1	241
Los Nevados	8	21					3	8			28	71					40
Macuira	53	13			14	3	218	52			79	19	51	12			416
Munchique	413	50			143	17	54	7	2	0,3	197	24	17	2			827
Nev. del Huila	26	28					2	3			64	68	1	2			94
Nukak	1.325	49			416	15	251	9	32	1	685	25					2.708
Otún															0,1	100	0,1
Paramillo	7.791	61			718	6	2.858	23	31	0,2	1.229	10	61	0,5	0,0	0,0	12.688
Pisba	409	49					279	33			141	17	6	1			835
PM Orito Ingi Ande	2	53									2	47					3
Puinawai	893	57	0,2	0,0	65	4	378	24	28	2	188	12	17	1	10	1	1.579
Puracé	5	11									13	27	31	62	0,2	0,4	50
Río Puré	8	8					23	24					56	58	10	10	96
Sanquianga	37	14			12	5	55	20	41	15	123	45			3	1	272
Selva de Florencia	108	83					15	12			1	1	5	4			130
Serr. de Chiribiquete	378	9			536	12	549	13	244	6	2.573	59			46	1	4.326
Serr. Churumbelos	43	24			23	13	59	33			11	6	45	25			181
Serr. Yariguíes	199	64					7	2	2	1	102	33	3	1			313
Sierra de la Macarena	3.454	26			2.977	22	91	1	2.963	22	3.769	28	54	0,4	0,2	0,0	13.309
Sierra Nevada	5.325	54			169	2	2.631	26	464	5	1.353	14	6	0,1	0,2	0,0	9.949
Sumapaz	56	9			2	0,3	199	30	106	16	45	7	248	38			656
Tamá	182	37			4	1	11	2	10	2	192	39	94	19			495
Tatamá	1	45									1	55					1
Tayrona	41	64			0,1	0,1	18	28			3	5	1	2	0,3	0,5	64
Tinigua	2.395	11			566	3	13	0,1	6.914	32	11.900	55			0,2	0,0	21.789
Uramba															1	100	1
Utría	427	76			7	1	115	20			9	2	4	1	1	0,2	563
Yaigojé	354	31			504	44	192	17	72	6			31	3			1.153
Total general	31.272	29	0,2	0,0	7.331	7	10.350	10	29.731	28	26.769	25	1.735	2	80	0,1	107.269

La transformación sucedió en 51 de los 52 parques analizados, siendo Bahía Portete el único parque que no presentó transformación. Observando la situación de cada área protegida, sobresalen tres categorías de cambio: En primer lugar, se reporta la Dinámica agrícola en vegetación secundaria, presente en 48 áreas protegidas y predominante en 23 de las 52 áreas monitoreadas, cambio producido principalmente por la limpieza de rastrojos bajos y por la transformación de vegetación en proceso de recuperación para instalar pastos o cultivos. Dentro de los parques donde la transformación presentada se debió principalmente a este tipo de cambio están: Los Colorados y Guanentá (100% de la transformación); Cahuinari (93%) y Selva de Florencia (83%).

Le sigue el tipo de cambio 13, Actividades agrícolas mixtas por estar presente en 44 áreas protegidas; este cambio es producido por la aparición de pequeñas áreas de pastos y cultivos entramadas en la vegetación natural, configurando mosaicos de diferentes tipos donde antes se conservaban coberturas naturales; este cambio es el 100 % de las transformaciones observadas en Los Estoraques; en Macuira del 52% y en los demás parques se presentó en porcentajes inferiores al 50%.

La praderización (cambio 15), se encontró en 42 de las 51 áreas protegidas que sufrieron transformación, lo que muestra un reemplazo de las coberturas naturales por pastos principalmente para ganadería en 26.769 hectáreas; esta actividad se observa principalmente en los parques Los Nevados (71% de sus transformaciones), Nevado del Huila (68%), Chiribiquete (59%), Tinigua y Tatamá (55%).

El Tipo de Cambio 16 Erosión en coberturas naturales, el cual estuvo presente en 32 áreas protegidas, presentando los mayores porcentajes de transformación en los parques: PNN Doña Juana (95%), Puracé (62%), Río Puré (58%) y Chingaza (51%).

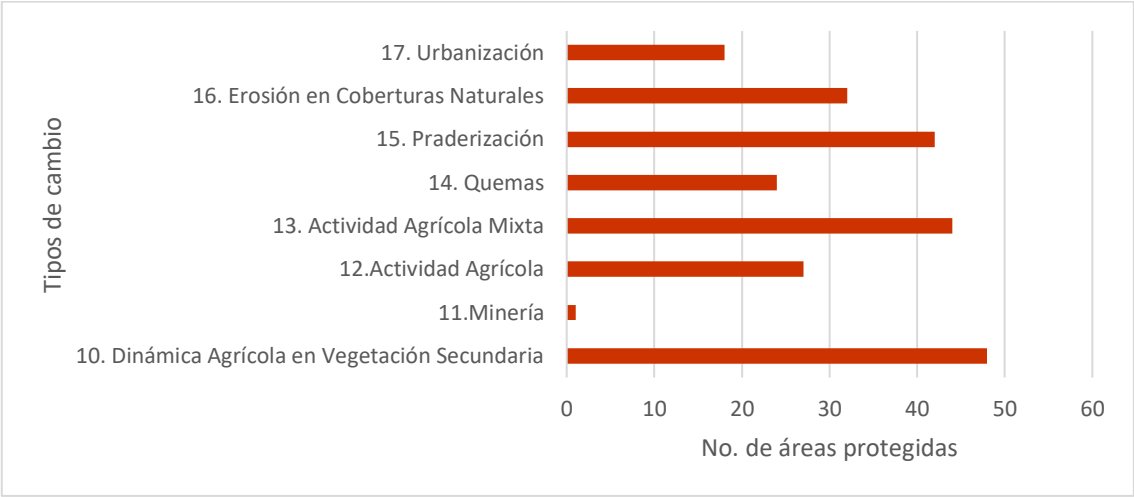
En cuanto al cambio 12 Actividad agrícola sobre coberturas naturales, se presentó en 27 áreas protegidas, resaltando la participación en el PNN Yaigojé donde representó el 44% de sus cambios.

Las quemaduras (cambio 14), presentes en 24 áreas protegidas, tuvo una fuerte presencia en el PNN El Tuparro donde representaron el 98% de sus transformaciones por los habituales incendios de sabanas, seguido del PNN Tinigua con el 32%, que corresponden a la dinámica de transformación que suceden a la instalación de pastos.

La Urbanización (cambio 17) se presentó en 18 parques, donde se presentó el 100% de la transformación en: Uramba por el aumento de tamaño de un tejido urbano discontinuo y en Otún por el aumento de tamaño de una instalación recreativa, construcciones que ya se presentaban en esos parques y por último, la Minería (cambio 11) se presentó solo en Puinawai en un área equivalente al 0,01% de su área.

La cantidad de parques donde se observó cada tipo de cambio detallado de transformación, puede verse en la siguiente figura.

Figura 2. Presencia de tipos de cambios detallados en áreas protegidas entre 2019 y 2022. Escala 1:25.000.



Ahora, para analizar los tipos de cambio ocurridos dentro de la recuperación se muestran las estadísticas de área y porcentaje de área para cada uno de los parques en la Tabla 6.

Tabla 6. Indicadores detallados de recuperación en las áreas protegidas continentales del SPNN entre 2019 y 2022

Parque	Regeneración a vegetación secundaria	%	Ganancia de Bosques	%	Ganancia de Coberturas Naturales	%	Total Recuperación
Alto Fragua	302	93	12	4	11	3	325
Catatumbo Barí	1.296	95	53	4	12	1	1.361
Chingaza	13	30			32	70	45
Ciénaga Grande	717	36	1.008,2	50	288	14	2.013
CV Doña Juana Cascabel	7	79			2	21	9
Cord. de los Picachos	227	92	12	5	7	3	246
Cueva de los Guácharos	40	95	2	5			42
El Cocuy	1.313	58	81	4	886	39	2.279
El Corchal	100	71	27	19	13	9	140
El Tuparro	1	0,0			1.078	100	1.078
Farallones de Cali	227	96			10	4	237
Galeras	130	98	2	1	0,2	0,1	132
Guanentá	0,4	100					0,4
Iguaque	39	78	4	9	6	13	50
Isla de Salamanca	156	15	19	2	859	83	1.034
La Paya	1.111	92	49	4	54	4	1.214
Las Hermosas	72	100					72
Las Orquídeas	55	100					55
Los Colorados	74	100					74
Los Estoraques	25	100					25
Los Flamencos	26	89			3	11	29
Los Nevados					6	100	6
Macuira	505	98	8	1	0,3	0,1	513
Munchique	57	100					57
Nevado del Huila	9	100					9
Nukak	1.070	95	34	3	18	2	1.122
Otún	3	85			1	15	4
Paramillo	5.830	93	309	5	126	2	6.265
Pisba	152	92	1	1	12	7	166
Puinawai	1.122	89	131	10	10	1	1.263
Puracé	25	100					25
Río Puré					0,4	100	0,4
Sanquianga	3	54			3	46	6
Selva de Florencia	278	97	7	3			285
Serr. de Chiribiquete	819	94	30	3	21	2	870
Serr. de los Churumbelos	3	33	4	45	2	22	9
Serr. de los Yariguíes	27	100			0,0	0,0	27
Sierra de la Macarena	307	91			30	9	337
Sierra Nevada	2.374	46	149	3	2.692	52	5.215
Sumapaz	512	85	7	1	82	14	601
Tamá	37	89			5	11	42
Tatamá	34	100					34
Tayrona	34	98			1	2	35
Tinigua	590	90	0,4	0,1	63	10	653
Utría	377	86	45	10	15	3	437
Yaigojé Apaporis	36	82			8	18	44
Total general	20.136	71	1.994	7	6.356	22	28.486

La recuperación se presentó en 46 de los 52 parques analizados. El principal indicador detallado es la regeneración a vegetación secundaria, que sucede por la implementación de proyectos de restauración activa y pasiva o por prácticas de uso en donde dejan descansar la

tierra y se alcanzan a iniciar procesos de sucesión natural. Este indicador se encuentra en 44 de los 46 parques recuperados, representando el 100% de la recuperación en 14 parques.

En segundo lugar, se encuentra la Ganancia de coberturas naturales, donde se muestran los cambios de coberturas antrópicas a naturales clímax como bosques, arbustales, herbazales o humedales sin pasar por la vegetación secundaria. Este indicador está presente en 35 de los 46 parques recuperados, donde resaltan los parques Río Puré, Los Nevados y El Tuparro con el 100% de su recuperación en este indicador.

Por último, se observa una Ganancia de bosques en los parques Ciénaga Grande de Santa Marta (50% de ganancia) y Serranía de los Churumbelos (45%), en donde se presentó la mayor ganancia a coberturas transformadas a bosques fragmentados.

Como síntesis, en la siguiente tabla se incluyeron los indicadores de cambio generales ordenados de mayor a menor por área transformada entre el 2019 y el 2022.

Tabla 7. Condición de cambio de coberturas de las áreas protegidas continentales del SPNN entre 2019 y 2022

PARQUE	ESTADO ESTABLE	%	PRESIÓN ESTABLE	%	RECUPERACIÓN	%	TRANSFORMACIÓN	%	SIN INFORMACIÓN	%	TOTAL
Tinigua	144.562,8	67,5	46.914,7	21,9	653,2	0,3	21.789,5	10,2	184,0	0,1	214.104,2
Las Orquídeas	24.024,7	83,4	3.691,8	12,8	54,8	0,2	1.022,9	3,6			28.794,1
El Tuparro	537.146,2	96,4	342,1	0,1	1.078,5	0,2	18.782,9	3,4			557.349,6
El Corchal	3.367,3	87,0	263,5	6,8	140,4	3,6	98,3	2,5			3.869,5
Paramillo	445.256,3	88,2	40.434,2	8,0	6.265,0	1,2	12.688,3	2,5			504.643,7
Sierra Nevada	350.865,6	87,5	34.825,4	8,7	5.214,7	1,3	9.948,6	2,5			400.854,3
Pisba	27.579,6	78,6	6.510,3	18,6	165,6	0,5	835,0	2,4			35.090,5
Los Colorados	716,0	68,8	227,8	21,9	74,0	7,1	23,6	2,3			1.041,3
Sierra de la Macarena	563.209,9	90,9	42.547,0	6,9	337,3	0,1	13.308,9	2,1	31,5	0,0	619.434,6
Catatumbo Barí	145.944,4	90,8	10.157,5	6,3	1.360,8	0,8	3.220,9	2,0	0,0	0,0	160.683,6
Ciénaga Grande	21.765,2	80,6	2.679,4	9,9	2.013,2	7,5	535,4	2,0			26.993,3
Munchique	42.512,5	90,2	3.741,2	7,9	57,4	0,1	826,7	1,8			47.137,8
Macuira	21.459,9	89,3	1.642,8	6,8	513,1	2,1	415,5	1,7	0,0	0,0	24.031,3
Selva de Florencia	8.852,9	88,4	746,6	7,5	285,1	2,8	129,5	1,3			10.014,1
La Paya	423.884,1	96,3	9.712,4	2,2	1.213,9	0,3	5.291,6	1,2			440.102,0
Tamá	48.762,9	95,6	1.727,0	3,4	42,0	0,1	494,6	1,0			51.026,4
Utría	63.084,6	97,7	494,5	0,8	436,8	0,7	562,8	0,9			64.578,8
Isla de Salamanca	53.402,3	94,4	1.647,0	2,9	1.034,1	1,8	457,1	0,8			56.540,5
Serranía de los Yariquíes	56.451,6	95,2	2.496,2	4,2	27,5	0,0	312,8	0,5			59.288,1
Farallones de Cali	187.802,3	95,4	7.896,0	4,0	236,7	0,1	1.015,6	0,5			196.950,6
Cord. de los Picachos	270.754,9	94,2	15.029,6	5,2	246,1	0,1	1.463,3	0,5			287.493,8
El Cocuy	292.990,5	95,8	8.992,9	2,9	2.279,4	0,7	1.537,0	0,5			305.799,8
Alto Fragua	74.717,1	98,2	698,1	0,9	324,8	0,4	354,3	0,5			76.094,2
Los Estoraques	593,1	56,3	38,4	3,6	25,4	2,4	4,8	0,5	391,7	37,2	1.053,4
Galeras	7.591,0	91,8	508,1	6,1	132,2	1,6	33,6	0,4			8.264,9
Tayrona	18.961,5	98,3	224,4	1,2	35,1	0,2	64,0	0,3			19.285,0
Sanquianga	85.689,7	98,6	971,4	1,1	5,7	0,0	271,7	0,3			86.938,5
Nukak	863.988,5	98,8	7.071,7	0,8	1.122,0	0,1	2.708,4	0,3			874.890,6
Los Katíos	77.804,2	99,4	210,2	0,3			240,6	0,3			78.255,0
Sumapaz	215.999,3	97,6	3.997,8	1,8	601,1	0,3	656,5	0,3			221.254,7
Iguaque	6.549,7	95,2	265,2	3,9	49,8	0,7	13,2	0,2			6.877,8
Serr. de los Churumbelos	97.072,6	99,7	141,0	0,1	9,1	0,0	181,5	0,2			97.404,2
Los Flamencos	6.533,4	93,1	447,1	6,4	29,1	0,4	11,2	0,2			7.020,8
ComV Doña Juana	65.853,0	99,7	60,4	0,1	8,6	0,0	96,4	0,1			66.018,4

PARQUE	ESTADO ESTABLE	%	PRESIÓN ESTABLE	%	RECUPERACIÓN	%	TRANSFORMACIÓN	%	SIN INFORMACIÓN	%	TOTAL
Puinawai	1.091.419,9	99,4	4.147,3	0,4	1.263,3	0,1	1.578,9	0,1			1.098.409,5
Cueva de los Guácharos	7.065,0	98,9	28,0	0,4	41,8	0,6	8,2	0,1			7.142,9
Yaigójé Apaporis	1.051.391,6	99,5	3.960,2	0,4	44,4	0,0	1.153,0	0,1			1.056.549,2
Serranía de Chiribiquete	4.251.613,6	99,8	2.995,3	0,1	870,0	0,0	4.326,4	0,1			4.259.805,3
Las Hermosas	121.931,0	97,7	2.719,0	2,2	71,5	0,1	106,8	0,1			124.828,4
Amacayacu	266.660,7	99,7	634,5	0,2			185,1	0,1			267.480,3
Los Nevados	58.188,6	94,8	3.154,2	5,1	5,8	0,0	39,7	0,1			61.388,2
Nevado del Huila	163.272,2	99,6	566,3	0,3	9,4	0,0	93,9	0,1			163.941,8
Guanentá	10.127,9	98,8	114,9	1,1	0,4	0,0	5,7	0,1			10.248,9
Puracé	91.768,3	99,7	173,0	0,2	25,3	0,0	49,7	0,1			92.016,2
Chingaza	75.748,0	98,0	1.448,3	1,9	44,8	0,1	34,3	0,0			77.275,4
Cahuinari	558.074,5	99,9	110,8	0,0			188,2	0,0			558.373,5
PM Orito	10.411,0	99,9	10,2	0,1			3,4	0,0			10.424,7
Otún Quimbaya	437,6	96,9	9,9	2,2	3,9	0,9	0,1	0,0			451,5
Río Puré	988.241,7	100,0	28,2	0,0	0,4	0,0	96,2	0,0			988.366,4
Uramba	46.884,3	100,0	2,3	0,0			1,4	0,0			46.888,0
Tatamá	42.884,4	99,6	116,8	0,3	34,0	0,1	1,2	0,0			43.036,4
Bahía Portete	14.048,8	99,9	10,6	0,1							14.059,5
Total general	14.105.919,1	97,1	277.583,3	1,9	28.486,9	0,2	107.269,2	0,7	607,2	0,0	14.519.865,6

En la Tabla 7, se pueden consultar los parques analizados, donde aquellos con el mayor porcentaje de transformación respecto a su área total fueron: PNN Tinigua (10,2%), Las Orquídeas (3,6%) y El Tuparro (3,4%), seguidos por El Corchal, Paramillo y Sierra Nevada (2,5%); juntos representan el 22% de la transformación de todo el SPNN. Sin embargo, los parques con mayor área transformada fueron: Tinigua, El Tuparro, Sierra de la Macarena, Paramillo y Sierra Nevada de Santa Marta, las cuales en conjunto representan el 71% de la transformación del SPNN equivalente a 76.518 ha.

En contraste, las áreas protegidas que no presentaron transformación fueron Uramba Bahía Málaga y Río Puré; y se destacan 39 áreas protegidas con valores de Estado estable superiores al 90%.

Por otra parte, se pueden identificar los parques que tuvieron una mayor recuperación, entre los que encontramos a Ciénaga Grande de Santa Marta, Los Colorados, El Corchal, Selva de Florencia y Los Estoraques.

Las áreas Sin Información, se deben a zonas que en el año 2019 presentaron cobertura de nubes o áreas protegidas que fueron ampliadas en años posteriores.

Conclusiones

Siendo este el primer análisis en el monitoreo de coberturas antrópicas que mide los periodos extremos analizados a la fecha a escala 1:25.000 en los parques nacionales, se observa un incremento progresivo en el área transformada evaluada a partir del indicador de condición, contando un área total en cuatro años de 107.269 ha equivalente a una transformación de 26.817 ha/año. Al revisar los datos obtenidos en los diferentes periodos analizados: 2019-2020 con 38.376 ha transformadas; 2020-2021 con 39.444 ha y 2021-2022 con 47.552 ha, puede notarse que la tendencia de transformación antrópica se multiplicó en el último año. Con la cifra de área en recuperación, se observó un valor de 15.754 ha entre 2019-2020; 15.850 ha en 2020-2021 y 14.960 ha entre 2021-2022, contabilizando una disminución en 890 ha, para un total acumulado de 28.487 ha recuperadas entre 2019-2022, evidenciando que la capacidad de recuperación del sistema no se equipara con la velocidad de la transformación.

Los tipos de cambio con mayor porcentaje de área respecto al área total transformada, en todo el SPNN en este periodo fueron: la dinámica agrícola en vegetación secundaria, las quemas y la praderización representando el 82% de los cambios ocurridos en todas las áreas del sistema.

A la fecha, los análisis a partir de sensoramiento remoto detallado siguen siendo la mejor alternativa para realizar el monitoreo de las áreas protegidas, especialmente en aquellas zonas donde el acceso es limitado por la dificultad para llegar a la zona o por temas de seguridad; esto le permite a Parques Nacionales consolidar sistemas de monitoreo de precisión, que le da una mejor visión de lo que está ocurriendo en términos de transformación al interior de las áreas protegidas y aporta a la toma de decisiones en líneas de manejo como uso, ocupación y tenencia (UOT); prevención, vigilancia y control (PVC); investigación y monitoreo.

Toda la información referente al monitoreo de coberturas de la tierra en Parques Nacionales puede encontrarse en el siguiente enlace:

<http://www.parquesnacionales.gov.co/portal/es/servicios-de-informacion/monitoreo-coberturas-de-la-tierra/>

Referencias

Bossard, M. F. 2000. *Corine Land Cover technical guide*. Copenaguen.

IDEAM. (2010). Leyenda Nacional de Coberturas de la Tierra. Metodología CORINE Land Cover. Escala 1:100.000. Bogotá.

IDEAM, J. Rodríguez. Análisis de dinámicas de cambio de las coberturas de la tierra en Colombia, Escala 1:100.000. Periodos 2000-2002 y 2005-2009.

Parques Nacionales. Metodología Monitoreo de Coberturas de la Tierra en las Áreas de Parques Nacionales Naturales. https://www.parquesnacionales.gov.co/portal/wp-content/uploads/2021/08/amspnn_mt_01_monitoreo-de-coberturas-de-la-tierra-en-ap-de-pnn_v_5-ajustad27082021.pdf