

2 CAPÍTULO. EL ECOSISTEMA DE PÁRAMO CRUZ VERDE – SUMAPAZ

Tabla de contenido

2	CAPÍTULO. EL ECOSISTEMA DE PÁRAMO CRUZ VERDE – SUMAPAZ	1
2.1	Localización administrativa del área de referencia que incluye el Complejo de páramos Cruz Verde Sumapaz.	6
2.2	Reconocimiento biofísico y de coexistencia humana en el Páramo Cruz Verde Sumapaz.	11
2.2.1	Incidencia orográfica en el páramo Cruz Verde Sumapaz.....	11
2.2.2	Dinámica multitemporal de las coberturas del páramo Cruz Verde Sumapaz	23
2.2.3	Coexistencia humana en el páramo Cruz Verde Sumapaz.....	35
2.2.4	Población humana dentro del páramo Cruz Verde Sumapaz	36
2.2.5	Áreas de Agricultura Campesina familiar en el páramo Cruz Verde Sumapaz	43
2.2.6	Integración de variables	72
2.3	Servicios ecosistémicos	75
2.3.1	Provisión de suelos. Suelos negros. FAO-IGAC. 2022.....	77
2.3.2	Contexto de la protección de la biodiversidad y provisión para usos consuntivos y no consuntivos	80
2.3.3	Oferta y regulación del recurso hídrico.....	89

Índice de Tablas

Tabla 2-1 Localización administrativa del páramo de Cruz Verde – Sumapaz.....	8
Tabla 2-2 CAMBIOS DE LOS TIPOS DE COBERTURA EN EL ÁREA DE REFERENCIA DEL PÁRAMO CRUZ VERDE SUMAPAZ ENTRE LOS AÑOS ANALIZADOS.	25
Tabla 2-3 DATOS DE LA DENSIDAD DE VIVIENDAS, HOGARES Y PERSONAS POR CADA KILÓMETRO CUADRADO DENTRO DEL ÁREA DE REFERENCIA DEL PÁRAMO CRUZ VERDE SUMAPAZ.	35
Tabla 2-4 POBLACIÓN HUMANA Y VIVIENDAS EN EL PÁRAMO CRUZ VERDE SUMAPAZ POR MUNICIPIO. ..	41
Tabla 2-5 Distribución territorial de las áreas con agricultura familiar campesina. Fuente: UPRA, 2019.	45
Tabla 2-6 tipo de cultivo de la actividad agrícola en las zonas paramunas de cruz verde sumapaz.	48
Tabla 2-7 Distribución de áreas sembradas por municipios del páramo Cruz Verde Sumapaz.	50
TABLA 2-8 PRODUCCIÓN EN TONELADAS POR TIPO DE CULTIVO EN ÁREAS DEL PÁRAMO CRUZ VERDE SUMAPAZ.	52
TABLA 2-9 DISTRIBUCIÓN DE ÁREAS SEMBRADAS POR MUNICIPIOS DEL PÁRAMO CRUZ VERDE SUMAPAZ. .	54
TABLA 2-10 DISTRIBUCIÓN POR CULTIVO Y ÁREA SEMBRADA.....	58
TABLA 2-11 REGISTROS DE ÁREA SEMBRADA DE CULTIVOS TRANSITORIOS POR MUNICIPIO.	61
TABLA 2-12 PRODUCCIÓN DE CULTIVOS TRANSITORIOS POR PRODUCTO.....	64
TABLA 2-13 PRODUCCIÓN DE CULTIVOS TRANSITORIOS POR MUNICIPIO.....	66
Tabla 2-14 Clasificación agrológica de los suelos en las áreas agrícolas familiares (upra) en el páramo cruz verde sumapaz.	69
Tabla 2-15 ESPECIES DE PLANTAS EN ESTADO DE AMENAZA PARA EL ENTORNO LOCAL DEL COMPLEJO CRUZ VERDE –SUMAPAZ.	82
Tabla 2-16 ESPECIES DE AVES EN ESTADO DE AMENAZA DEL COMPLEJO CRUZ VERDE –SUMAPAZ.	86
Tabla 2-17 ESPECIES DE REPTILES CON ALGÚN GRADO DE AMENAZA PARA EL COMPLEJO CRUZ VERDE – SUMAPAZ. LIBROS ROJOS UICN, CITES APÉNDICE I Y RESOLUCIÓN 383 DE 2010 Y ENDEMISMOS.	88
Tabla 2-18 ESPECIES DE MAMÍFEROS QUE PRESENTAN ALGUNA CATEGORÍA DE AMENAZA SEGÚN EL LIBRO ROJO DE MAMÍFEROS PARA COLOMBIA, LA RESOLUCIÓN 383 DE 2010 O TIENE RESTRICCIÓN PARA SU COMERCIO APÉNDICE I CITES.....	89
Tabla 2-19 SUBZONAS HIDROGRÁFICAS ASOCIADAS Páramo Cruz Verde Sumapaz	90
Tabla 2-20 Principales conexiones hidrográficas asociadas al páramo Cruz Verde Sumapaz.	92
Tabla 2-21 Principales sistemas hídricos por municipios o localidades asociadas al páramo Cruz Verde Sumapaz.....	96

Tabla 2-22 Oferta hídrica superficial por área hidrográfica	102
Tabla 2-23 Oferta hídrica superficial y disponible por área hidrográfica	104
Tabla 2-24 Oferta hídrica superficial y disponible por subzona hidrográfica	104
Tabla 2-25 Demanda hídrica por sectores y subzonas hidrográficas asociadas al Páramo Cruz Verde Sumapaz.....	106
Tabla 2-26 Índice de Aridez para el páramo Cruz Verde Sumapaz	109
Tabla 2-27 Índice de Uso del Agua (IUA) por subzona hidrográfica asociada al Páramo Cruz Verde Sumapaz	110
Tabla 2-28 Índice de Regulación Hídrica (IRH) por subzona hidrográfica asociada Páramo Cruz Verde Sumapaz.....	111
Tabla 2-29 Rangos de interpretación del Índice de Regulación Hídrica (IRH)	112
Tabla 2-30 Índice de Vulnerabilidad Hídrica al Desabastecimiento Hídrico (IVDH) por subzona hidrográfica asociada al Páramo Cruz Verde Sumapaz.....	114
Tabla 2-31 Rangos de interpretación del Índice de Regulación Hídrica (IRH)	117
Tabla 2-32 Indicadores del recurso hídrico para el páramo Cruz Verde Sumapaz (IRH).	119
Tabla 2-33 Servicios ecosistémicos asociados al recurso hídrico en el páramo Cruz Verde Sumapaz	130
Tabla 2-34 Actividades productivas y demanda de recurso hídrico por subzona hidrográfica	139
Tabla 2-35 Dependencia del recurso hídrico por subzona hidrográfica	145

Índice de figuras

Figura 2-1 Localización del área de referencia del páramo de Cruz Verde - Sumapaz 1:25.000, proporcionada por el IAvH.....	13
Figura 2-2 Subzonas hidrográficas que conforman en su parte alta el páramo de Cruz Verde Sumapaz, generando las vertientes occidental y oriental. Fuente: Este documento a partir de la Zonificación Hidrográfica del IDEAM.	14
Figura 2-3 Plegamiento en flor positiva, producto de la deformación y levantamiento de la cordillera. Fuente: Este documento, adaptado de: Plegamiento en. W. Griem (2020) en www.geovirtual2cl.com	15

Figura 2-4 MONTAÑA ESTRUCTURAL DE CORDILLERA CON LA GENERACIÓN DE LAS VERTIENTES EN EL PÁRAMO CRUZ VERDE SUMAPAZ.	15
Figura 2-5 Localización de la estructura montañosa del páramo de Sumapaz y paisajes geomorfológicos presentes, que determinan la zona montañosa (M) y sus vertientes oriente y occidente, y geoformas como las terrazas (t) de la sabana de Bogotá, que han determinado el establecimiento humano y la conformación de los ejes del páramo.	16
Figura 2-6 Ambientes geomorfológicos del páramo Cruz Verde Sumapaz y su zona aledaña.	17
Figura 2-7 DISTRIBUCIÓN DE LA PENDIENTE DEL TERRENO DEL PÁRAMO CRUZ VERDE SUMAPAZ Y ZONAS ALEDAÑAS. NÓTESE LA MAYOR CONCENTRACIÓN DE ALTAS PENDIENTES (MUY ABRUPTA A MUY ESCARPADA) EN EL SECTOR CENTRO Y SURORIENTAL DEL ÁREA.	18
Figura 2-8 Distribución espacial de la precipitación media anual en milímetros, en el territorio del complejo Cruz Verde - Sumapaz.....	19
Figura 2-9 AMPLIACIÓN DEL ÁREA DE TEJIDO URBANO DISCONTINUO, ENTRE LOS AÑOS 2002 A 2022, 2018 Y 2022.	33
FIGURA 2-10 ÁREA MINERA EN EL MUNICIPIO DE CHIPAQUE Y BOGOTÁ D.C., EN LA LOCALIDAD DE USME, ENTRE LOS AÑOS 2010-2012, 2018 Y 2022.	34
FIGURA 2-11 MOSAICOS AGROPECUARIOS DESARROLLADOS EN LAS ZONAS PERIFÉRICAS DEL ÁREA DE REFERENCIA DEL PÁRAMO, EN LA VERTIENTE OCCIDENTAL Y ZONA NORORIENTAL (A), Y CONTINUIDAD DE ESTOS MOSAICOS HACIA LAS ÁREAS DE INCIDENCIA INDIRECTA DEL PÁRAMO (B), DONDE SE RECIBEN SERVICIOS ECOSISTÉMICOS COMO EL RECURSO HÍDRICO.....	35
Figura 2-12 DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DE LA DENSIDAD DE VIVIENDAS, HOGARES Y PERSONAS POR CADA KILÓMETRO CUADRADO DENTRO DEL ÁREA DE REFERENCIA DEL PÁRAMO CRUZ VERDE SUMAPAZ. 39	
Figura 2-13 Cantidad de viviendas, viviendas no residenciales y personas en el área de referencia del páramo cruz verde Sumapaz y sus patrones espaciales.	40
Figura 2-14 Distribución por municipio del número de viviendas, personas y unidades no residenciales en el páramo Cruz Verde Sumapaz.	42
Figura 2-15 ÁREAS QUE PROBABLEMENTE PRESENTAN AGRICULTURA FAMILIAR CAMPESINA DENTRO DEL ÁREA DE REFERENCIA DEL PÁRAMO CRUZ VERDE SUMAPAZ Y SU RELACIÓN CON ÁREAS ALEDAÑAS EN LAS CUENCAS HIDROGRÁFICAS ASOCIADAS.	46
Figura 2-16 área sembrada por municipio.	51
FIGURA 2-17 TRASLAPE ENTRE LAS ÁREAS DE AGRICULTURA FAMILIAR CAMPESINA CON LAS CLASES DE SUELOS.....	71
FIGURA 2-18 SUELOS NEGROS PRESENTES EN EL PÁRAMO CRUZ VERDE SUMAPAZ.....	80
Figura 2-18 MODELOS DE DISTRIBUCIÓN POTENCIAL DE ESPECIES DE FLORA ENDÉMICAS Y AMENAZADAS EN EL PÁRAMO CRUZ VERDE SUMAPAZ.....	83
Figura 2-19 PORCENTAJE POR TIPO DE USO ETNOBOTÁNICO PARA EL COMPLEJO SUMAPAZ – CRUZ VERDE.	84



Figura 2-20 Localización hidrográfica regional del páramo Cruz Verde Sumapaz.	91
Figura 2-21 Divisoria hidrográfica y vertientes asociadas al páramo Cruz Verde Sumapaz.	93
Figura 2-22 Red hídrica superficial asociada al páramo Cruz Verde Sumapaz.	95
Figura 2-23 Sistemas lagunares y cuerpos de agua lénticos asociados al páramo Cruz Verde Sumapaz. ...	100

2.1 Localización administrativa del área de referencia que incluye el Complejo de páramos Cruz Verde Sumapaz.

El complejo de páramos de Cruz Verde – Sumapaz (CPCVS), como ha sido denominado por el IAvH por estar conformado por varias áreas con presencia del ecosistema de páramo, es considerado el páramo más grande del mundo y se extiende en la Cordillera Oriental de Colombia, al sur de Bogotá, entre los departamentos de Cundinamarca, Meta y Huila, el cual integra las localidades paramunas reconocidas como páramos de: Choachí; Cruz Verde; Las Ánimas; Monserrate; Andabobos; El Cajón; El Cedral; Sumapaz; El Nevado; Nuevo Mundo; Pasquilla; Usme; Chisacá y Las Mercedes; altos de Las Oseras; Rabona; Ramírez y Torquita; los cerros de Guadalupe; Diego Largo; El Rayo y Santuario; y las cuchillas de San Cristóbal y Los Tunjos (Otero et al, 2007).

Este Complejo de Páramos de Cruz Verde – Sumapaz, también denominado en este documento páramo Cruz Verde Sumapaz, abarca una superficie total de 315.066 hectáreas, a partir del área de referencia establecida y proporcionada por el Instituto Alexander von Humboldt a escala 1:25.000, conformada por siete polígonos (IAvH, 2015):

- i. El polígono de mayor tamaño de este complejo lo representa el reconocido páramo de Sumapaz, que abarca cerca de 308.888 hectáreas (98% del área total del complejo). Debido a su extensión, presenta diversas referencias altitudinales en su parte más baja, encontrando cotas entre los 2900 metros (sector suroriental) hasta 3300 metros (sector noroccidental). Comprende los municipios de Bogotá D.C., Colombia (Huila); Acacías, Cubarral, Guamal, Lejanías, Mesetas y Uribe (Meta); y Arbeláez, Cabrera, Chipaque, Choachí, Fosca, Fusagasugá, Guayabetal, Gutiérrez, La Calera, Pasca, San Bernardo, Sibaté, Soacha, Ubaque, Une y Venecia (Cundinamarca). Dentro de esta área se encuentran diversos complejos lagunares, entre ellos los de Chisacá, Bocagrande, Andabobos, El Cajón, La Guitarra, Las Dantas y El Chivos. Además, están los nacimientos de afluentes de ríos como Sumapaz, Guamal, Ariari y San Vicente.
- ii. Al norte del complejo se encuentra el polígono en inmediaciones del Cerros de la Águila, en los Cerros Orientales del Distrito Capital; posee 209 hectáreas y su límite inferior varía entre los 2800 metros y los 3100 m de altitud, donde se encuentran los nacimientos de los ríos Mugroso, Santa Rosa, Juan Viejo, entre otros.
- iii. Hacia el sur, está el área relacionada con el Alto El Carmen y La Cuchilla La Australia, entre los municipios de Fosca y Gutiérrez; alcanza cerca de 399 hectáreas y su límite inferior llega a los 3000 metros de altitud. Es allí donde están

las cabeceras de quebradas como El Baldío, Colorada, Hoja Negra, El Chiquito y Palmarito.

- iv. Hacia el suroccidente, se encuentra un polígono en el Cerro Tabacal del municipio de Soacha. Presenta un área de 135 hectáreas y su parte baja varía entre los 3150 metros y los 3300 metros de altitud. En esta área se encuentran nacimientos de cuerpos de agua como quebrada Grande y algunos afluentes del río Soacha.
- v. En la parte suroriental del complejo, entre los municipios de Cubarral, El Castillo y Lejanías (Meta), se encuentran dos polígonos de 233 y 5.155 hectáreas. El más pequeño tiene como referencia la cota altitudinal de 3100 metros. Por otro lado, el polígono de mayor tamaño tiene como referencia los 3200 metros de altitud, y alcanza a llegar en su interior a los 4150 m s.n.m.; se encuentra asociado a un sistema lagunar que propicia el origen de ríos como Yamanes, Tonoa Tequendama, La Cal y Azul, entre otros.
- vi. En el sector oriental del complejo, en la parte alta de los municipios de Cáqueza, Fosca y Une, se encuentra el área reconocida como Cerro Guayuriba, que se ajusta a los 3200 metros de altitud en la parte baja, y tiene 46 hectáreas, siendo el polígono más pequeño de este sistema.

A nivel municipal: En los tres departamentos en mención, veinticinco municipios cuentan en su jurisdicción con área del páramo Cruz Verde Sumapaz, siendo **Cundinamarca** el departamento con más territorio (Tabla 2-1) (Figura 2-1), donde **Bogotá D.C.**, presenta la mayor área de páramo dentro del complejo, con 90.874 ha (29%), ubicadas principalmente en las localidades de **Sumapaz, Ciudad Bolívar y Usme**. De otra parte, municipios como **Cubarral y La Uribe** ocupan el 14% y 10% respectivamente dentro del complejo.

Autoridades Ambientales: Las autoridades ambientales que cuentan con jurisdicción en el ecosistema del páramo Cruz Verde Sumapaz, corresponden a: la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca CAR; la Corporación para el Desarrollo Sostenible del Área de Manejo Especial la Macarena – CORMACARENA; la Corporación Autónoma Regional del Alto Magdalena- CAM; la Corporación Autónoma Regional de la Orinoquía- CORPORINOQUÍA y la Secretaría Distrital de Ambiente del Distrito Capital.

De igual manera, Parques Nacionales Naturales corresponde a la autoridad ambiental en jurisdicción de los territorios declarados como Parque Natural Nacional Sumapaz, ubicado en los municipios de Pasca, Arbeláez, San Bernardo, Gutiérrez y el Distrito Capital Bogotá, en el departamento de Cundinamarca (Tabla 2-1) (Figura 2-1 y 3-9).

TABLA 2-1 LOCALIZACIÓN ADMINISTRATIVA DEL PÁRAMO DE CRUZ VERDE – SUMAPAZ.

Departamento	Vertiente del páramo	Autoridad Ambiental	Municipio	Área (ha)
Cundinamarca (172.834,57 ha)	Occidental/ Oriental	CAR (133.824,90 ha)	La Calera	441,36
			<u>Bogotá D.C.</u>	90.767,69
	Occidental	<u>SDA</u> (38.399,47 ha)	Cabrera	13.959,62
			<u>Arbeláez</u>	1.601,10
			<u>Pasca</u>	11.371,84
			<u>San bernardo</u>	9.666,47
			Sibaté	1.774,48
			Soacha	3.559,57
			Venecia	696,90
	Oriental	CORPORINOQUÍA (38.795,52 ha)	Cáqueza	6,66
			Chipaqué	4.194,17
			Choachí	2.319,17
			Fosca	614,10
			Guayabetal	526,04
			<u>Gutiérrez</u>	18.073,24
			Ubaque	1.811,08
			Une	11.251,05
Meta (120.896,78 ha)	Oriental	CORMACARENA (120.758,41 ha)	Acacías	5.853,26
			Cubarral	43.100,82
			El Castillo	938,91
			Guamal	22.989,69
			Lejanías	11.560,46
			Mesetas	4.039,90
			Uribe	32.275,39
Huila (21.334,94 ha)	Occidental	CAM (21.313,94 ha)	Colombia	21.313,94

Fuente: Este documento.

En las 7 localidades de Bogotá, el páramo Cruz Verde Sumapaz representa en total, el 69,46 % de la superficie total de estas unidades administrativas, siendo las más representativas la localidad de Sumapaz seguida de Usme y Santa Fe como se observa en la siguiente tabla:

<i>Localidad</i>	<i>Código localidad</i>	<i>Acuerdo</i>	<i>Área total (ha)</i>	<i>Área dentro del páramo (ha)</i>	<i>% de la localidad dentro del páramo</i>
<i>SUMAPAZ</i>	20	Acuerdo 9 de 1986	78.096,88	68.541,36	87,76%
<i>USAQUEN</i>	1	Acuerdo 8 de 1977 y Res 1751 de 2016	6.520,14	207,06	3,18%
<i>CHAPINERO</i>	2	Acuerdo 8 de 1977 y Res 1751 de 2016	3.800,89	1.016,14	26,73%
<i>SANTA FE</i>	3	Acuerdo 117 de 2003	4.517,06	2.193,84	48,57%
<i>SAN CRISTOBAL</i>	4	Acuerdo 117 de 2003	4.909,85	1.788,59	36,43%
<i>USME</i>	5	Acuerdo 15 de 1993	21.506,67	14.093,58	65,53%
<i>CIUDAD BOLIVAR</i>	19	Acuerdo 14 de 1983	13.000,26	4.085,20	31,42%
Total			132.351,76	91.925,77	69,46%

Fuente: Fuente: Área de Referencia IAVH 1:25.000, Límites Entidades Territoriales IGAC 2025, Alcaldía Mayor de Bogotá D.C. - Secretaría Distrital de Planeación 2023

Nota: Los datos por localidad se basan en la cartografía de la Secretaría Distrital de Planeación (SDP), la cual no coincide exactamente con la capa municipal del Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC). Estas discrepancias geométricas son propias del uso de fuentes oficiales con diferentes orígenes institucionales.

- **Análisis de las áreas calculadas del área de referencia del complejo de páramo Cruz Verde Sumapaz.**

En el marco del análisis técnico del cálculo de áreas del Complejo de Páramo Cruz Verde–Sumapaz, se realizó la verificación de la superficie oficial del polígono de delimitación, considerando las directrices vigentes del Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC) relacionadas con la adopción del sistema de referencia geodésico MAGNA-SIRGAS Origen Nacional (EPSG:9377) como sistema oficial para la producción cartográfica, el intercambio de información geográfica y el cálculo de variables espaciales en Colombia.

Como parte de este ejercicio, se efectuó el cálculo del área del polígono correspondiente al Complejo de Páramo Cruz Verde–Sumapaz utilizando el sistema de coordenadas MAGNA-SIRGAS Origen Nacional (EPSG:9377), y posteriormente se comparó con el área oficial establecida en la Resolución 1434 de 2017, mediante la cual se delimita el complejo de páramo.

Es importante señalar que la citada resolución reporta una superficie de 315.067,7 hectáreas, valor obtenido bajo el sistema de referencia MAGNA-SIRGAS Colombia Bogotá, el cual era el sistema oficial vigente al momento de la expedición del acto administrativo.

En consecuencia, al realizar el cálculo del mismo polígono empleando el sistema de referencia MAGNA-SIRGAS Origen Nacional (EPSG:9377), se evidencian diferencias en la superficie obtenida, atribuibles exclusivamente al cambio del origen cartográfico y al método de proyección oficial adoptado por el IGAC para el manejo de la información geoespacial. Estas diferencias no representan modificaciones en la delimitación geográfica del complejo de páramo, sino que

corresponden al efecto técnico derivado de la utilización de un sistema de referencia geodésico diferente para el cálculo de áreas.

Con fundamento en el análisis realizado, se presentan las siguientes precisiones técnicas respecto a la diferencia observada en el cálculo de áreas del Complejo de Páramo Cruz Verde–Sumapaz:

El área calculada bajo el sistema de referencia MAGNA-SIRGAS Colombia Bogotá corresponde a 315.065,74 ha, mientras que el cálculo efectuado utilizando el sistema de referencia MAGNA-SIRGAS / Origen Nacional (EPSG:9377) arroja un área de **314.706,8998 ha**. La diferencia entre ambos resultados es de 358,8402 hectáreas, equivalente aproximadamente al 0,114 % del área total del complejo de páramo delimitado.

Es importante precisar que esta variación no representa una modificación en la delimitación del área protegida ni implica cambios en la geometría del polígono. Ambos sistemas de referencia se encuentran definidos sobre el Marco Geocéntrico Nacional de Referencia MAGNA-SIRGAS, adoptado como marco geodésico oficial de Colombia, y utilizan el mismo elipsoide de referencia GRS80. En consecuencia, las coordenadas geodésicas de los vértices permanecen inalteradas y no se presentan desplazamientos físicos ni modificaciones en la localización espacial del polígono.

La diferencia observada obedece exclusivamente al sistema de proyección cartográfica empleado para representar la superficie curva de la Tierra sobre un plano, condición que influye directamente en el cálculo de variables métricas como distancias, perímetros y áreas.

- **Diferencias entre MAGNA-SIRGAS Colombia Bogotá y MAGNA-SIRGAS / Origen Nacional**

El sistema de proyección MAGNA-SIRGAS Colombia Bogotá fue concebido con un origen cartográfico localizado en Bogotá, optimizando la representación de la región central del país y minimizando las deformaciones lineales y superficiales dentro de dicha zona de influencia.

Por su parte, el sistema MAGNA-SIRGAS / Origen Nacional (EPSG:9377) fue adoptado por el Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC) como el sistema oficial para la producción, administración e intercambio de información geográfica en Colombia. Este sistema establece un único origen cartográfico para todo el territorio nacional, permitiendo la estandarización de la información espacial y garantizando la interoperabilidad entre las diferentes entidades productoras de cartografía.

Como consecuencia de las diferencias en la definición de los parámetros de proyección entre ellos el origen cartográfico, el factor de escala y la distribución de las deformaciones una misma geometría presenta coordenadas planas y superficies proyectadas ligeramente diferentes en cada sistema, aun cuando su posición geográfica permanece exactamente igual.

Desde el punto de vista cartográfico y geodésico, esta variación es un comportamiento esperado y técnicamente consistente, derivado de la aplicación de dos sistemas de proyección con parámetros distintos. En consecuencia, las diferencias obtenidas en el cálculo de áreas se

encuentran dentro de los rangos normales asociados al cambio entre sistemas proyectados oficialmente reconocidos.

Como resultado del análisis efectuado, se concluye lo siguiente:

- La diferencia de 358,8402 hectáreas, equivalente al 0,114 % del área total del Complejo de Páramo Cruz Verde–Sumapaz, es consecuencia exclusiva del cambio en el sistema de proyección cartográfica utilizado para el cálculo de la superficie.
- La variación identificada no obedece a errores de captura, digitalización, edición, procesamiento o transformación geométrica de la información espacial, ni implica modificaciones en la delimitación oficial del complejo de páramo.
- La geometría del polígono permanece inalterada; los vértices conservan su misma ubicación geográfica dentro del marco de referencia oficial MAGNA-SIRGAS, por lo que no existe desplazamiento espacial de la delimitación.
- Las diferencias observadas corresponden a los distintos factores de escala y parámetros inherentes a cada sistema de proyección cartográfica, los cuales generan variaciones en el cálculo de superficies proyectadas sin afectar la posición geográfica real de los elementos espaciales.
- El sistema MAGNA-SIRGAS / Origen Nacional (EPSG:9377) constituye el sistema oficial adoptado por el Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC) para la producción, almacenamiento, administración e intercambio de información geográfica en Colombia. En consecuencia, los nuevos cálculos de áreas efectuados bajo este sistema representan la referencia técnica vigente para el manejo de la información geoespacial del país.

En virtud de lo anterior, la diferencia identificada entre los cálculos de área no debe interpretarse como una modificación de la delimitación del Complejo de Páramo Cruz Verde–Sumapaz, sino como el efecto técnico esperado de la migración del cálculo desde el sistema MAGNA-SIRGAS Colombia Bogotá hacia el sistema oficial MAGNA-SIRGAS / Origen Nacional (EPSG:9377), conforme a los lineamientos establecidos por el Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC).

2.2 Reconocimiento biofísico y de coexistencia humana en el Páramo Cruz Verde Sumapaz.

2.2.1 Incidencia orográfica en el páramo Cruz Verde Sumapaz.

El emplazamiento regional del Páramo Cruz Verde Sumapaz está determinado por la trascendencia de sus servicios ecosistémicos, particularmente el recurso hídrico que abastece una amplia zona que articula el sector sur de la ciudad de Bogotá, con extensas

áreas de los departamentos de Cundinamarca, Meta y Huila, tal como lo exponen los estudios técnicos, biofísicos, económicos y sociales que dieron lugar a la emisión de la Resolución 1434 de 2017.

El espacio geográfico del páramo Cruz Verde Sumapaz, involucra un área de incidencia directa conformada por los municipios y las localidades del Distrito Capital con jurisdicción sobre las áreas de páramo, o por incidencia indirecta sobre otros entes territoriales, generada por una relación de abastecimiento hídrico, recarga de acuíferos y aguas superficiales dependientes de las áreas de este páramo. Esta incidencia directa e indirecta puede apreciarse también en los patrones espaciales y cuantitativos como consecuencia de las dinámicas de coberturas de la tierra, de la distribución de áreas de agricultura familiar, de la distribución de la densidad poblacional humana dentro del área de referencia y en sus zonas aledañas, y finalmente en los servicios ecosistémicos provenientes del ecosistema (IAvH, 2015).

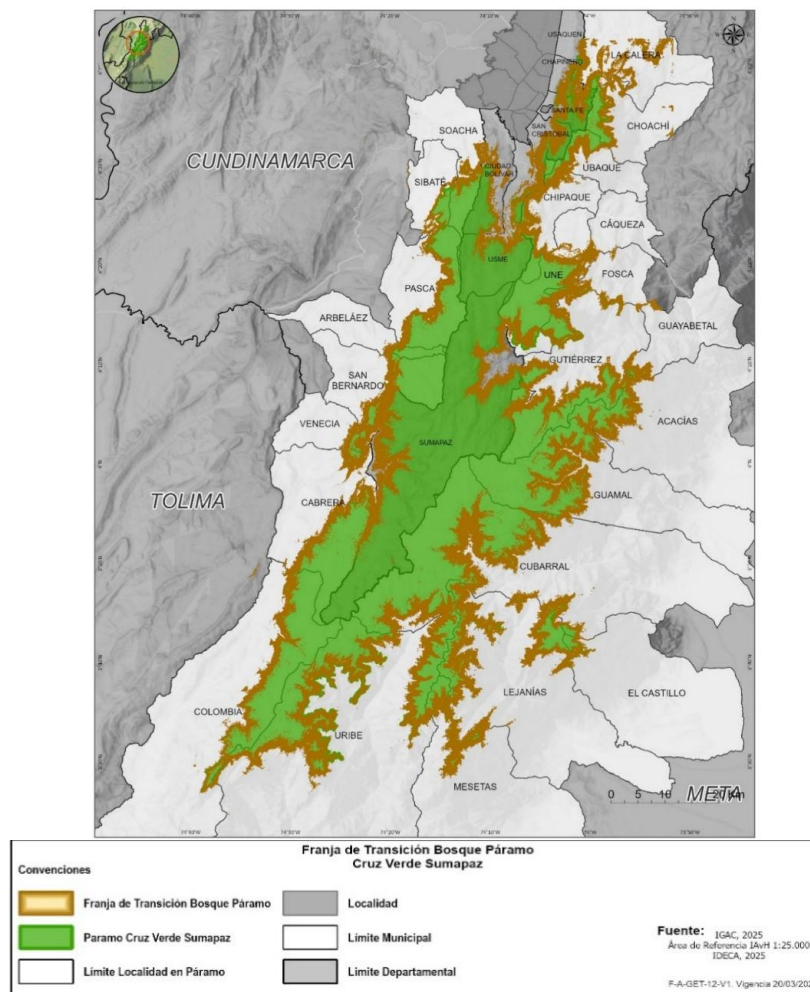


FIGURA 2-1 LOCALIZACIÓN DEL ÁREA DE REFERENCIA DEL PÁRAMO DE CRUZ VERDE - SUMAPAZ 1:25.000, PROPORCIONADA POR EL IAVH.

Fuente: Este documento.

División Occidental / Oriental y gradiente norte/sur del páramo Cruz Verde Sumapaz (ETESA, 2015)

Existen dos ejes de diferenciación y articulación biofísica y de uso, en el Complejo de páramos Cruz Verde Sumapaz. El primero, corresponde a la división por vertiente, y el segundo, a un gradiente norte/sur para cada una de las vertientes.

El primer factor de diferenciación que establece la vertiente occidental y la vertiente oriental del páramo, así como el gradiente norte/sur, se refleja en las subzonas hidrográficas que lo conforman; hacia la vertiente oriental, las cuencas de los ríos Guayuriba, Metica, Ariari, Guejar, y el río Guape; hacia la vertiente occidental, las cuencas de los ríos Bogotá, Sumapaz y Cabrera (Figura 2-2 y 2-20) (Tabla 2-19).

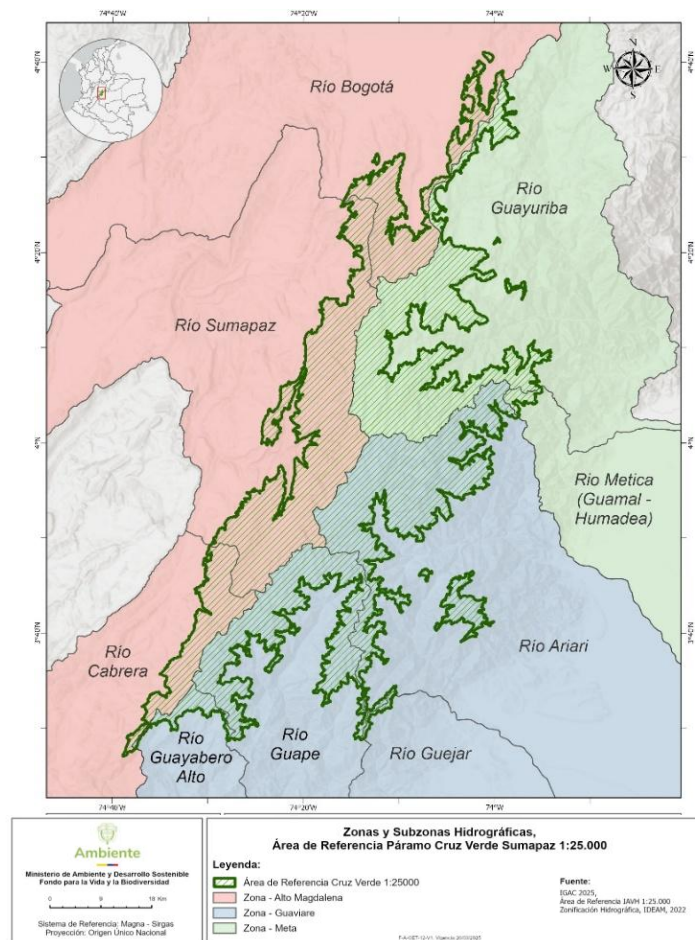


FIGURA 2-2 SUBZONAS HIDROGRÁFICAS QUE CONFORMAN EN SU PARTE ALTA EL PÁRAMO DE CRUZ VERDE SUMAPAZ, GENERANDO LAS VERTIENTES OCCIDENTAL Y ORIENTAL. FUENTE: ESTE DOCUMENTO A PARTIR DE LA ZONIFICACIÓN HIDROGRÁFICA DEL IDEAM.

Fuente: Este documento.

En seguida se hace alusión a los principales factores, características o dinámicas de interrelación, determinadores de la expresión diferencial natural actual y el uso del ecosistema del páramo Cruz Verde Sumapaz: Rasgos físicos del territorio (Geología y geomorfología), recurso hídrico con la precipitación como base, coberturas y uso del suelo, y patrones espaciales de asentamientos humanos (dinámicas socioeconómicas):

- Geología y geomorfología

El páramo Cruz Verde Sumapaz corresponde a una montaña estructural de rocas sedimentarias de diferentes edades, más antiguas en la vertiente oriental y más recientes en la vertiente occidental (Cretácico), en cordilleras de plegamiento, en un estilo estructural en flor (Figura 2-3) con dirección NE-SW, producto de la deformación y levantamiento de la cordillera oriental y paralela a la misma, en un régimen tectónico compresivo, que generó la diferenciación de vertientes, por la curvatura del sector central de alzamiento tectónico, donde la vertiente oriental es caracterizada por cabalgamientos escalonados y la vertiente occidental caracterizada por pliegues apretados y fallas con dirección NS y NNE (Figura 2-4 y 2-5).

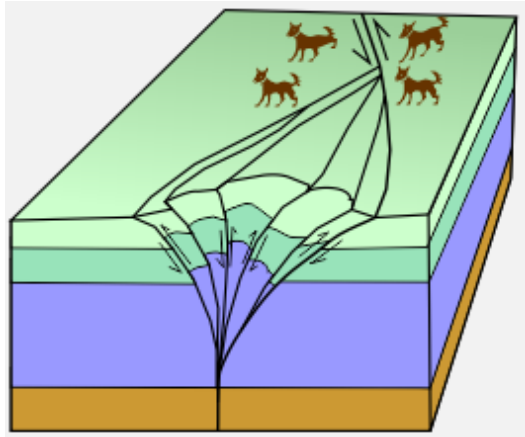


FIGURA 2-3 PLEGAMIENTO EN FLOR POSITIVA, PRODUCTO DE LA DEFORMACIÓN Y LEVANTAMIENTO DE LA CORDILLERA. FUENTE: ESTE DOCUMENTO, ADAPTADO DE: PLEGAMIENTO EN. W. GRIEM (2020) EN WWW.GEOVIRTUAL2CL¹

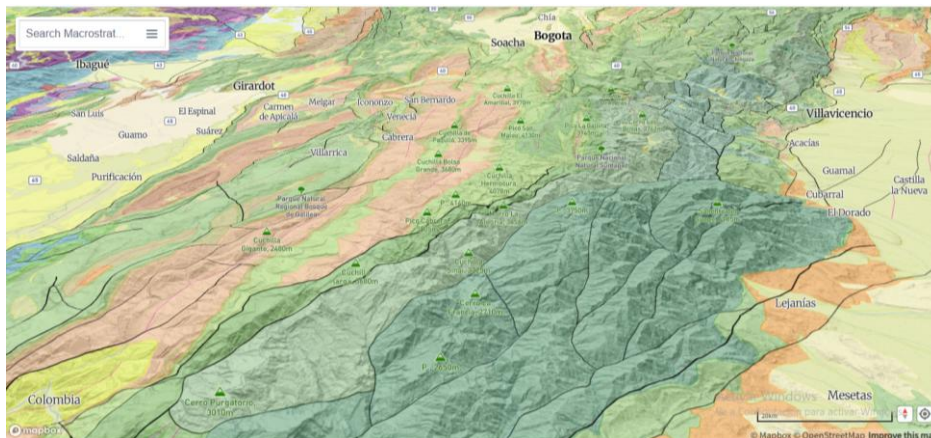


FIGURA 2-4 MONTAÑA ESTRUCTURAL DE CORDILLERA CON LA GENERACIÓN DE LAS VERTIENTES EN EL PÁRAMO CRUZ VERDE SUMAPAZ.

Fuente: Gómez Tapias, J. and M.F. Almanza Meléndez, 2015, Mapa Geológico de Colombia: Servicio Geológico Colombiano. 125 / 2694053 en <https://macrostrat.org/map/#x=-74.4162&y=2.9393&z=51.43km&e=60>

¹ W. Griem (2020) Apuntes Geología Estructural. en <https://www.geovirtual2.cl/Geoestructural/gestr04b.htm>

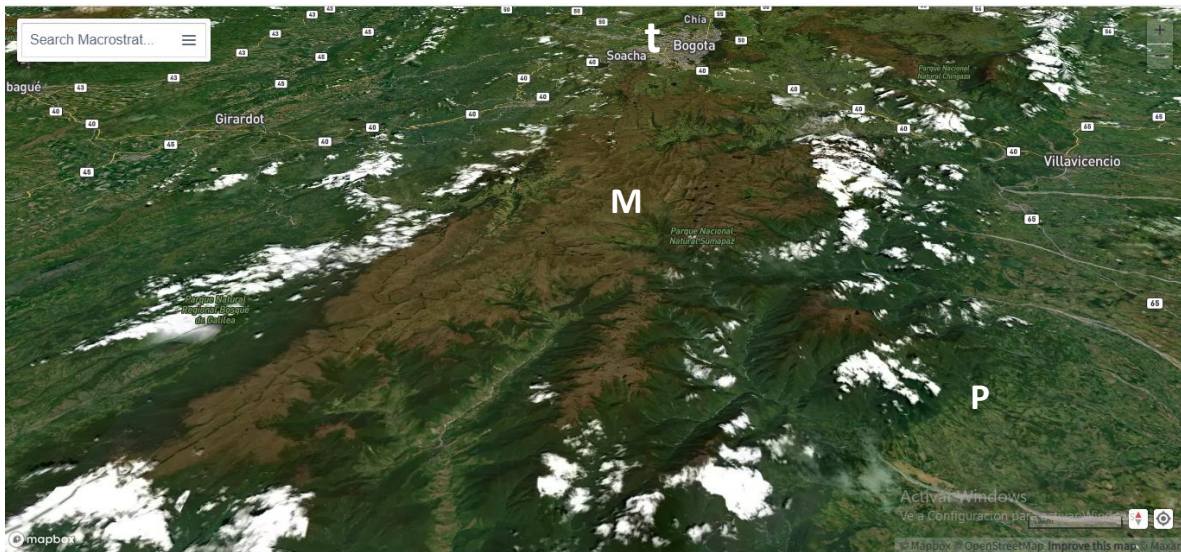


FIGURA 2-5 LOCALIZACIÓN DE LA ESTRUCTURA MONTAÑOSA DEL PÁRAMO DE SUMAPAZ Y PAISAJES GEOMORFOLÓGICOS PRESENTES, QUE DETERMINAN LA ZONA MONTAÑOSA (M) Y SUS VERTIENTES ORIENTE Y OCCIDENTE, Y GEOFORMAS COMO LAS TERRAZAS (T) DE LA SABANA DE BOGOTÁ, QUE HAN DETERMINADO EL ESTABLECIMIENTO HUMANO Y LA CONFORMACIÓN DE LOS EJES DEL PÁRAMO.

Fuente: IMAGEN PRODUCIDA EN [HTTPS://MACROSTRAT.ORG/MAP/#X=-74.4162&Y=2.9393&Z=51.43KM&E=60](https://macrostrat.org/map/#X=-74.4162&Y=2.9393&Z=51.43KM&E=60) (CAPTURA 11:00 HORAS - 3/06/2026).

En términos geomorfológicos, el paisaje de montaña que ocupa este complejo de páramos, es el resultado de la acción tectónica, pero modelada posteriormente por diferentes procesos exógenos como los denudacionales o los procesos glaciares y periglaciares originados por el transporte de material rocoso por la acción del paso del hielo, que dieron origen a diferentes tipos de relieve (ETESA, 2015).

En el caso particular, como uno de los criterios identificadores de las áreas paramunas y sus zonas de transición a la selva altoandina, se muestra en la convergencia entre el área de referencia del páramo Cruz Verde Sumapaz, y los límites de la geomorfología asociada al ambiente glacial (Figura 2-6).

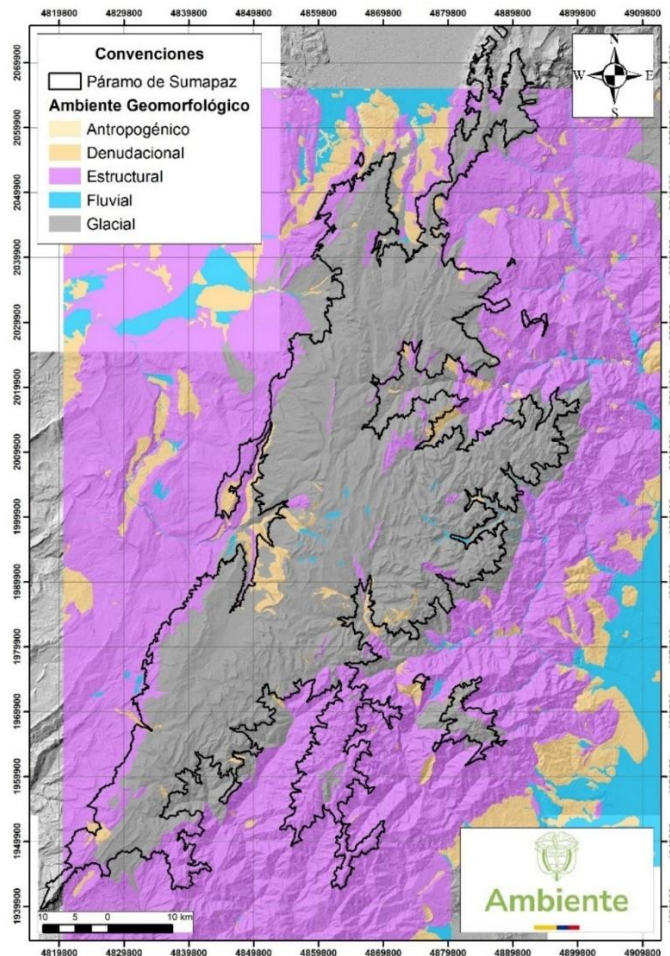


FIGURA 2-6 AMBIENTES GEOMORFOLÓGICOS DEL PÁRAMO CRUZ VERDE SUMAPAZ Y SU ZONA ALEDAÑA.

Fuente: Este documento a partir de: Mapa Geomorfológico Aplicado a Movimientos en Masa Escala 1:100.000; Planchas: 246, 247, 304, 284, 285, 265, 266 del Servicio Geológico Colombiano.

Tanto el desarrollo geológico del territorio como su modelado geomorfológico, han determinado desde épocas de la colonia, patrones del establecimiento humano y el uso del mismo, el cual se ha focalizado preferencialmente hacia las laderas más suavizadas geomorfológicamente de la vertiente occidental, la zona nororiental y en los terrenos planos en las geoformas de terrazas de la sabana de Bogotá (al noroccidente), como se evidenciará más adelante con los patrones espaciales de presencia humana, áreas agrícolas campesinas y coberturas y uso del suelo.

Contrariamente, en la franja entre el páramo y el piedemonte llanero, en la parte media y suroriental de la vertiente oriental, el ambiente y disposición estructural de las rocas en laderas estructurales y de contrapendiente, marcado por un alto fallamiento de las rocas sedimentarias y con una concentración de pendientes más abruptas (moderadas a

fuertemente escarpadas) (Figura 2-7), representan en el territorio una barrera física para el avance del uso y establecimiento humano, que reduce la apertura de vías por los fenómenos de remoción en masa por las altas pendientes y con la alta actividad sísmica y altas precipitaciones como detonantes. Estos rasgos físicos de la vertiente oriental, hacen que muchas de las dinámicas de coexistencia humana con el páramo no se den de la misma manera y con la misma intensidad que en la vertiente occidental, que cuenta con una geomorfología y clima diferente.

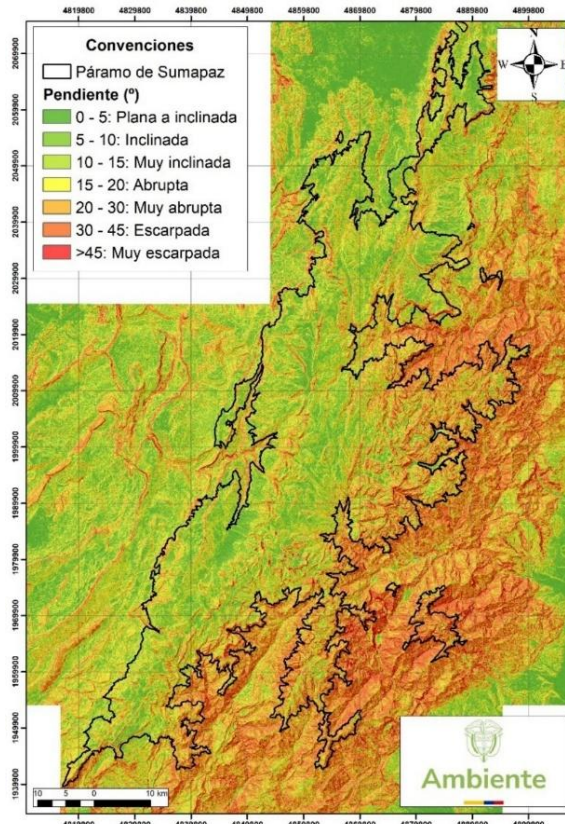


FIGURA 2-7 DISTRIBUCIÓN DE LA PENDIENTE DEL TERRENO DEL PÁRAMO CRUZ VERDE SUMAPAZ Y ZONAS ALEDAÑAS. NÓTESE LA MAYOR CONCENTRACIÓN DE ALTAS PENDIENTES (MUY ABRUPTA A MUY ESCARPADA) EN EL SECTOR CENTRO Y SURORIENTAL DEL ÁREA.

Fuente: Este documento a partir de: Información topográfica descargada de ASF Data Search, ALOS PALSAR
<https://search.asf.alaska.edu/#/>.

Lo anterior, permite entender los rasgos físicos básicos, estructurales y geomorfológicos que generan los dos primeros ejes diferenciadores del páramo (occidente, oriente).

- Precipitación

Sumado a lo anterior, las marcadas diferencias de precipitación entre la vertiente húmeda oriental y la vertiente seca occidental, son ejemplificadas en los documentos de

delimitación precedentes, comparando los datos de las estaciones que registran la menor y mayor lámina de precipitación en el área respectivamente, donde en el municipio de Soacha se registra una lámina media anual de 595 mm, y en contraste, en el municipio de Cubarral, se presenta una precipitación de 6641 mm/año (ETESA, 2015).

En consecuencia a estas diferencias, se genera una diferenciación climática por precipitaciones entre las vertientes occidental y oriental del páramo, representado en la distribución de dichas precipitaciones como se puede notar en la Figura 2-8. Derivado de este factor diferenciador, la regulación hídrica, el uso del agua y la vulnerabilidad al desabastecimiento hídrico, también son factores claros entre los ejes oriental y occidental del complejo, aspectos que establecen la importancia del servicio ecosistémico que presta el páramo respecto al recurso agua.

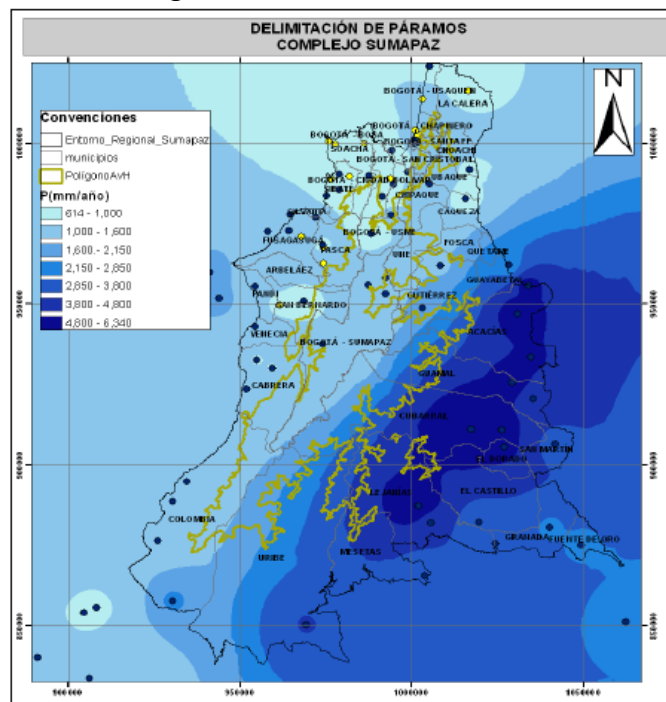


FIGURA 2-8 DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DE LA PRECIPITACIÓN MEDIA ANUAL EN MILÍMETROS, EN EL TERRITORIO DEL COMPLEJO CRUZ VERDE - SUMAPAZ.

Fuente: ETESA. 201

Ahora bien, en respuesta a los factores físicos del territorio producto de su orografía, se desarrollan otros factores consecuentes que generan patrones y tendencias respecto a la presencia humana y el desarrollo de sus actividades en el área de referencia del páramo Cruz Verde Sumapaz y sus áreas aledañas, que afianzan los ejes de diferenciación oriente-occidente y el gradiente norte sur; entre ellas, las coberturas y uso del suelo y las dinámicas sociales.

- Coberturas y uso del suelo

Este patrón diferenciador entre las vertientes y sus zonas norte y sur, es reflejado en el grado de transformación de los ecosistemas, donde la mayor incidencia se presenta en las subzonas de la vertiente occidental comparado con las subzonas de la vertiente oriental.

Estas diferencias en la transformación de las coberturas entre vertientes y zonas norte y sur del páramo Cruz Verde Sumapaz, que devienen de la respuesta a los rasgos físicos del área, afianzan las marcadas diferencias entre los diferentes ejes del páramo. Es así que, en títulos posteriores se presentan los resultados de la dinámica multitemporal de coberturas para el área de referencia del páramo Cruz Verde Sumapaz, desde el año 2002 hasta el año 2022, donde se exponen los diferentes patrones y tendencias entre vertientes y zonas, lo cual corresponde a la dinámica que se ha venido describiendo en los documentos iniciales del proceso de delimitación: ETESA y recomendaciones del IAVH.

Debido a las diferencias en los usos del suelo, en consecuencia, también se presenta un contraste entre las subzonas de la vertiente occidental, con alta demanda hídrica y poca oferta, y la subzona del flanco oriental, en la que sucede lo contrario, tal como puede verse más adelante, en la información sobre el servicio ecosistémico relacionado con el recurso hídrico.

- Dinámicas socioeconómicas

De igual manera, la oposición entre las dos vertientes se observa también en términos económicos y demográficos. La vertiente occidental se caracteriza por tener una historia de asentamiento y de arraigo campesino en zonas de alta montaña, localizándose varios centros urbanos importantes, una población rural significativa, actividades agropecuarias y extracción minera más presentes que en la vertiente oriental.

Estos rasgos sociales previstos en los documentos iniciales de delimitación y que dieron lugar a la Resolución 1434 de 2017, también continúan vigentes para el presente documento, lo cual es actualizado y desarrollado más adelante, tanto en las dinámicas de coberturas y uso del suelo del análisis multitemporal de coberturas (2002-2022), como en la distribución de las áreas de agricultura campesina establecidas por la UPRA, y la distribución de las viviendas, hogares y personas ubicadas dentro del área de referencia del páramo Cruz Verde Sumapaz.

En este sentido, la conjugación entre algunas características biofísicas y las dinámicas humanas de establecimiento y uso de este territorio, han favorecido la diferenciación de las zonas del páramo Cruz Verde Sumapaz.

No obstante, es frente a estos dos últimos factores de diferenciación: coberturas y dinámicas sociales, que se afianza aún más el patrón de la continua coexistencia humana en el páramo, que sugiere y exhorta a la necesidad de su delimitación y la posterior formulación del plan de manejo, para regular la permanencia de los habitantes del páramo, pero con la reconversión y sustitución de sus actividades, en función de la protección del ecosistema y los servicios ecosistémicos que éste oferta.

En seguida se presentan algunas de las características de los ejes oriental, occidental, norte y sur en el páramo Cruz Verde Sumapaz:

- Vertiente occidental

En las subzonas hidrográficas de la vertiente occidental (Ríos Bogotá, Sumapaz y Cabrera) (Figura 2-2), el grado de transformación de los ecosistemas es más elevado. La vertiente occidental constituye la parte del Complejo que está sujeta a las mayores presiones por demanda hídrica, demográficas, urbanizadoras y productivas. Las áreas de pastos y cultivos son mayoritarias y una proporción muy significativa está cubierta por áreas urbanas y de infraestructura.

En el eje noroccidental y nororiental, existe también una relación fuerte entre el grado de transformación y la cercanía de Bogotá, por lo que el grado de transformación es más elevado en las subzonas hidrográficas del norte del Complejo. Esta observación aplica tanto en la vertiente occidental (entre las subzonas de los ríos Bogotá y Sumapaz y la subzona del río Cabrera) como en la vertiente oriental (entre la subzona del río Guayuriba).

La vertiente occidental se caracteriza por ser un lugar donde el arraigo y la cultura campesina, las reivindicaciones territoriales y la tradición de lucha están muy presentes. Se expresan en la consolidación de las Zonas de reserva campesina, como son la Zona de Reserva Campesina de Cabrera, la Zona de Reserva Campesina de Sumapaz y la Zona de Reserva Campesina Alto Venecia, sobre las cuales se detallará en el capítulo 3 del presente documento.

Este relacionamiento social en la vertiente occidental, tiene un desarrollo histórico prehispánico y durante la Colonia, en el que la Corona española estableció en los mismos lugares de asentamiento indígena, centros poblados que basaban su sistema económico en la posesión de la tierra, la explotación de sus riquezas y la sujeción de sus habitantes, generando el despojo acelerado, la expansión de la agricultura y la ganadería (Tamayo et al. 2023). En consecuencia, desde la colonia se iniciaría, la ocupación de áreas de mayor altitud en dicha vertiente.

- Vertiente oriental

En las subzonas de la vertiente oriental (Ríos Guayuriba, Metica, Guape, Ariari, Guejar, Guayabero) (Figura 2-2), las áreas de bosques densos son importantes, lo que refleja el buen estado de conservación. La combinación de las fuertes pendientes, la ausencia de infraestructura vial, la existencia del PNN Sumapaz, así como la dinámica del conflicto armado generan efectos sinérgicos para inhibir allí los procesos de transformación de ecosistemas.

En general, la vertiente oriental se caracteriza por:

- Tener un grado limitado de transformación de los ecosistemas,
- Condiciones difíciles de acceso por ausencia de infraestructuras viales y por tema de seguridad, y una débil presencia institucional.
- Con excepción de la subzona del río Guayuriba, la vertiente oriental no presenta fuertes presiones hídricas, mineras, agropecuarias ni demográficas sobre el páramo.
- La región de los Llanos Orientales viene de procesos territoriales que no están relacionados con el páramo.
- Corresponde a la zona más húmeda del entorno regional, en el Piedemonte Llanero entre los 525 y los 1.200 m s.n.m., en los municipios de Acacias, Guamal, Cubarral, Lejanías y El Castillo; con un clima super húmedo, y precipitaciones medias anuales que superan los 4800 mm (ETESA, 2015).

- Gradiente norte/sur

En cada una de las dos vertientes: oriente-occidente, existen diferencias entre las subzonas del norte y las subzonas del sur del páramo Cruz Verde Sumapaz. Estas diferencias son primero, a nivel biofísico que, como se mencionó anteriormente se presenta en la vertiente occidental una asimetría importante, en términos de su geomorfología y precipitaciones, entre los extremos norte y sur.

Noroccidente y suroccidente: El extremo noroccidental, que corresponde a las cuencas de los ríos Tunjuelo y Muña tiene bajos niveles de precipitación, mientras tanto, en la subzona suroccidental, en la cuenca del río Cabrera, las precipitaciones son dos veces más altas (ver Figura 2-8).

Por otra parte, por sus geoformas de terrenos planos por terrazas, la zona noroccidental coincide con las zonas de alta concentración demográfica como los municipios de la Sabana de Bogotá y el Distrito Capital, fenómeno que disminuye de norte a sur. En la vertiente occidental, las actividades de alta montaña están presentes y generan la principal presión por uso, con una intensidad más fuerte en el norte, asociado a la mayor

la presión demográfica. La cercanía a la ciudad de Bogotá explica que las presiones se den con más intensidad en las subzonas localizadas en el norte del Complejo.

Los municipios más poblados y con mayor demanda de agua potable ubicados al norte del complejo, son los que presentan déficit o muy baja disponibilidad de agua, también identificado al suroccidente en la zona del norte del departamento del Huila (ETESA, 2015).

Nororiente y suroriente: De manera similar, en la vertiente oriental existen diferencias marcadas entre la subzona del río Guayuriba (nororiente), que cuenta con infraestructuras viales por un marcado establecimiento humano que, no está relacionado con actividades agropecuarias, sino por una alta densidad poblacional, tal como se expone en títulos posteriores respecto a la distribución de población, viviendas y hogares, el análisis de coberturas y las áreas donde se concentran las áreas agrícolas campesinas.

Contrariamente, las otras subzonas al suroriente se encuentran más aisladas y tienen menor transformación de sus coberturas, entre otras razones a que sus geoformas han determinado un menor establecimiento humano. En esta zona suroriental se presenta la mayor disponibilidad hídrica del complejo paramuno en los municipios de Lejanías, Cubarral, Guamal y Acacías. Esta disponibilidad hídrica se encuentra asociada a la alta precipitación de la zona, como se mencionó anteriormente.

En términos económicos y demográficos, en particular, el eje diferenciador norte/sur es muy visible. Así, los cultivos de alta montaña son importantes en la subzona del río Guayuriba (nororiente), y ausentes en la subzona suroriental.

2.2.2 Dinámica multitemporal de las coberturas del páramo Cruz Verde Sumapaz

Uno de los aspectos que determinan los ejes diferenciales que engranan en el territorio del páramo Cruz Verde Sumapaz tratados anteriormente, es las condiciones de cobertura y uso del suelo, no solo en el área de referencia del páramo, sino en las áreas aledañas y relacionadas con él.

Para reconocer más a fondo este factor diferenciador, se desarrolla un análisis multitemporal de las coberturas de la tierra entre los años 2002 y 2022, con el propósito de identificar tendencias de transformación, permanencia, regeneración ecológica y cambios asociados a procesos antrópicos dentro del territorio del área de referencia del páramo Cruz Verde Sumapaz.

El análisis se realizó a partir de información de coberturas correspondiente a los periodos 2000–2002, 2005–2009, 2010–2012, 2018 y 2022, utilizando las capas disponibles hasta la última actualización con la metodología Corine Land Cover adaptada para Colombia, generadas por el IDEAM a escala 1:100.000.

Para el uso de la información, es necesario tener en cuenta los siguientes aspectos:

- i) Las variaciones observadas, específicamente con ciertos cambios o datos abruptos que no pueden ser explicados, son excluidos del análisis y de las conclusiones generadas, debido a la probable influencia de diferencias metodológicas entre periodos, cambios inherentes en la interpretación, o reclasificaciones.
- ii) Las áreas de nubes están principalmente asociadas a coberturas de bosques, y en otros casos, a áreas de mosaicos. En este sentido, se interpreta que las áreas de estas clases de coberturas serían mayores a las que se exponen en los siguientes datos, por lo que no afecta la interpretación que se realiza, ya que esta corresponde a un análisis de tendencias.

El análisis permite reconocer previo y posterior a la emisión de la Resolución 1434 de 2017, cómo se han venido dando las dinámicas territoriales relevantes, asociadas tanto a procesos de conservación y sucesión ecológica, como a transformaciones derivadas de actividades agropecuarias y modificaciones en coberturas naturales en el área de referencia del páramo Cruz Verde Sumapaz.

El análisis multitemporal se desarrolló mediante la comparación de las áreas ocupadas por cada cobertura de la tierra en los distintos periodos evaluados.

La interpretación se enfocó en:

- Identificación de coberturas dominantes.
- Evaluación de tendencias de aumento o disminución.
- Reconocimiento de procesos de transformación territorial.
- Identificación de posibles procesos de regeneración ecológica.
- Evaluación general de intervención antrópica.
- Interpretación ecológica de cambios estructurales del paisaje.

De acuerdo a la información de las coberturas en los diferentes periodos de tiempo (2000–2002, 2005–2009, 2010–2012, 2018 y 2022) (Tabla 2-2), el análisis multitemporal evidencia las siguientes tendencias principales, indicando que el territorio mantiene una matriz principalmente natural o seminatural:

TABLA 2-2 CAMBIOS DE LOS TIPOS DE COBERTURA EN EL ÁREA DE REFERENCIA DEL PÁRAMO CRUZ VERDE SUMAPAZ ENTRE LOS AÑOS ANALIZADOS.

Clase de Cobertura	Área en hectáreas				
	2000-2002	2005-2009	2010-2012	2018	2022
Nubes	1062,31	2441,85	1702,16	-	-
Tejido urbano continuo	-	-	39,32	20,15	20,15
Tejido urbano discontinuo	-	-	0,02	4,49	11,57
Otras zonas verdes urbanas	-	-	0,44	-	-
Zonas de extracción minera	-	-	3,65	19,38	19,38
Plantación de latifoliadas	-	-	-	-	9,89
Plantación forestal	220,19	218,68	612,07	830,36	837,97
Tierras desnudas y degradadas	33,47	33,47		18,04	28,08
Zonas quemadas		969,87	683,47		
Pastos limpios	2869,43	6656,57	9036,24	4690,30	4204,41
Pastos enmalezados	2111,81	1833,39	1138,71	53,76	126,18
Papa	6,08	-	-	58,62	621,57
Mosaico de cultivos	616,27	-	-	1295,54	1487,21
Mosaico de pastos y cultivos	10675,64	12197,91	14183,54	16808,83	16228,48
Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales	10871,15	5508,90	4021,03	4430,74	4323,95
Mosaico de pastos con espacios naturales	3785,83	6625,77	5937,43	5300,93	5985,44
Mosaico de cultivos con espacios naturales	123,07	-	-	-	25,58
Afloramientos rocosos	62,67	-	-	-	-
Zonas arenosas naturales	-	-	26,09	26,09	-
Herbazal denso de tierra firme	68821,18	7297,30	5939,87	-	-
Herbazal denso de tierra firme no arbolado	33443,96	83986,42	82303,34	98384,53	99268,75
Herbazal denso de tierra firme arbolado	323,25	322,47	736,10	234,72	234,72
Herbazal denso de tierra firme con arbustos	93890,85	101974,00	97612,86	95557,49	94812,43
Herbazal abierto rocoso	-	-	-	142,05	191,08
Herbazal denso inundable no arbolado	-	-	-	-	65,02
Arbustal denso	15083,30	15002,93	13257,42	12444,27	12609,22
Arbustal abierto	24072,79	23571,88	29492,57	24485,91	24543,40
Arbustal abierto esclerófilo		191,38	191,38	-	-
Bosque denso alto de tierra firme	30572,72	30635,29	29070,34	25352,67	24976,51
Bosque denso bajo de tierra firme	9377,99	9344,63	8295,99	17583,80	17548,21

Bosque abierto bajo de tierra firme	69,30	69,30	1630,61	1032,69	998,55
Bosque abierto alto de tierra firme	-	-	352,03	213,63	15,95
Bosque de galería y ripario	35,66	21,10	126,86	143,47	143,47
Bosque fragmentado	-	-	12,31	-	-
Bosque fragmentado con pastos y cultivos	2940,35	3355,31	3206,46	367,57	321,36
Bosque fragmentado con vegetación secundaria	2187,96	1002,58	1938,97	2894,82	2779,28
Vegetación secundaria o en transición	880,54	904,13	2578,28	264,36	216,78
Vegetación secundaria baja	-	-	35,56	641,21	666,65
Vegetación secundaria alta	-	-	-	903,21	882,40
Turberas	57,43	57,43	57,43	57,43	57,43
Lagunas, lagos y ciénagas naturales	511,49	484,34	484,34	445,82	445,82
Cuerpos de agua artificiales	0,22				

Fuente: Este documento

TENDENCIAS GENERALES

Permanencia de una estructura ecológica dominada por herbazales y arbustales

Estabilidad moderada de coberturas boscosas

Incremento de coberturas abiertas no arboladas

Evidencias de regeneración ecológica.

Permanencia de conectividad funcional en amplios sectores

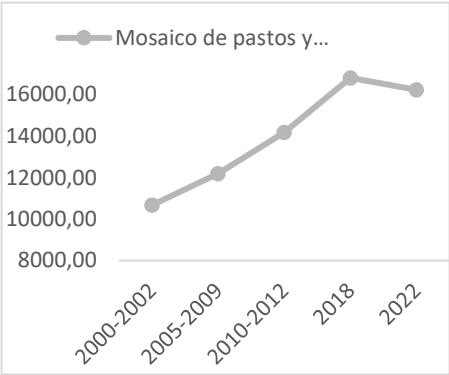
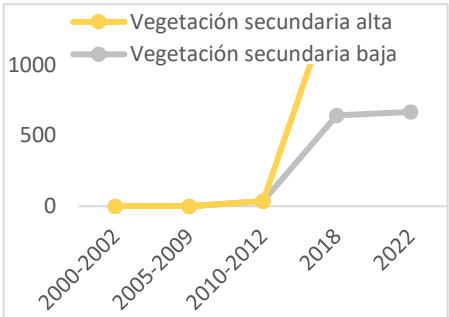
Expansión parcial de mosaicos agropecuarios, particularmente entre 2000 y 2018.

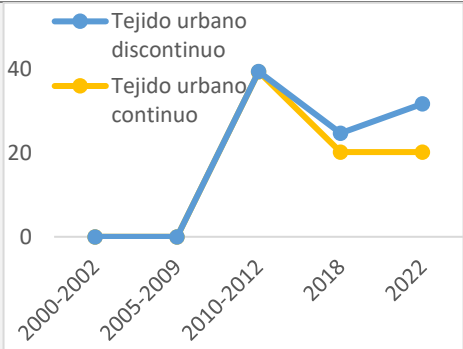
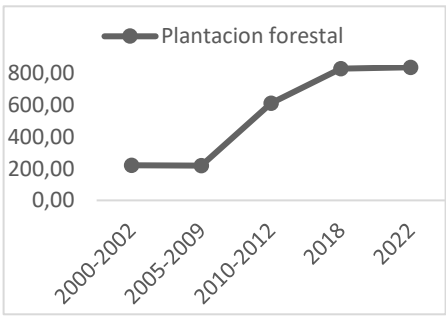
Las coberturas artificializadas continúan siendo marginales.

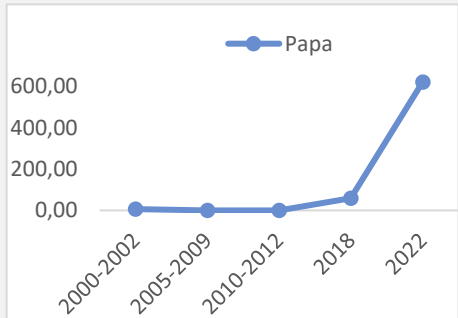
Coberturas con mayor aumento	Herbazal denso no arbolado Mosaicos agropecuarios
Coberturas con mayor disminución	Herbazal denso de tierra firme Pastos limpios
Coberturas relativamente estables	Bosque denso alto Arbustales
Coberturas predominantes durante todos los periodos:	Herbazales densos de tierra firme Herbazales con arbustos Arbustales abiertos Bosques densos altos de tierra firme

Algunas tendencias específicas comprenden lo siguiente:

<i>TENDENCIA</i>	<i>DESCRIPCIÓN</i>	<i>INFERENCIA</i>
<i>Disminución del Herbazal denso de tierra firme</i>	Pasa de aproximadamente ~68,821 hectáreas en 2000–2002, a ~5,940 hectáreas en 2010–2012. Para los periodos 2018 y 2022 desaparece.	Lo anterior puede indicar una reclasificación cartográfica, debida a procesos de sucesión vegetal con transición hacia otras coberturas que simultáneamente incrementan como los herbazales con arbustos.
<i>Incremento del herbazal denso no arbolado</i>	Incrementa de 33,444 ha (2000–2002) a 99,269 ha (2022)	Expansión o reclasificación hacia coberturas abiertas no boscosas. Pérdida parcial de vegetación arbustiva o boscosa. Disturbios recurrentes.
<i>Herbazal denso de tierra firme con arbustos</i>	Cobertura estable en toda la serie temporal con baja variación.	Sugiere que esta cobertura constituye uno de los componentes estructurales dominantes correspondiente a la vegetación natural y típica de páramo.
<i>Estabilidad relativa de los bosques densos altos mantienen relativamente constantes</i>	Se mantiene constante 30,573 hectáreas en 2000–2002, y 24,977 hectáreas en 2022.	Sugiere que no ha habido pérdida drástica del bosque alto.
<i>Bosque denso bajo de tierra firme</i>	Presenta una estabilidad inicial. Presenta una reducción moderada hacia 2010. Presenta un incremento importante posterior a 2018–2022.	El aumento posterior a 2010 es significativo y sugiere recuperación de coberturas más densas en algunos sectores.
<i>Incremento de mosaicos agropecuarios como mosaico de pastos y cultivos y mosaico de</i>	Muestran aumento entre 2000 y 2018 Ejemplo: Mosaico de pastos y cultivos de 10,676 hectáreas en 2000–2002 a 16,809 hectáreas en 2018.	Sugiere una expansión sostenida de áreas intervenidas asociadas a actividades agropecuarias. Implica presiones de

TENDENCIA	DESCRIPCIÓN	INFERENCIA
cultivos, pastos y espacios naturales.		transformación antrópica por consolidación de usos rurales y potencial aumento de fragmentación del paisaje natural. Refleja paisajes mixtos donde persisten elementos naturales dentro de matrices productivas. Consolidación de matrices rurales productivas.
Reducción de pastos limpios	Disminuye de 9,036 hectáreas (2010–2012) a 4,204 hectáreas (2022)	Podría deberse a regeneración natural asociada al incremento de los herbazales o transición hacia mosaicos, por abandono de áreas productivas.
Coberturas secundarias y regeneración Vegetación secundaria alta	Aparece únicamente en los periodos recientes: 903 hectáreas en 2018, y 882 ha en 2022 	Transición hacia estructuras boscosas más complejas por procesos de recuperación vegetal.
Coberturas artificiales y minería	Las áreas urbanas permanecen estables durante toda la serie, con un tejido urbano continuo < 25 ha. El Tejido urbano discontinuo presenta un incremento a partir del año 2018 de 4,48 hectáreas a 11,56 en 2022.	Las áreas con procesos más intensivos y de mayor presión por la presencia de población humana en el caso del tejido urbano, permanecen focalizadas en la zona norte y noroccidente del páramo, donde se encuentra la mayor densidad de población

TENDENCIA	DESCRIPCIÓN	INFERENCIA
	 El área minera muestra un incremento en los últimos periodos, de 3,647023 en 2012 a 19,38 hectáreas en 2018 y 2022, donde se integran dos frentes de explotación existentes desde 2012. 	humana.
Plantaciones forestales	Dentro del área de páramo se identifica un incremento sostenido de plantaciones, de 220,1912 hectáreas en 2000; hasta 837,96 hectáreas en 2022. 	Independientemente de la cobertura que estas plantaciones reemplacen, implica una actividad creciente y que requiere el manejo correspondiente, en torno a las regulaciones del páramo Cruz Verde Sumapaz.
Papa	Incrementa de 6,07 hectáreas en 2000 a 58,62 en 2018 y 621,57 hectáreas en	Se identifica un incremento en el área ocupada y utilizada

TENDENCIA	DESCRIPCIÓN	INFERENCIA												
	2022.  <table><caption>Producción de Papa (Papa) - Estimaciones</caption><thead><tr><th>Período</th><th>Producción (Miles de toneladas métricas)</th></tr></thead><tbody><tr><td>2000-2002</td><td>~10,00</td></tr><tr><td>2005-2009</td><td>~10,00</td></tr><tr><td>2010-2012</td><td>~10,00</td></tr><tr><td>2018</td><td>~50,00</td></tr><tr><td>2022</td><td>~600,00</td></tr></tbody></table>	Período	Producción (Miles de toneladas métricas)	2000-2002	~10,00	2005-2009	~10,00	2010-2012	~10,00	2018	~50,00	2022	~600,00	para la producción de papa, especialmente posterior a la emisión de la Ley 1930 de 2018, lo cual indica la necesidad de establecer el área de páramo a fin de implementar lo regulado en la mencionada ley respecto a las actividades agropecuarias.
Período	Producción (Miles de toneladas métricas)													
2000-2002	~10,00													
2005-2009	~10,00													
2010-2012	~10,00													
2018	~50,00													
2022	~600,00													

De acuerdo a lo anterior, se puede establecer lo siguiente:

Mantenimiento de la representatividad ecológica y de especies reportada desde la Resolución 1434 de 2017

- El predominio persistente de coberturas naturales y seminaturales, como: herbazales densos, herbazales con arbustos, arbustales, y bosques de tierra firme, indica que, a escala regional, el paisaje conserva una matriz principalmente natural, especialmente herbazales y formaciones arbustivas y boscosas, aunque con procesos de intervención moderada y fragmentación localizada por expansión agropecuaria creciente representada en el aumento de mosaicos de cultivos y pastos, además de focos específicos de minería (municipio de Usme) y establecimiento humano discontinuo (Bogotá D.C.), representando una de las principales dinámicas de transformación territorial observadas, asociadas a infraestructura vial y edificaciones.
- Se presentan indicios de regeneración ecológica evidenciados por el aumento del bosque bajo; aparición de vegetación secundaria e incremento de coberturas leñosas abiertas.
- Los herbazales: Herbazal denso de tierra firme; Herbazal denso de tierra firme no arbolado; Herbazal denso de tierra firme arbolado; Herbazal denso de tierra firme con arbustos, constituyen el grupo de coberturas más representativo dentro del territorio en cuanto a su área, los cuales corresponden a la vegetación del páramo propiamente dicho indicando alta permanencia espacial y estabilidad ecológica.

- Asimismo, el bosque abierto bajo presenta incremento progresivo durante toda la serie temporal, lo cual podría reflejar etapas iniciales de recuperación vegetal o transición hacia coberturas boscosas más estructuradas.
- El incremento de coberturas boscosas bajas y abiertas refuerza la hipótesis de procesos de regeneración activa en ciertos sectores del territorio.
- El mosaico de pastos con espacios naturales también presenta crecimiento respecto al periodo inicial, indicando una coexistencia y permanencia entre elementos naturales y áreas transformadas.
- La coexistencia de herbazales, arbustales y coberturas boscosas, junto con la presencia de vegetación secundaria, indica que el territorio conserva capacidad de recuperación ecológica y conectividad funcional en diversos sectores.

Permanencia y tendencia al incremento de áreas de uso humano

- En conjunto, el territorio presenta transformaciones antrópicas focalizadas, coexistencia entre matrices productivas y coberturas naturales, así como potencial de recuperación ecológica en sectores específicos.
- Coberturas artificiales y minería. Las coberturas artificializadas y mineras, aunque corresponden a superficies bajas y focalizadas, representan zonas con progresión a procesos intensivos de urbanización en tejidos urbanos, expansión industrial o artificialización acelerada del territorio, tal como se refleja en la dinámica de cambio de estas coberturas hasta el período analizado 2022.

Bajo estas dinámicas de coberturas y uso, puede establecerse con claridad la importancia y necesidad de la delimitación del páramo Cruz Verde Sumapaz considerando lo siguiente:

1. Tanto la presencia del tejido urbano discontinuo en la zona norte del páramo en el distrito capital (Figura 2-9), como la existencia de áreas con referencia a desarrollos de infraestructura y explotación minera a cielo abierto ubicado entre los municipios de Chipaque y Usme, correspondiente a la integración de dos frentes de explotación existentes desde 2012 (Figura 2-10), pero que resultan en presiones que requieren del correspondiente manejo para regular y evitar el incremento en la expansión urbana y la explotación minera, conforme lo prohíbe la mencionada ley. No obstante, el cumplimiento de la normativa regulatoria de páramos, parte de la base de su

implementación dentro del área que se establezca como el páramo Cruz Verde Sumapaz, por tanto, es perentoria la definición de dicha área del páramo.

Es de destacar aquí que, desde inicios del proceso de delimitación participativa el Ministerio de ambiente, en su segundo informe de cumplimiento (página 23), destacó que: *“..la minería o la expansión del extractivismo son una de las acciones que tanto los actores sociales, como del sector productivo y gubernamental consideran preocupantes en el páramo de Sumapaz, seguido por la ausencia o ineficiencia de las autoridades o políticas, la expansión de la frontera agrícola, arriendo de tierras y la ganadería (especialmente para los actores privados)...”*

2. Por otra parte, a pesar que en el páramo Cruz Verde Sumapaz se viene manteniendo un predominio de coberturas naturales, también es cierto que el incremento progresivo de mosaicos agropecuarios en las zonas periféricas del área de referencia del páramo, especialmente hacia las zonas occidental y norte (Figura 2-11) donde, coincide con la mayor densidad de población humana y las áreas de agricultura familiar, se conforman en claras presiones que ponen en riesgo el ecosistema y sus funciones ampliamente reconocidas y que requieren de la implementación de las regulaciones correspondientes, para lo cual se hace perentorio contar con un área delimitada para su aplicación.

Frente a este aspecto, desde el primer informe de cumplimiento presentado al JUZGADO CUARENTA (40) ADMINISTRATIVO DE ORALIDAD DEL CIRCUITO DE BOGOTÁ – SECCIÓN CUARTA, se destaca que, una de las características de las familias rurales del Sumapaz es su arraigo con la economía campesina, lo cual es reflejado aquí. Por tanto, desde allí se manifiesta la necesidad de la implementación de sistemas productivos que no desconozcan características, como la soberanía alimentaria, el vínculo con la tierra y la ética del trabajo campesino, aspectos que reafirman la identidad tradicional de este grupo social y que se constituyen como ventajas y que resulten armónicas con la protección del ecosistema.

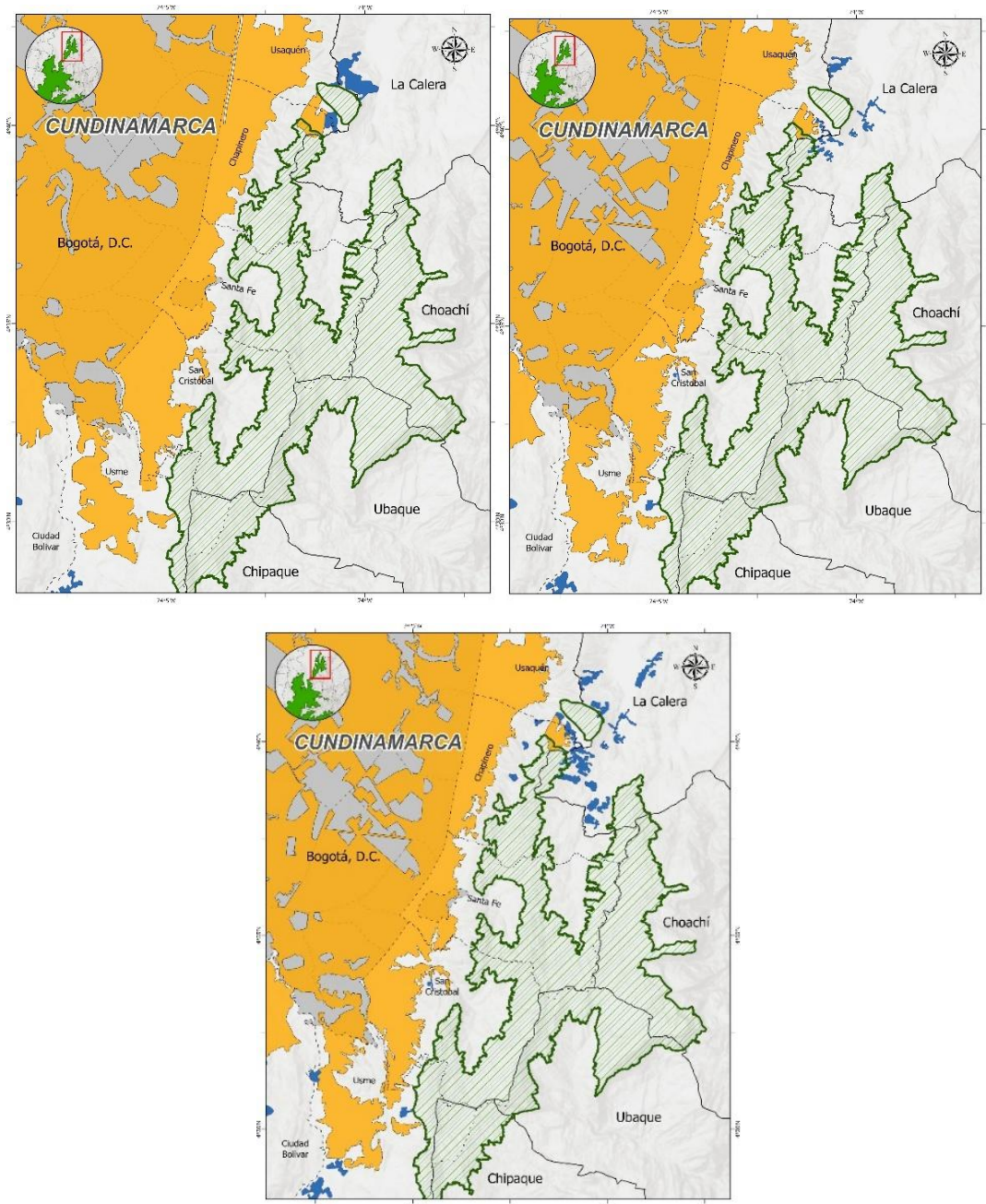


FIGURA 2-9 AMPLIACIÓN DEL ÁREA DE TEJIDO URBANO DISCONTINUO, ENTRE LOS AÑOS 2002 A 2022, 2018 Y 2022.

Fuente: Elaboración propia a partir del mapa de coberturas CLC IDEAM.

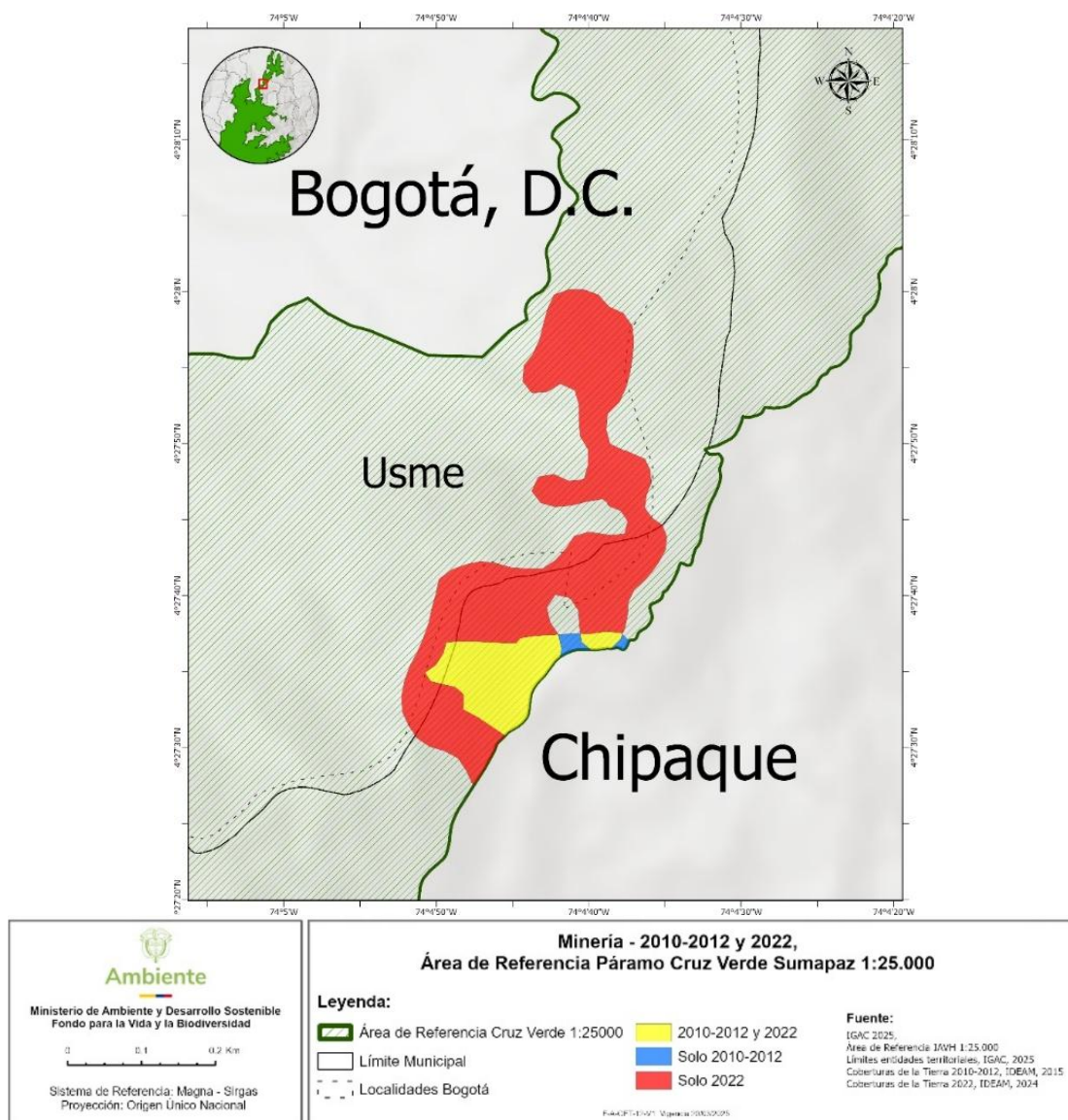


FIGURA 2-10 ÁREA MINERA EN EL MUNICIPIO DE CHIPAQUE Y BOGOTÁ D.C., EN LA LOCALIDAD DE USME, ENTRE LOS AÑOS 2010-2012, 2018 Y 2022.

Fuente: Elaboración propia a partir del mapa de coberturas CLC IDEAM.

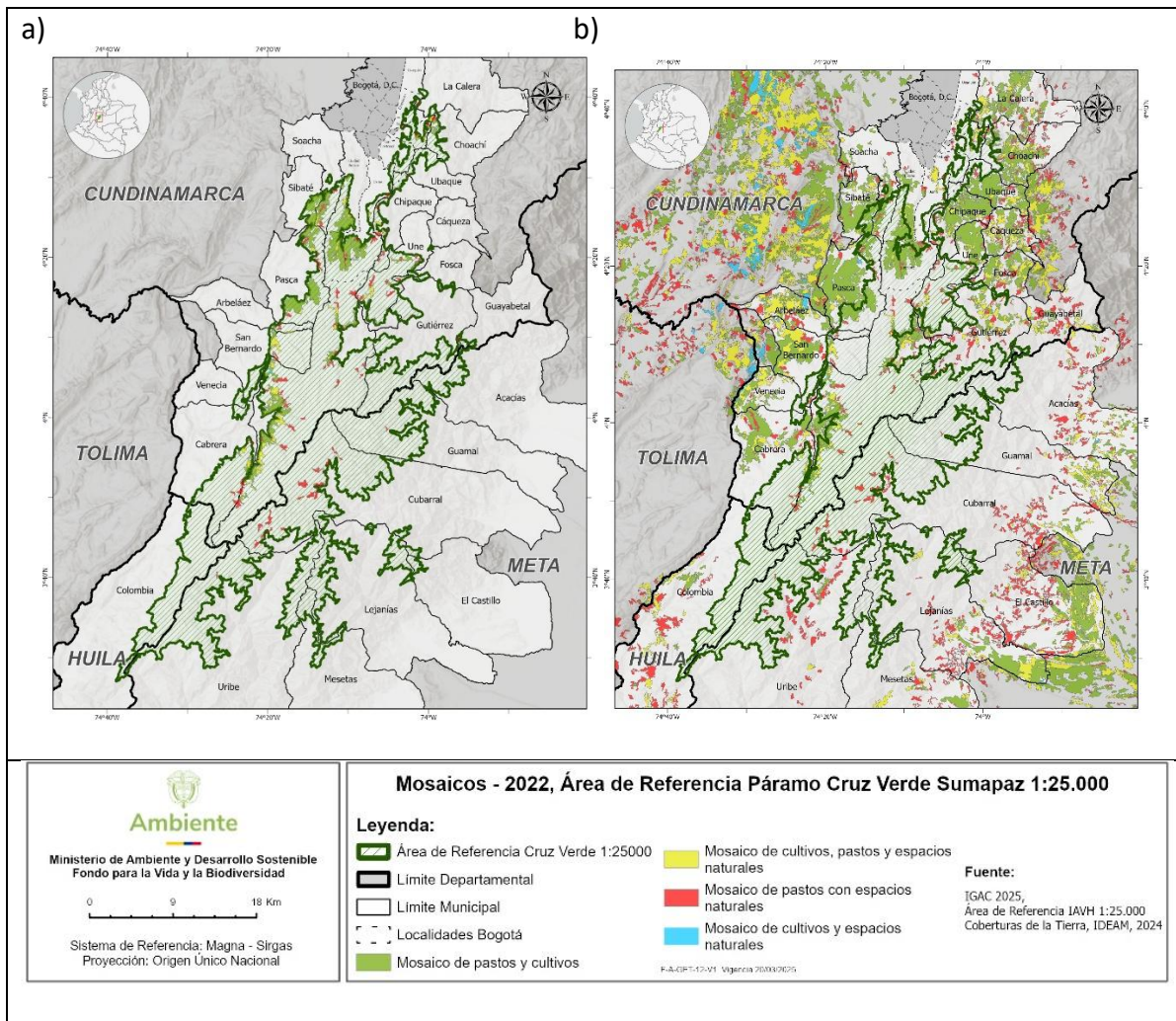


FIGURA 2-11 MOSAICOS AGROPECUARIOS DESARROLLADOS EN LAS ZONAS PERIFÉRICAS DEL ÁREA DE REFERENCIA DEL PÁRAMO, EN LA VERTIENTE OCCIDENTAL Y ZONA NORORIENTAL (A), Y CONTINUIDAD DE ESTOS MOSAICOS HACIA LAS ÁREAS DE INCIDENCIA INDIRECTA DEL PÁRAMO (B), DONDE SE RECIBEN SERVICIOS ECOSISTÉMICOS COMO EL RECURSO HÍDRICO

Fuente: Elaboración propia a partir del mapa de coberturas IDEAM periodo 2022.

2.2.3 Coexistencia humana en el páramo Cruz Verde Sumapaz

Desde los documentos precedentes relacionados con los análisis que llevaron a la delimitación del páramo Cruz Verde Sumapaz (Resolución 1434 de 2017), se ha precisado que el nivel de presión sobre el ecosistema del páramo varía de acuerdo con las condiciones de accesibilidad, cercanía a los grandes centros urbanos, densidad poblacional y tipo de actividades productivas desarrolladas (IAvH, 2012), todo ello asociado también a aspectos físicos del territorio como las geoformas, en donde, los

terrenos menos abruptos reciben la mayor parte del establecimiento humano y sus actividades conexas, como se ha venido exponiendo.

En atención a ello, en este aparte se proporciona una interpretación contextual a partir de información disponible, más reciente y vigente, que permite comprender esta misma premisa, encontrando patrones actuales de coexistencia humana en el área del páramo Cruz Verde Sumapaz, que provienen desde épocas prehispánicas donde las comunidades indígenas que habitaban alrededor del páramo, lo integraron como parte de su cosmogonía y de su manera tradicional de relacionarse con la naturaleza (Palacio et al. 2003).

2.2.4 Población humana dentro del páramo Cruz Verde Sumapaz

2.2.4.1 Densidad por kilómetro cuadrado dentro del páramo Cruz Verde Sumapaz

En cuanto a la población humana, a partir de la información oficial y actualmente vigente relacionada con el Censo de Viviendas, Hogares y Personas 2018 realizado por el DANE y publicado en Colombia en mapas, se realiza un análisis de la distribución de los hogares, las viviendas y las personas que se encuentran dentro del área de referencia del páramo Cruz Verde Sumapaz, lo cual incluye un total de 4.402 grillas registradas para el páramo, con datos de número de viviendas, hogares y personas por kilómetro cuadrado (Área de la Grilla N6-DANE 2018).

Los resultados evidencian precisamente una distribución territorial desigual, donde municipios como Bogotá D.C., La Calera, Soacha y Sibaté, presentan mayores niveles de concentración de viviendas, hogares y personas, mientras que otros municipios reflejan baja densidad poblacional y residencial. Asimismo, se identificó una alta dispersión estadística y presencia de valores atípicos, lo que permite evidenciar diferencias significativas en ocupación y consolidación territorial entre los municipios analizados.

En las tres variables el valor mínimo es 0, lo que indica que, en algunas ubicaciones del páramo, existen grillas de kilómetro cuadrado sin viviendas, sin hogares y sin personas, mientras que, en otras partes del páramo, hay grillas con densidades que alcanzan hasta 3.558 viviendas, 3.418 hogares y 7.654 personas por kilómetro cuadrado, como es el caso de la zona del páramo en territorios de Bogotá D.C. Esto ya indica una distribución de población humana muy dispersa y desigual entre las diferentes áreas del páramo.

En términos estadísticos, existen municipios o registros con concentraciones muy altas frente a otros con valores mínimos o nulos. Por tanto, los datos muestran una desigualdad territorial en la ocupación y densidad de viviendas, hogares y personas, encontrándose

por ejemplo que, entre diferentes ubicaciones del páramo, puede haber diferencias en promedio de hasta 241,470 personas, 88,627 viviendas y 84,426 hogares.

En términos generales, se presentan desigualdades extremas de la concentración territorial y demográfica entre Bogotá D.C., los municipios de Cundinamarca, respecto a las zonas analizadas del Meta.

El área de páramo dentro de Bogotá D.C., sobresale como el principal núcleo urbano, concentrando la mayor cantidad de viviendas, hogares y personas, lo que refleja una ocupación intensiva y una consolidación urbana muy superior al resto del territorio, que tiene implicaciones en las presiones hacia el ecosistema. A su vez, municipios cercanos a Bogotá como Soacha y Sibaté, muestran altos niveles de presencia residencial, reflejando dinámicas de expansión urbana y crecimiento residencial vinculadas al área metropolitana de Bogotá.

En contraste, departamentos y municipios como Meta, Cubarral, Guamal o Lejanías presentan cientos o miles de registros territoriales, pero con una presencia humana mínima, evidenciada en porcentajes superiores al 95% de ausencia de viviendas ocupadas, lo que sugiere amplias áreas rurales dispersas, baja densidad poblacional y posibles tendencias de territorios naturales o con ocupación no permanente (Tabla 2-3) (Figura 2-12).

TABLA 2-3 DATOS DE LA DENSIDAD DE VIVIENDAS, HOGARES Y PERSONAS POR CADA KILÓMETRO CUADRADO DENTRO DEL ÁREA DE REFERENCIA DEL PÁRAMO CRUZ VERDE SUMAPAZ.

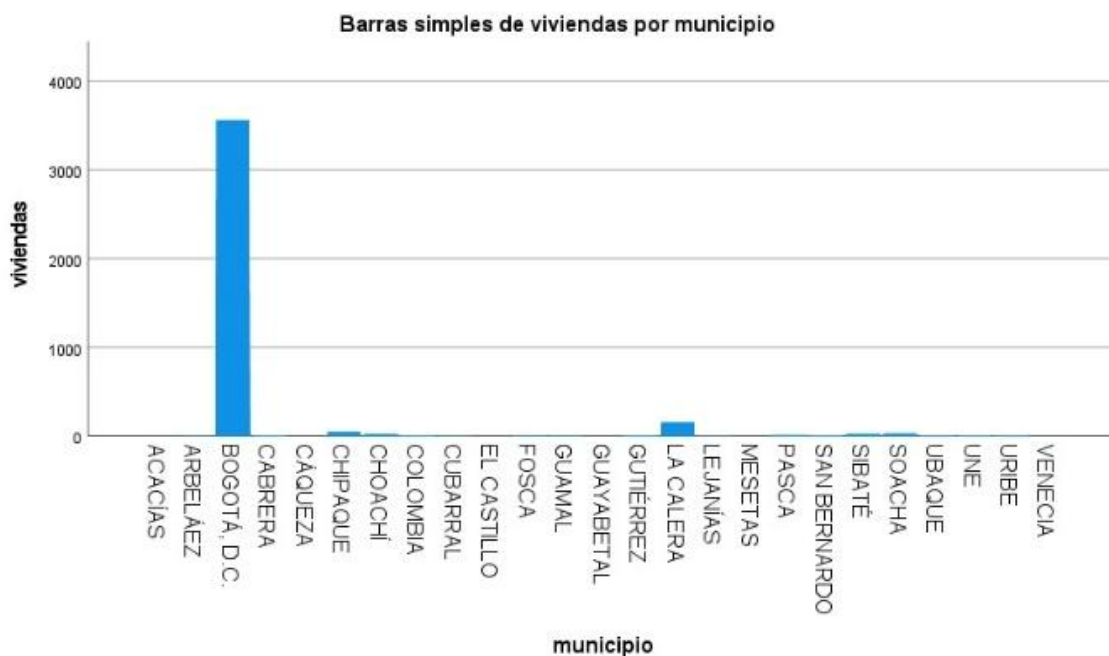
		viviendas			hogares			personas			Viviendas presencia (0=No, 1=Si)				
		Media	Recuento	Suma	Media	Recuento	Suma	Media	Recuento	Suma	Recuento	,00		1,00	
												95,0% CL inferior para % de N filas	Recuento	95,0% CL inferior para % de N filas	Recuento
dpto	BOGOTÁ, D.C.	18	1160	20704	16	1160	18869	48	1160	56060	765	63,2%	395	31,4%	
	CUNDINAMARCA	2	1175	1885	1	1175	1057	3	1175	3210	840	68,9%	335	26,0%	
	HUILA	1	295	163	0	295	38	0	295	105	209	65,5%	86	24,2%	
	META	0	1772	43	0	1772	13	0	1772	23	1744	97,8%	28	1,1%	
municipio	ACACÍAS	0	100	1	0	100	0	0	100	0	99	95,4%	1	0,1%	
	ARBELÁEZ	0	21	5	0	21	0	0	21	0	16	55,4%	5	9,7%	
	BOGOTÁ, D.C.	18	1160	20704	16	1160	18869	48	1160	56060	765	63,2%	395	31,4%	
	CABRERA	0	186	60	0	186	11	0	186	38	157	78,7%	29	10,9%	
	CÁQUEZA	0	1	0	0	1	0	0	1	0	1	.	0	.	
	CHIPAQUE	2	79	127	1	79	93	4	79	308	58	63,0%	21	17,8%	
	CHOACHÍ	2	39	86	1	39	30	3	39	99	13	20,1%	26	51,1%	
	COLOMBIA	1	295	163	0	295	38	0	295	105	209	65,5%	86	24,2%	
	CUBARRAL	0	553	6	0	553	5	0	553	5	551	98,8%	2	0,1%	
	EL CASTILLO	0	17	0	0	17	0	0	17	0	17	.	0	.	
	FOSCA	1	18	11	0	18	5	1	18	17	16	68,9%	2	2,4%	
	GUAMAL	0	283	8	0	283	8	0	283	18	282	98,4%	1	0,0%	
	GUAYABETAL	0	10	0	0	10	0	0	10	0	10	.	0	.	
	GUTIÉRREZ	0	266	36	0	266	14	0	266	28	253	92,0%	13	2,8%	
	LA CALERA	35	13	459	22	13	289	68	13	879	0	.	13	.	
	LEJANÍAS	0	223	4	0	223	0	0	223	0	219	95,8%	4	0,6%	
	MESETAS	0	86	0	0	86	0	0	86	0	86	.	0	.	
	PASCA	2	149	317	1	149	124	3	149	433	64	35,2%	85	49,0%	
	SAN BERNARDO	0	121	27	0	121	7	0	121	21	103	78,0%	18	9,4%	
	SIBATÉ	9	32	299	7	32	214	17	32	531	1	0,3%	31	86,3%	
	SOACHA	6	60	343	4	60	241	13	60	762	21	23,9%	39	52,5%	
	UBAQUE	1	33	20	0	33	6	1	33	17	25	59,4%	8	12,2%	
	UNE	1	138	93	0	138	23	1	138	77	94	60,0%	44	24,5%	
	URIBE	0	510	24	0	510	0	0	510	0	490	94,1%	20	2,5%	
	VENECIA	0	9	2	0	9	0	0	9	0	8	58,6%	1	1,2%	

Fuente: Este documento a partir de información del Censo de Viviendas, Hogares y Personas 2018-DANE.

En cuanto a la información discriminada entre las tres variables: densidad de viviendas, densidad de hogares y densidad de personas por kilómetro cuadrado en el área de referencia del páramo Cruz Verde Sumapaz, se puede apreciar lo siguiente:

Viviendas

Bogotá D.C., que sobresale ampliamente con registros muy superiores al resto de municipios, alcanzando cifras cercanas a las 4.000 viviendas por kilómetro cuadrado, lo que confirma su papel como principal núcleo urbano y residencial de influencia en el páramo. Municipios como La Calera, Soacha y Sibaté presentan valores relativamente más altos frente al resto, reflejando dinámicas de expansión urbana y crecimiento residencial vinculadas al área metropolitana de Bogotá.

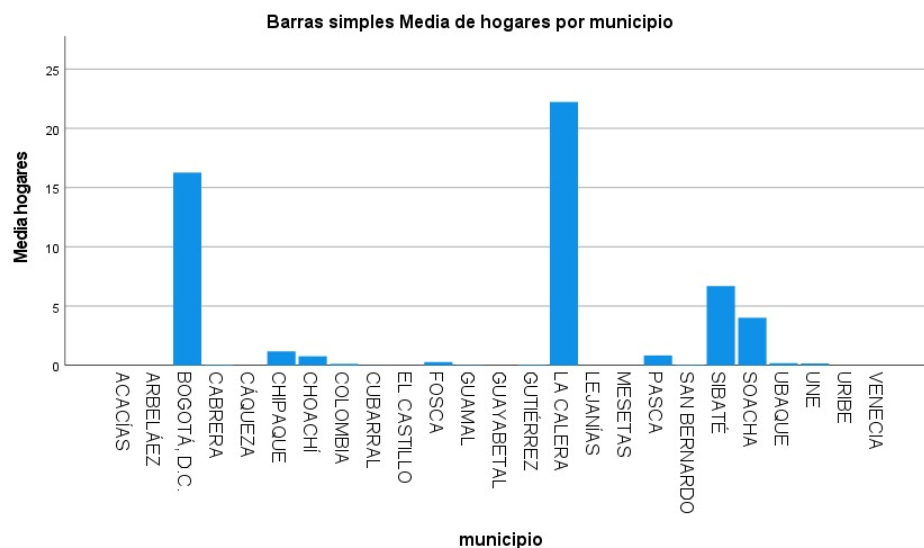


Hogares

Municipios como La Calera, Soacha y Sibaté presentan medias de hogares relativamente elevadas, lo que refleja procesos de expansión metropolitana y crecimiento periférico asociados a la presión urbana de la capital.

La Calera destaca por presentar una de las medias más altas de hogares pese a contar con menos registros territoriales, indicando una fuerte concentración de población en áreas específicas y posiblemente una ocupación residencial intensiva en ciertos sectores.

Municipios como Cubarral, Mesetas, Uribe, Guayabetal o Lejanías, presentan valores muy bajos tanto en cantidad como en media de hogares, evidenciando baja densidad poblacional, dispersión territorial, gran parte del territorio estudiado posee escasa ocupación residencial efectiva o dinámicas poblacionales muy reducidas.



Personas

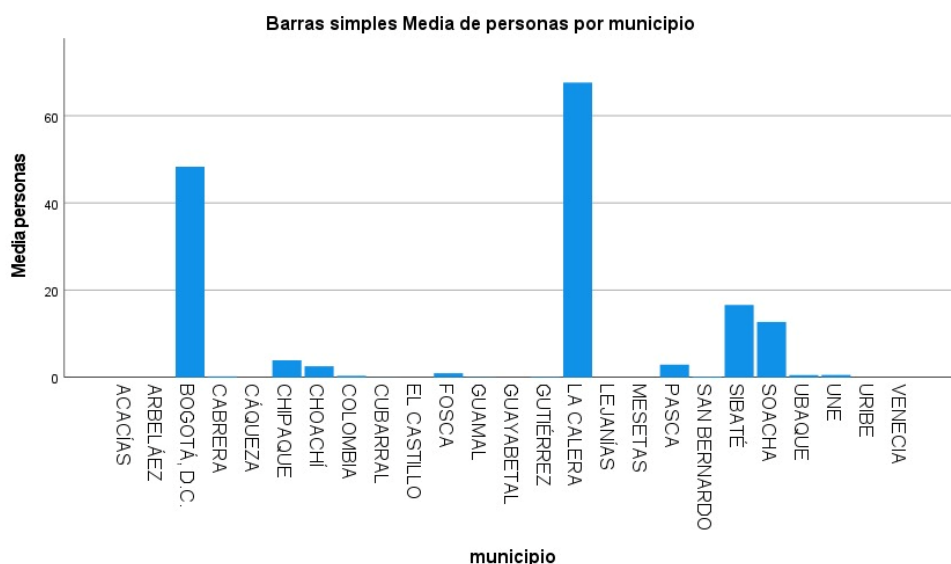
La densidad de personas por kilómetro cuadrado en el páramo, por municipio, evidencia una distribución altamente desigual y concentrada en pocos territorios.

La Calera se destaca como el municipio con la media más alta de personas por kilómetro cuadrado en el páramo, alcanzando aproximadamente 70, lo que sugiere una fuerte concentración poblacional en las áreas del páramo de este municipio.

Bogotá D.C. ocupa el segundo lugar con una media cercana a 50 personas por kilómetro cuadrado en áreas del páramo, reflejando también una alta participación.

Municipios como Ubaque, Sibaté y Chipaque presentan valores intermedios, lo que indica una participación moderada en la presencia de personas en el páramo.

La mayoría del restante de municipios, entre ellos Une, Pasca, Choachí, Cabrera, Fosca y Venecia, muestran medias muy bajas, cercanas a cero, evidenciando poca concentración de personas o menor representatividad en el páramo.



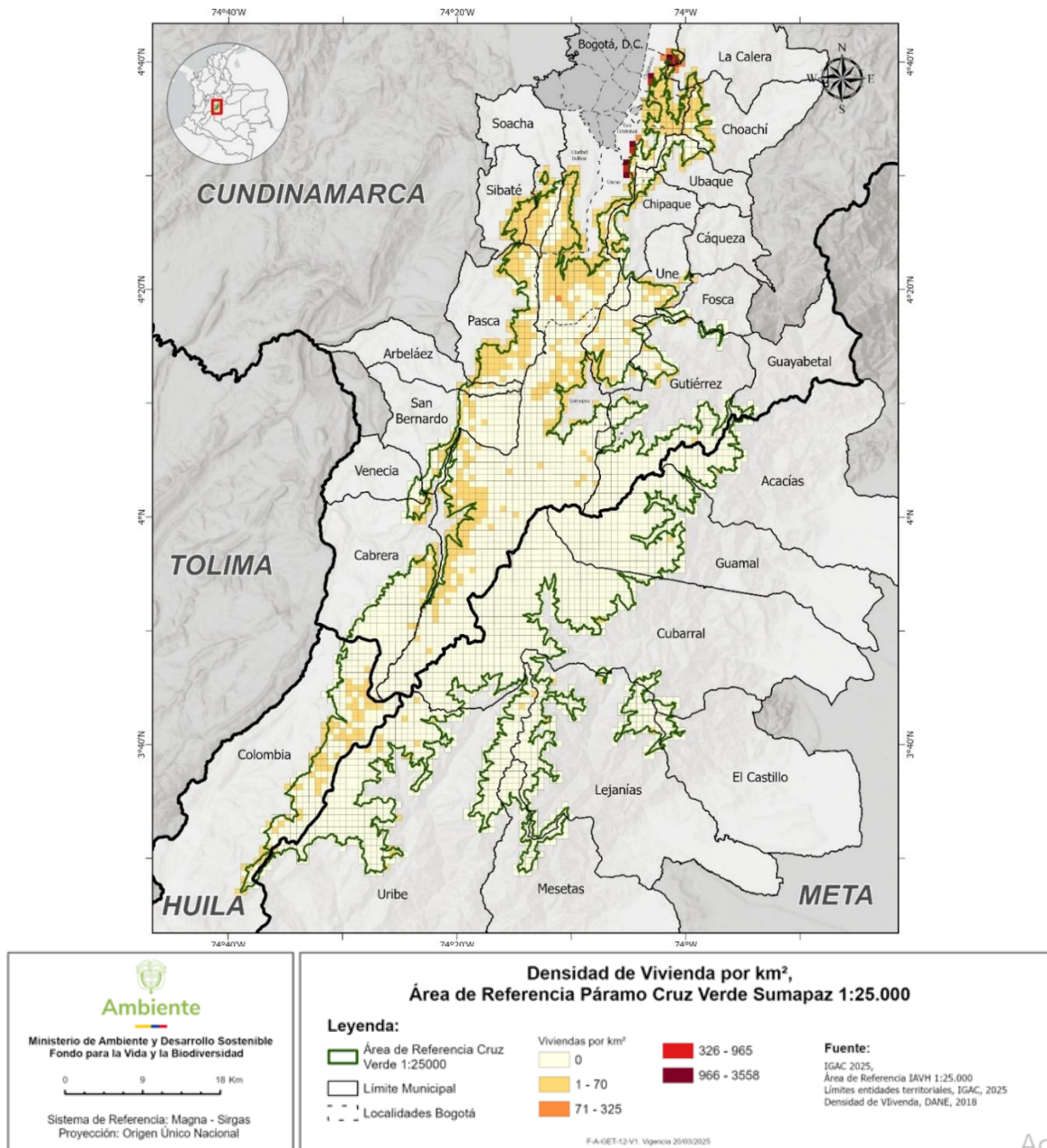


FIGURA 2-12 DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DE LA DENSIDAD DE VIVIENDAS, HOGARES Y PERSONAS POR CADA KILÓMETRO CUADRADO DENTRO DEL ÁREA DE REFERENCIA DEL PÁRAMO CRUZ VERDE SUMAPAZ.

Fuente: Este documento a partir de información del Censo de Viviendas, Hogares y Personas 2018-DANE.

2.2.4.2 Cantidad de población humana en los municipios con área en el páramo Cruz Verde Sumapaz.

Ahora bien, para la época del censo 2018, y teniendo en cuenta las dinámicas propias de desplazamiento y cambios demográficos hasta la fecha, en cuanto al número de viviendas, viviendas no residenciales y población, se puede afianzar el mismo fenómeno diferencial, con una mayor presencia de viviendas y personas en la vertiente occidental del páramo, aunque con la característica de que, la mayor presencia de viviendas en la zona central de la vertiente occidental del páramo, se relaciona con un mayor número de **viviendas no residenciales**, fenómeno generalizado y conocido en la alta montaña, donde viviendas son utilizadas como resguardo temporal asociado al cuidado de ganado o a las labores agrícolas. Dicho fenómeno se puede reconocer en los siguientes mapas (Figura 2-13).

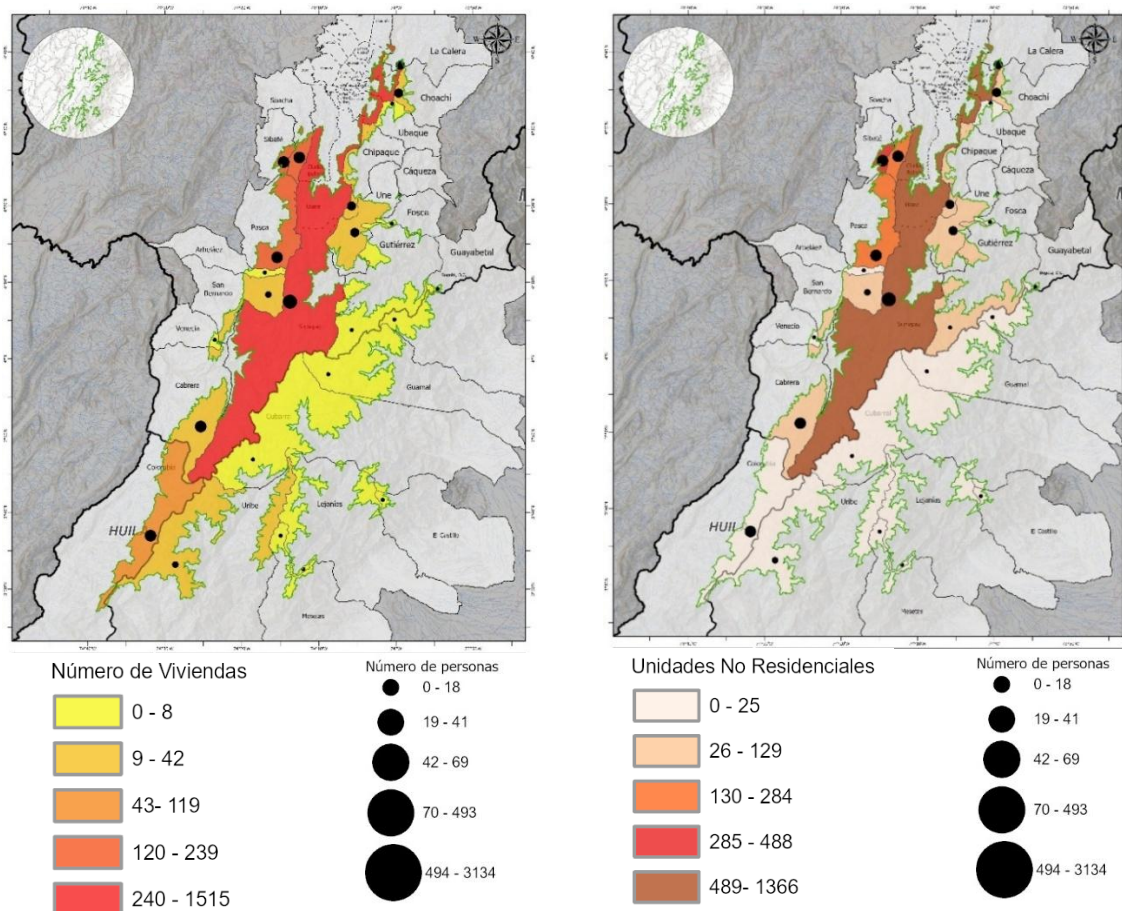


FIGURA 2-13 CANTIDAD DE VIVIENDAS, VIVIENDAS NO RESIDENCIALES Y PERSONAS EN EL ÁREA DE REFERENCIA DEL PÁRAMO CRUZ VERDE SUMAPAZ Y SUS PATRONES ESPACIALES.

Fuente: Este documento a partir de información del Censo de Viviendas, Hogares y Personas 2018-DANE.

En la siguiente tabla (Tabla 2-4) se identifica que, en los municipios de Bogotá, Cabrera, La Calera, Pasca, Sibaté, Soacha y Une, se concentra con las dinámicas propias, el mayor número de población humana y viviendas en el páramo, incluyendo las viviendas no residenciales. De ellas la mayor población registrada fue en Bogotá, Pasca, Sibaté, Soacha (Figura 2-14).

TABLA 2-4 POBLACIÓN HUMANA Y VIVIENDAS EN EL PÁRAMO CRUZ VERDE SUMAPAZ POR MUNICIPIO.

Departamento	Municipio	#_Viviendas	#_Personas	No Residenciales
Bogotá	Bogotá	1515	3134	1366
Cundinamarca	Arbeláez	0	0	25
	Cabrera	31	322	119
	Chipaque	19	64	62
	Choachí	27	60	90
	Fosca	0	0	9
	Gutiérrez	4	4	80
	La Calera	40	69	119
	Venecia	0	0	10
	Pasca	239	479	284
	San Bernardo	23	41	83
	Sibaté	186	350	488
	Soacha	182	493	214
	Ubaque	2	4	15
	Une	42	59	129
	Guayabetal	0	0	0
	Cáqueza	0	0	0
Meta	Acacías	0	0	10
	Cubarral	1	0	17
	El Castillo	0	0	4
	Guamal	8	18	1
	Mesetas	0	0	7
	Uribe	15	37	2
	Lejanías	2	0	23
Huila	Colombia	119	278	7

Fuente: DANE VIHOPE. 2018.

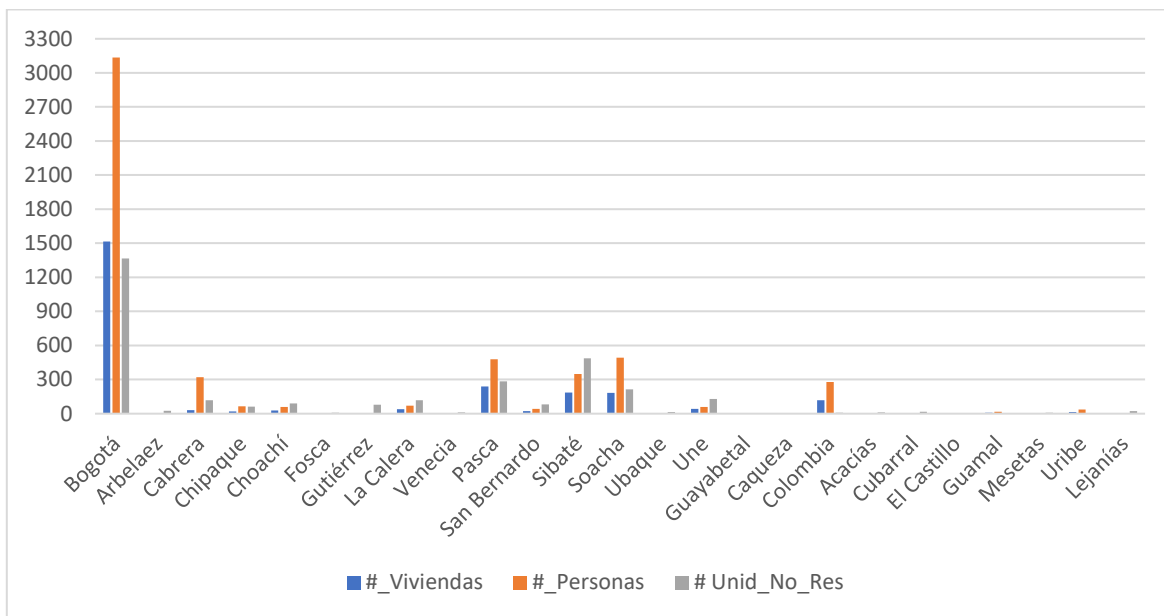


FIGURA 2-14 DISTRIBUCIÓN POR MUNICIPIO DEL NÚMERO DE VIVIENDAS, PERSONAS Y UNIDADES NO RESIDENCIALES EN EL PÁRAMO CRUZ VERDE SUMAPAZ.

Fuente: DANE VIHOPE. 2018.

Aspectos a destacar de esta información, que en el municipio de La Calera existe una alta presencia de viviendas no residenciales, en relación con el número de viviendas y personas. De igual manera, Cabrera presenta un alto número de personas en relación con el número de viviendas, aspecto que no puede clarificarse con los datos del censo, pero que puede abordarse en el marco de la formulación del plan de manejo ambiental del páramo.

Ahora bien, en complemento a la información del DANE, de acuerdo a datos del Distrito Capital, de las 163.663 hectáreas de extensión de Bogotá, 122.257 corresponden a territorio rural, es decir un 74,7%. De los más de 7 millones de habitantes con los que cuenta Bogotá, tan sólo 51.203 habitan en el territorio rural. De dicha población rural, 16.429 bogotanos son pequeños y medianos productores del campo, distribuidos en 3.322 familias. El territorio rural está disperso en nueve de las 20 localidades de la capital: Sumapaz, Usme, Ciudad Bolívar, Usaquén, Santa Fe, San Cristóbal, Chapinero, Suba y Bosa, donde la localidad de Usme es la que mayor población alberga, con un 34% del total de campesinos, es decir más de 17.000. Le siguen Sumapaz con 11.600 y Ciudad Bolívar con 11.100.



Es de resaltar que 7 de las 9 localidades con territorio rural de Bogotá D.C., cuentan con territorio en el páramo Cruz Verde Sumapaz, donde está presente la mayor población de acuerdo con lo anterior.

Finalmente, y bajo la anterior realidad, se prevé que la delimitación del páramo Cruz Verde Sumapaz, podrá fortalecer la implementación de programas y manejos previstos en la regulación de páramos, de tal manera que como allí se establece, se permita la permanencia de los habitantes del páramo, asegurando su producción en el marco de la protección y conservación del ecosistema y los servicios ecosistémicos que ofrece.

2.2.5 Áreas de Agricultura Campesina familiar en el páramo Cruz Verde Sumapaz

De acuerdo con la resolución 464 de 2017 “Por la cual se adoptan los Lineamientos estratégicos de política pública para la Agricultura Campesina, Familiar y Comunitaria y se dictan otras disposiciones”, el artículo 3 define la AC FEC como “**Agricultura Campesina, Familiar y Comunitaria**. Sistema de producción y organización gestionado y operado por mujeres, hombres, familias, y comunidades campesinas, indígenas, negras, afrodescendientes, raizales y palenqueras que conviven en los territorios rurales del país. En este sistema se desarrollan principalmente actividades de producción, transformación y comercialización de bienes y servicios agrícolas, pecuarios, pesqueros, acuícolas y silvícolas; que suelen complementarse con actividades no agropecuarias. Esta diversificación de actividades y medios de vida se realiza predominantemente a través de la gestión y el trabajo familiar, asociativo o comunitario, aunque también puede emplearse mano de obra contratada. El territorio y los actores que gestionan este sistema están estrechamente vinculados y co-evolucionan combinando funciones económicas, sociales, ecológicas, políticas y culturales.”

Sobre esto es importante mencionar que el instrumento normativo previamente mencionado ha sufrido varias modificaciones, entre las cuales se encuentran:

- Resolución 175 de 2024 donde modifica sustancialmente el marco normativo de la política pública para la agricultura campesina, familiar y comunitaria, con el objetivo de fortalecer la participación y el reconocimiento de sus actores, modificando la terminología de la política pública, pasando de "Agricultura Campesina, Familiar y Comunitaria (ACFC)" a "Agricultura Campesina, Familiar, Étnica y Comunitaria (ACFEC)", y se instruye al Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, y a sus entidades adscritas y vinculadas a adoptar esta nueva denominación en toda su normatividad y documentación.

- Resolución 0456 de 2025 “Por la cual se modifica la Resolución número 464 de 2017 y se adoptan los Lineamientos Estratégicos de Política Pública para la Agricultura Campesina, Familiar Étnica y Comunitaria y se dictan otras disposiciones”, específicamente en lo relacionado con: el artículo 5, sobre la Identificación de los sujetos de política pública para la Agricultura Campesina, Familiar Étnica y Comunitaria; el artículo 11, sobre el Comité Directivo para la Implementación, Seguimiento y Evaluación de los lineamientos estratégicos de política pública para la ACFEC, el artículo 12, sobre las Funciones del Comité Directivo para la ACFEC; el artículo 13 sobre el Comité Técnico Asesor para la ACFEC y el artículo 14, sobre las Funciones del Comité Técnico Asesor para la ACFEC.

En este sentido, en atención al reconocimiento que la Ley 1930 de 2018 otorga a los habitantes tradicionales del páramo, dada su evidente presencia en el páramo Cruz Verde Sumapaz conforme la información poblacional y de viviendas anteriormente descrita, es imperativo tener presente también el escenario de sus actividades económicas.

Para tal fin, se interpreta la información oficial generada por UPRA, correspondiente al mapa de las áreas que, desde el periodo 2010 a 2012, probablemente presentan agricultura familiar en el sector rural. Este mapa con información indicativa, conforme lo describe la UPRA, es generado bajo la metodología Corine Land Cover Colombia (CLC), y a partir de la interpretación de imágenes de satélite de resolución media (Landsat). Los cruces de capas de coberturas de la tierra que pudieran contener agricultura familiar se basan en la selección de las siguientes clases: Cultivos transitorios asociados a Agricultura Familiar como Hortalizas (2.1.4), Tubérculos (2.1.5), Cultivo Maíz (2.1.2.2) y Cultivos permanentes asociados a AF como Caña (2.2.1.2), Caña Panelera (2.2.1.2.2), Café (2.2.2.2), Cacao (2.2.2.3), Cultivos agroforestales (2.2.4), Áreas agrícolas heterogéneas (2.4). Sumado a lo anterior, el mapa incluye: las áreas de concentración de pesca artesanal; los estanques de acuicultura de recursos limitados -AREL-; los caladeros de pesca de camarón de aguas someras; los ecosistemas de importancia para el camarón de pesca; los clústeres de pesca; las figuras de ordenamiento social y territorial que facilitan y privilegian el establecimiento y desarrollo de AF que corresponden a las zonas de reserva campesina constituidas y el paisaje cultural cafetero.

Esta información, permite reconocer, los patrones espaciales de influencia hacia el páramo debido a la presencia humana y sus actividades agrícolas, de donde se identifica que, la mayor parte de las áreas que tienen una potencial trascendencia y uso histórico para la agricultura familiar en las zonas del páramo Cruz Verde Sumapaz (51.551,226 hectáreas - 97%), se distribuyen principalmente hacia su vertiente occidental, con mayor incidencia en las cuencas de los ríos: Sumapaz (67,6%), Bogotá (18,5%), y el río Guayuriba

(13,7%) en territorio del departamento de Cundinamarca. En contraste, el 2,5% de las áreas de páramo que cuentan con agricultura familiar campesina están en el departamento del Meta.

TABLA 2-5 DISTRIBUCIÓN TERRITORIAL DE LAS ÁREAS CON AGRICULTURA FAMILIAR CAMPESINA. FUENTE: UPRA, 2019.

<i>Subzona hidrográfica</i>	<i>Municipio</i>	<i>Cundinamarca (ha)</i>	<i>Huila (ha)</i>	<i>Meta (ha)</i>	<i>Total (ha)</i>
Río Ariari	Cubarral			755,590	755,590
	Guamal			36,012	36,012
	Lejanías			0,043	0,043
	Total Río Ariari			791,645	791,645
Río Bogotá	Bogotá, D. C.	7823,273			7823,273
	Chipaque	12,426			12,426
	Choachí	3,357			3,357
	La Calera	56,019			56,019
	Sibaté	649,861			649,861
	Soacha	1004,750			1004,750
	Total Río Bogotá	9549,685			9549,685
Río Cabrera	Cabrera	72,767			72,767
	Colombia		298,235		298,235
	Total Río Cabrera	72,767	298,235		371,002
Río Guape	Cubarral			511,600	511,600
	Mesetas			3,995	3,995
	Uribe			2,361	2,361
	Total Río Guape			517,957	517,957
Río Guayuriba	Bogotá, D. C.	3927,731			3927,731
	Chipaque	503,298			503,298
	Choachí	422,996			422,996
	Fosca	5,069			5,069
	Guayabetal	15,378			15,378
	Gutiérrez	120,470			120,470
	Ubaque	3,060			3,060
	Une	2077,135			2077,135
	Total Río Guayuriba	7075,137			7075,137
Río Güejar	Mesetas			0,003	0,003
	Total Río Güejar			0,003	0,003
Río Sumapaz	Arbeláez	147,362			147,362
	Bogotá, D. C.	15281,831			15281,831
	Cabrera	13550,864			13550,864

	Colombia	25,510	25,510
	Fusagasugá	68,110	68,110
	Pasca	3877,179	3877,179
	San Bernardo	665,503	665,503
	Sibaté	694,275	694,275
	Soacha	460,523	460,523
	Venecia	107,989	107,989
Total Río Sumapaz		34853,636	25,510
Total general		51551,226	323,745
		1309,605	53184,576

Fuente: Este documento a partir del mapa de agricultura familiar campesina UPRA-2019. Colombia en mapas.

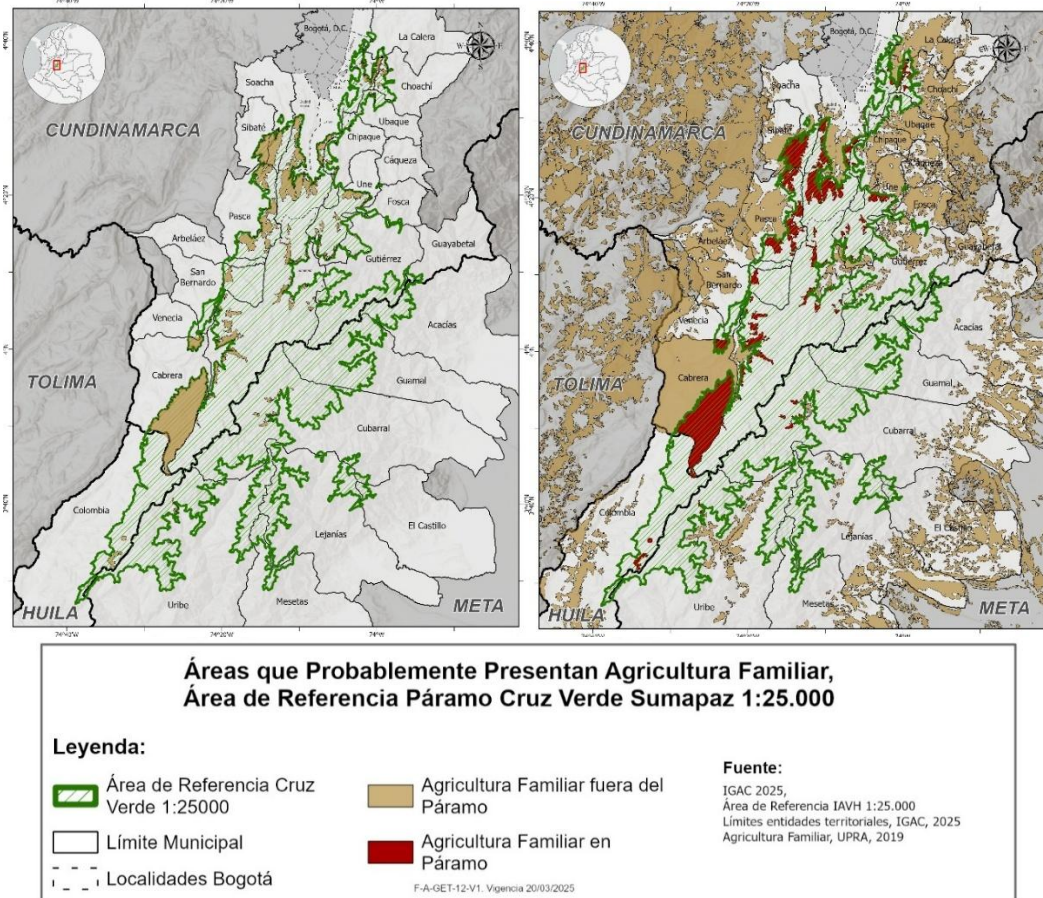


FIGURA 2-15 ÁREAS QUE PROBABLEMENTE PRESENTAN AGRICULTURA FAMILIAR CAMPESINA DENTRO DEL ÁREA DE REFERENCIA DEL PÁRAMO CRUZ VERDE SUMAPAZ Y SU RELACIÓN CON ÁREAS ALEDAÑAS EN LAS CUENCAS HIDROGRÁFICAS ASOCIADAS.

Fuente: Este documento a partir del mapa de agricultura familiar campesina UPRA-2019. Colombia en mapas.



Lo anterior, permite reafirmar la relación del campesino de páramo con su territorio y en ese sentido cobra más relevancia la identificación de aquellas formas tradicionales de producción de alimentos que pueden incorporarse en un dialogo equitativo con conocimientos técnicos y tecnológicos, que permitan garantizar la producción sostenible en todas sus dimensiones; en especial en los municipios del departamento de Cundinamarca, ya que las áreas más extensas y continuas se encuentran en las cuencas de los ríos Sumapaz y Bogotá, seguido por áreas menos extensas y menos conectadas en la cuenca del río Guayuriba, pero donde igual es importante conciliar visiones en pro de la protección del páramo y los servicios ecosistémicos que genera.

2.2.5.1 Caracterización de los cultivos permanentes en el Páramo Cruz Verde Sumapaz.

Bajo el anterior escenario espacial como base, en seguida se muestran las características cualitativas y cuantitativas de la producción agrícola de cultivos propios de clima frío en los municipios que tienen territorio en el páramo, según la información levantada, procesada, analizada y validada, a partir de la información que suministran los municipios semestral y anualmente referente a su actividad agropecuaria, y que es complementada y contrastada con registros de entidades públicas y privadas del sector agropecuario, información que se consolida en las Evaluaciones Agropecuarias Municipales (EVA), que constituyen el principal instrumento de recolección de información estadística del sector agropecuario en Colombia a nivel territorial (UPRA, 2026).

Para el año 2025 se identificaron 37 registros de cultivos permanentes dentro del área del Páramo Cruz Verde Sumapaz, distribuidos en 16 municipios. Estos cultivos corresponden principalmente a sistemas frutícolas y de plantas aromáticas, los cuales constituyen una de las principales actividades agropecuarias desarrolladas en el territorio.

Los 37 registros de cultivos se encuentran distribuidos de la siguiente manera:

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Arbeláez	3	8,1	8,1	8,1
Cabrera	3	8,1	8,1	16,2
Chipaqué	2	5,4	5,4	21,6
Choachí	1	2,7	2,7	24,3
Colombia	2	5,4	5,4	29,7
El Castillo	1	2,7	2,7	32,4
Fosca	1	2,7	2,7	35,1
Gutiérrez	2	5,4	5,4	40,5
La Calera	3	8,1	8,1	48,6
Pasca	4	10,8	10,8	59,5
San Bernardo	3	8,1	8,1	67,6
Sibaté	4	10,8	10,8	78,4
Soacha	4	10,8	10,8	89,2
Ubaque	1	2,7	2,7	91,9
Une	1	2,7	2,7	94,6
Uribe	1	2,7	2,7	97,3
Venecia	1	2,7	2,7	100,0
Total	37	100,0	100,0	

Área sembrada de cultivos permanentes

En conjunto, los cultivos permanentes registran un área sembrada de 4.476,22 hectáreas, evidenciando una presencia significativa de actividades agrícolas dentro del área de análisis. El área sembrada por registro presenta una media de 120,98 hectáreas, con un máximo de 2.235 hectáreas de mora en el municipio de San Bernardo, valor que representa cerca del 50 % del área total reportada para cultivos permanentes. Por su parte, los valores mínimos corresponden a registros de 1 hectárea asociados a cultivos de uchuva en Arbeláez y Chipaqué, y fresa, en Gutiérrez.

El análisis por tipo de cultivo evidencia una concentración de la actividad agrícola en pocos sistemas productivos. La mora constituye el cultivo dominante, con 3.024,60 hectáreas sembradas, equivalentes al 67,6 % del área total reportada, distribuida en 15 registros. Le siguen la fresa, con 563 hectáreas (12,6 %), y la uchuva, con 516,80 hectáreas (11,5 %). En menor proporción se registran cultivos de papayuela-babaco, plantas aromáticas, tomillo y curuba (Tabla 2-6).

TABLA 2-6 TIPO DE CULTIVO DE LA ACTIVIDAD AGRÍCOLA EN LAS ZONAS PARAMUNAS DE CRUZ VERDE SUMAPAZ.

<i>Producto</i>	<i>Cultivos</i>	<i>Área Sembrada (ha)</i>	<i>Producto</i>	<i>Cultivos</i>	<i>Área Sembrada (ha)</i>
<i>Curuba</i>	1	45		13	7
	2	5		14	21
	3	4		15	116
	4	6,5		Total	3024,6
	5	2,54	<i>Papayuela - Babaco</i>	1	2
	Total	63,04		2	88,5
<i>Fresa</i>	1	1		Total	90,5
	2	3	<i>Plantas aromáticas</i>	1	95
	3	385		2	7,28
	4	174		Total	102,28
	Total	563	<i>Tomillo</i>	1	116
<i>Mora</i>	1	287,1		Total	116
	2	39	<i>Uchuva</i>	1	1
	3	4		2	199,7
	4	7		3	1
	5	2		4	16,5
	6	2,5		5	73
	7	1,5		6	198,5
	8	13		7	12
	9	272		8	15,1
	10	2235		Total	516,8
	11	15	<i>Total</i>		4476,22
	12	2,5			

Estos resultados indican que la ocupación agrícola asociada a cultivos permanentes se encuentra altamente concentrada en sistemas frutícolas, particularmente en mora, configurando una matriz productiva relativamente homogénea dentro del área de estudio. Desde una perspectiva ambiental, esta concentración implica que las dinámicas de uso del suelo y las posibles presiones asociadas a la actividad agropecuaria están fuertemente vinculadas al comportamiento espacial y productivo de este cultivo.

Distribución municipal del área sembrada de cultivos permanentes

La distribución espacial de los cultivos permanentes evidencia una concentración territorial. El municipio de San Bernardo registra 2.522 hectáreas sembradas, equivalente al 56,3 % del total reportado, consolidándose como el principal núcleo agrícola de cultivos permanentes dentro del área analizada.

En un segundo nivel de importancia se encuentran Sibaté (418,50 ha), Pasca (352 ha), Arbeláez (290,10 ha) y Cabrera (283,70 ha), municipios que en conjunto concentran una proporción significativa de la superficie agrícola reportada y que constituyen zonas relevantes para la actividad agrícola dentro del Páramo Cruz Verde Sumapaz. Por el contrario, municipios como El Castillo, Fosca, Gutiérrez y Choachí presentan áreas reducidas, inferiores a 5 hectáreas (Tabla 2-7) (Figura 2-16).

TABLA 2-7 DISTRIBUCIÓN DE ÁREAS SEMBRADAS POR MUNICIPIOS DEL PÁRAMO CRUZ VERDE SUMAPAZ.

Municipio	Cultivos	Área Sembrada (ha)	Municipio	Cultivos	Área Sembrada (ha)
Arbeláez	1	287,1	Fosca	Total	2
	2	2		1	2,5
	3	1	Gutiérrez	Total	2,5
	Total	290,1		1	1
Cabrera	1	45		2	1,5
	2	39		Total	2,5
	3	199,7	La Calera	1	13
	Total	283,7		2	7,28
Chipaqué	1	95		3	16,5
	2	1		Total	36,78
	Total	96	Pasca	1	4
Choachí	1	4		2	3
	Total	4		3	272
Colombia	1	5		4	73
	2	7		Total	352
	Total	12	San Bernardo	1	2235
El Castillo	1	2		2	88,5

Municipio	Cultivos	Área Sembrada (ha)
Sibaté	3	198,5
	Total	2522
	1	6,5
	2	385
	3	15
Soacha	4	12
	Total	418,5
	1	2,54
	2	174
	3	2,5
	4	15,1
	Total	194,14

Municipio	Cultivos	Área Sembrada (ha)
Ubaque	1	116
	Total	116
Une	1	7
	Total	7
Uribe	1	21
	Total	21
Venecia	1	116
	Total	116
Total	Suma	4476,22

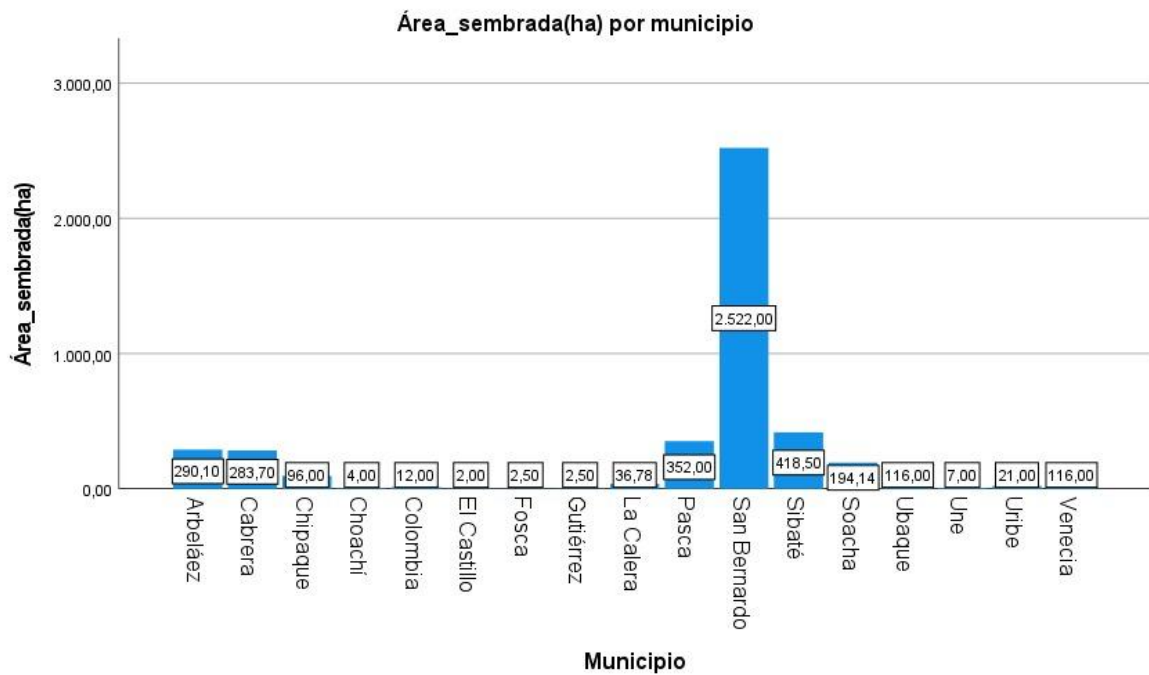


FIGURA 2-16 ÁREA SEMBRADA POR MUNICIPIO.

La distribución observada evidencia que la actividad agrícola permanente no se encuentra homogéneamente distribuida en el territorio, sino que se concentra en municipios

específicos, donde potencialmente se generan mayores procesos de transformación del paisaje y presión sobre los ecosistemas estratégicos asociados al complejo de páramos.

La comparación entre la distribución del área sembrada por cultivo y por municipio permite identificar dos patrones relevantes para el análisis territorial del Páramo Cruz Verde Sumapaz. En primer lugar, existe una alta concentración de la actividad agrícola en un número reducido de cultivos, principalmente mora, fresa y uchuva. En segundo lugar, dicha actividad se encuentra espacialmente concentrada en pocos municipios, destacándose especialmente San Bernardo.

Este comportamiento es particularmente relevante para los procesos de delimitación y ordenamiento ambiental, dado que identifica territorios donde la interacción entre actividades productivas y el ecosistema de páramo puede ser más intensa y requerir medidas diferenciadas de manejo y seguimiento, lo cual podrá desarrollarse a la luz de la Ley 1930 de 2018, una vez se cuente con la delimitación del ecosistema de páramo, como una oportunidad de conciliación entre las actividades productivas y de protección ambiental.

Producción agrícola

La producción total registrada para los cultivos permanentes asciende a 62.036,78 toneladas, con una media de 1.676,67 toneladas por registro y una desviación estándar de 5.790,47 toneladas, lo que evidencia una alta variabilidad productiva entre cultivos y municipios.

El análisis de producción por tipo de cultivo muestra nuevamente el predominio de la mora, con una producción acumulada de 37.456,60 toneladas, equivalente al 60,4 % de la producción total. Le siguen la fresa, con 15.998 toneladas (25,8 %), y la uchuva, con 5.833,95 toneladas (9,4 %). Los demás cultivos presentan participaciones considerablemente menores (Tabla 2-8).

TABLA 2-8 PRODUCCIÓN EN TONELADAS POR TIPO DE CULTIVO EN ÁREAS DEL PÁRAMO CRUZ VERDE SUMAPAZ.

Producto	Cultivos	Producción (toneladas)	Producto	Cultivos	Producción (toneladas)
Curuba	1	526,9		4	60
	2	37,5		5	21,59
	3	28		Total	673,99

Producto	Cultivos	Producción (toneladas)	Producto	Cultivos	Producción (toneladas)
Fresa	1	4	Papayuela - Babaco	Total	37456,6
	2	90		1	6
	3	15400		2	882
	4	504	Plantas aromáticas	Total	888
	Total	15998		1	680
Mora	1	1650,6		2	42,24
	2	238	Tomillo	Total	722,24
	3	32		1	464
	4	42		Total	464
	5	1	Uchuva	1	2
	6	10,5		2	2496,25
	7	5		3	1
	8	77		4	94,5
	9	1360		5	1022
	10	32475		6	2142
	11	246,5		7	48
	12	30		8	28,2
	13	119		Total	5833,95
	14	504	Total	Suma	62036,78
	15	666			

La coincidencia entre los mayores valores de área sembrada y producción permite inferir que los cultivos dominantes no solo ocupan una mayor superficie, sino que además constituyen el principal soporte productivo de la actividad agrícola permanente dentro del territorio.

Distribución municipal de la producción

La producción agrícola presenta un patrón espacial similar al observado para el área sembrada. El municipio de San Bernardo concentra 35.499 toneladas, equivalentes al 57,2 % de la producción total registrada, consolidándose como el principal centro de producción agrícola permanente dentro del área de estudio. Adicionalmente, destacan Sibaté (15.754,50 toneladas), Pasca (2.500 toneladas) y Cabrera (2.496,25

toneladas), mientras que los demás municipios presentan aportes significativamente menores (Tabla 2-9).

TABLA 2-9 DISTRIBUCIÓN DE ÁREAS SEMBRADAS POR MUNICIPIOS DEL PÁRAMO CRUZ VERDE SUMAPAZ.

Municipio	Cultivos	Producción (toneladas)
Arbeláez	1	1650,6
	2	6
	3	2
	Total	1658,6
Cabrera	1	526,9
	2	238
	3	2496,25
	Total	3261,15
Chipaqué	1	680
	2	1
	Total	681
Choachí	1	32
	Total	32
Colombia	1	37,5
	2	42
	Total	79,5
El Castillo	1	1
	Total	1
Fosca	1	10,5
	Total	10,5
Gutiérrez	1	4
	2	5
	Total	9
La Calera	1	77
	2	42,24

	3	94,5
	Total	213,74
Pasca	1	28
	2	90
	3	1360
	4	1022
	Total	2500
San Bernardo	1	32475
	2	882
	3	2142
	Total	35499
Sibaté	1	60
	2	15400
	3	246,5
	4	48
	Total	15754,5
Soacha	1	21,59
	2	504
	3	30
	4	28,2
	Total	583,79
Ubaque	1	464
	Total	464
Une	1	119
	Total	119
Uribe	1	504
	Total	504
Venecia	1	666
	Total	666
Total	Suma	62036,78

La fuerte concentración tanto de la superficie sembrada como de la producción agrícola en un reducido número de municipios evidencia que las dinámicas agropecuarias asociadas a cultivos permanentes se encuentran espacialmente focalizadas. En consecuencia, estos territorios constituyen áreas prioritarias para la evaluación de



presiones, conflictos de uso del suelo y estrategias de manejo dentro del proceso de delimitación y gestión del Páramo Cruz Verde Sumapaz.

Los anteriores resultados permiten concluir que la actividad agrícola permanente dentro del área de páramo de los municipios que cuentan con área del páramo Cruz Verde Sumapaz, se caracteriza por:

- Una alta concentración del área sembrada en el cultivo de mora.
- Una fuerte dependencia productiva de los municipios de San Bernardo y Sibaté.
- Una distribución espacial heterogénea, donde pocos municipios concentran la mayor parte de la ocupación agropecuaria.
- Una relación directa entre superficie cultivada y volumen de producción, evidenciando que los principales cultivos son también los que generan las mayores transformaciones territoriales.
- Desde la perspectiva de la delimitación del Páramo Cruz Verde Sumapaz, estos patrones constituyen un insumo relevante para identificar sectores con mayor intensidad de uso agropecuario y potenciales escenarios de interacción entre las actividades productivas y los ecosistemas estratégicos de páramo.

2.2.5.2 Caracterización de los cultivos transitorios en el Páramos Cruz Verde Sumapaz.

De los 210 registros agrícolas correspondientes a los periodos 2025-1 y 2025-2 para municipios de Cundinamarca y de los departamentos de Huila y Meta, se identifican 19 tipos de cultivos, agrupados principalmente en raíces y tubérculos, hortalizas, cereales y leguminosas.

Los 210 registros agrícolas por cultivo se encuentran distribuidos de la siguiente manera:

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Acelga	2	1,0	1,0	1,0
Ahuyama	4	1,9	1,9	2,9
Apio	2	1,0	1,0	3,8
Arracacha	10	4,8	4,8	8,6
Arveja	27	12,9	12,9	21,4
Cebolla de bulbo	18	8,6	8,6	30,0
Cebolla de rama	4	1,9	1,9	31,9
Cilantro	10	4,8	4,8	36,7
Coliflor	2	1,0	1,0	37,6
Guatila	2	1,0	1,0	38,6
Haba	3	1,4	1,4	40,0
Lechuga	4	1,9	1,9	41,9
Maíz	50	23,8	23,8	65,7
Otras hortalizas	6	2,9	2,9	68,6
Papa	50	23,8	23,8	92,4
Perejil	2	1,0	1,0	93,3
Plantas aromáticas	2	1,0	1,0	94,3
Zanahoria	12	5,7	5,7	100,0
Total	210	100,0	100,0	

La distribución de los registros agrícolas por cultivo evidencia una estructura productiva dominada por papa y maíz, cada uno con 50 registros, representando conjuntamente cerca de la mitad del total de los registros agrícolas. Esta situación confirma la importancia estratégica de estos cultivos dentro de la economía agrícola del área de estudio, debido a su amplia distribución territorial y a las extensas superficies destinadas a su producción.

La arveja, con 27 registros, constituye el tercer cultivo con mayor presencia, reflejando su relevancia en los sistemas productivos de clima frío característicos de la región. Asimismo, la cebolla de bulbo registra 18 observaciones, consolidándose como uno de los principales cultivos hortícolas de importancia comercial.

En un nivel intermedio se encuentran la zanahoria (12 registros), la arracacha (10 registros) y el cilantro (10 registros), cultivos que presentan una distribución importante en municipios especializados en producción hortícola. Por su parte, las categorías de acelga, apio, coliflor, guatila, perejil, plantas aromáticas, haba y lechuga presentan una menor frecuencia de aparición, evidenciando sistemas productivos de menor escala y orientados principalmente a mercados locales o regionales.

En términos generales, la información muestra una estructura agrícola diversificada, aunque con una clara predominancia de cultivos transitorios asociados a la producción de

papa, maíz y arveja, que constituyen el núcleo de la actividad agropecuaria en el área de influencia del Páramo Cruz Verde Sumapaz.

Distribución municipal del área sembrada en cultivos transitorios

La distribución municipal del área sembrada evidencia una marcada concentración de la actividad agrícola en un grupo reducido de municipios. Los mayores aportes corresponden a Pasca, Sibaté, Une, Ubaque, La Calera, Cabrera y Gutiérrez, territorios que concentran gran parte de las hectáreas cultivadas registradas durante los periodos analizados.

Esta concentración se encuentra asociada principalmente a la producción de papa y maíz, cultivos que demandan extensas áreas de siembra y que representan las principales actividades económicas rurales de estos municipios. De igual forma, municipios como Une, Ubaque y La Calera destacan por la presencia de sistemas productivos diversificados que incluyen cebolla de bulbo, cilantro, zanahoria y otras hortalizas de alto valor comercial (Tabla 2-10).

TABLA 2-10 DISTRIBUCIÓN POR CULTIVO Y ÁREA SEMBRADA.

Cultivo	Registros	Área Sembrada (ha)	Cultivo	Registros	Área Sembrada (ha)
Acelga	1	1,84	Arveja	1	35
	Total	1,84		2	250
Ahuyama	1	4		3	45
	2	9		4	3
	Total	13		5	48
Apio	1	6,96		6	8
	Total	6,96		7	78
Arracacha	1	45		8	22
	2	12		9	44
	3	30		10	119,6
	4	2,5		11	28
	5	12		12	12
	6	3		Total	692,6
	Total	104,5	Cebolla de	1	90

Cultivo	Registros	Área Sembrada (ha)
bulbo	2	25
	3	35
	4	3
	5	24
	6	75
	7	95
	8	150
	9	168
	Total	665
Cebolla de rama	1	6
	2	8
	Total	14
Cilantro	1	20
	2	9
	3	7,5
	4	38
	5	390
	Total	464,5
Coliflor	1	5,25
	Total	5,25
Guatila	1	4
	Total	4
Haba	1	1,1
	2	3
	Total	4,1
Lechuga	1	9,3
	2	8
	Total	17,3
Maíz	1	500
	2	130
	3	52

Cultivo	Registros	Área Sembrada (ha)
	4	5
	5	5
	6	5
	7	220
	8	82
	9	2
	10	25
	11	0
	12	18
	13	11
	14	240
	15	40
	16	3,5
	17	3
	18	35
	19	2,8
	20	48
	21	32
	22	150
	23	5
	Total	1614,3
Otras hortalizas	1	52
	2	62
	3	78
	Total	192
Papa	1	27
	2	75
	3	40
	4	45
	5	15
	6	60

Cultivo	Registros	Área Sembrada (ha)
	7	20
	8	15
	9	12
	10	70
	11	100
	12	7
	13	10
	14	325
	15	1100
	16	1200
	17	12
	18	490
	19	968
	20	65,3
	21	500,2

Cultivo	Registros	Área Sembrada (ha)
	22	185
	23	325
	Total	5666,5
Perejil	1	2
	Total	2
Plantas aromáticas	1	20
	Total	20
	1	2
	2	35
Zanahoria	3	8
	4	35
	5	52
	Total	132
Total	Suma	9619,85

Por otro lado, municipios como Arbeláez, Guayabetal, Venecia, Guamal, Lejanías (Cundinamarca) y Colombia (Huila) presentan superficies sembradas relativamente menores, reflejando sistemas productivos de menor escala o con una especialización agrícola más limitada.

La concentración de las áreas cultivadas en determinados municipios evidencia la existencia de núcleos productivos consolidados dentro del territorio, donde confluyen condiciones favorables de clima, disponibilidad de suelo agrícola, tradición productiva y acceso a mercados. Esta situación permite identificar áreas estratégicas para la producción agropecuaria regional y para el análisis de las dinámicas de uso del suelo en el contexto del Páramo Cruz Verde Sumapaz (Tabla 2-11).

TABLA 2-11 REGISTROS DE ÁREA SEMBRADA DE CULTIVOS TRANSITORIOS POR MUNICIPIO.

Municipio	Registros Cultivos transitorios	Área Sembrada (ha)		
Arbeláez	1	35		2
	2	4		3
	3	27		4
	Total	66		5
				6
Cabrera	1	250		Total
	2	500		1
	3	75		2
	Total	825		3
				4
Cáqueza	1	4		5
	2	45		6
	3	45		7
	4	90		8
	5	130		Total
	6	52		1
	7	40		2
	8	45		3
	Total	451		4
Chipaque	1	3		5
	2	25		6
	3	20		7
	4	5		8
	5	15		9
	6	60		Total
	7	2		1
	8	20		2
	9	2		3
Choachí	1	9		4

Colombia		2
		3
		4
		5
		6
Fosca	Total	89
	1	12
	2	48
	3	3
	4	6
Guamal	5	220
	6	82
	7	52
	8	12
	Total	435
Guayabetal	1	30
	2	24
	3	70
	4	100
	Total	224
Gutiérrez	1	2
	Total	2
	1	25
	Total	25
	1	8
La Calera	2	0
	3	7
	4	10
	Total	25
	1	75
La Calera	2	18
	3	11

	4	62
	5	325
	6	1100
	7	35
	Total	1626
Mesetas	1	240
	2	40
	Total	280
Pasca	1	78
	2	95
	3	9
	4	3,5
	5	1200
	6	8
	Total	1393,5
San Bernardo	1	2,5
	2	22
	3	8
	4	3
	5	12
	Total	47,5
Sibaté	1	44
	2	35
	3	78
	4	490
	5	968
	6	35
	Total	1650
Soacha	1	1,84
	2	6,96
	3	119,6

	4	7,5
	5	5,25
	6	1,1
	7	9,3
	8	2,8
	9	65,3
	10	500,2
	Total	719,85
Ubaque	1	12
	2	28
	3	150
	4	38
	5	48
	6	32
	7	185
	8	325
	9	52
	Total	870
Une	1	3
	2	12
	3	168
	4	390
	5	3
	6	8
	7	150
	8	5
	Total	739
Total	Suma	19239,7

Producción de cultivos transitorios

Por su parte, la producción agrícola registra un promedio de 1.676,72 toneladas, con una variación promedio de 4.716,88 toneladas.

La producción agrícola registrada durante los periodos 2025-1 y 2025-2 evidencia una marcada concentración en un número reducido de cultivos, particularmente en papa, que constituye el principal aporte a la producción total del territorio. Este comportamiento se explica por las amplias áreas sembradas y los altos rendimientos obtenidos en municipios como Pasca, Sibaté, Une, Ubaque y La Calera, donde este cultivo representa una de las principales actividades económicas rurales y constituyen los principales núcleos productivos de estos cultivos.

El maíz ocupa el segundo lugar en importancia productiva debido a su amplia distribución territorial y presencia en la mayoría de los municipios analizados. Aunque sus rendimientos son inferiores a los observados en papa, la extensión de las áreas cultivadas permite que contribuya significativamente al volumen total de producción agrícola.

Dentro del grupo de hortalizas sobresalen la cebolla de bulbo, el cilantro y la zanahoria, cultivos que registran volúmenes de producción importantes asociados a sistemas productivos especializados y con orientación comercial. En particular, la cebolla de bulbo presenta altos niveles de productividad en municipios como Une, Ubaque, La Calera y Cáqueza, mientras que el cilantro concentra gran parte de su producción en Une y Ubaque.

Por su parte, la arveja registra una amplia distribución territorial, aunque sus volúmenes de producción son inferiores a los de los cultivos anteriormente mencionados debido a sus menores rendimientos por hectárea. Situación similar se observa para la arracacha, cultivo que mantiene una participación relevante en algunos municipios específicos, pero con menor incidencia en la producción total regional.

Los demás cultivos, entre ellos acelga, apio, coliflor, guatila, haba, lechuga, perejil y plantas aromáticas, presentan aportes relativamente bajos al volumen total producido. No obstante, su presencia refleja la diversidad productiva del territorio y la existencia de sistemas agrícolas complementarios orientados al abastecimiento de mercados locales y regionales (Tabla 2-12).

Entre los municipios analizados, Une se destaca como uno de los mayores aportantes a la producción total, debido principalmente a los altos volúmenes obtenidos en papa, cebolla de bulbo, cilantro y zanahoria. De manera similar, Pasca y Sibaté registran importantes

niveles de producción asociados al cultivo de papa, actividad que representa el principal renglón agrícola de estos territorios.

Por su parte, La Calera presenta una producción significativa sustentada en cultivos de papa, cebolla de bulbo, zanahoria y otras hortalizas, mientras que Ubaque concentra una parte importante de la producción regional de cebolla de bulbo, papa y zanahoria. Estos municipios conforman un corredor agrícola especializado de alta productividad dentro del área de influencia del Páramos Cruz Verde Sumapaz.

En un nivel intermedio se ubican municipios como Cáqueza, Fosca, Cabrera, Soacha y Chipaque, donde la producción agrícola mantiene una participación relevante, aunque inferior a la observada en los principales centros productivos. En estos territorios predominan sistemas productivos diversificados que combinan cultivos de papa, maíz, arveja y hortalizas.

Por otro lado, municipios como Arbeláez, Guayabetal, Venecia, Guamal, Lejanías y Colombia (Huila) presentan menores volúmenes de producción, asociados a superficies cultivadas más reducidas y a una menor intensidad de las actividades agrícolas reportadas durante los periodos analizados (Tabla 2-13).

TABLA 2-12 PRODUCCIÓN DE CULTIVOS TRANSITORIOS POR PRODUCTO

Cultivo	Registros	Producción (toneladas)	Cultivo	Registros	Producción (toneladas)
Acelga	1	8,32		5	140
	Total	8,32		6	30
Ahuyama	1	60		Total	688
	2	144		1	49,07
Total		204		2	93,46
	1	79,95		3	37,85
Total		79,95		4	3,5
	1	240		5	59,3
Arracacha	2	144	Arveja	6	8,22
	3	114		7	145,79
	4	20		8	41,12

Cultivo	Registros	Producción (toneladas)
	9	101,4
	10	266,52
	11	44
	12	22,43
	Total	872,66
Cebolla de bulbo	1	840
	2	125
	3	490
	4	24
	5	384
	6	1850
	7	723,6
	8	3240
	9	5500
	Total	13176,6
Cebolla de rama	1	42
	2	80
	Total	122
Cilantro	1	300
	2	69,6
	3	44
	4	152
	5	6240
	Total	6805,6
Coliflor	1	22,75
	Total	22,75
Guatila	1	80
	Total	80
Haba	1	0
	2	6

Cultivo	Registros	Producción (toneladas)
	Total	6
	1	24,9
	2	176
	Total	200,9
Lechuga	1	699,15
	2	299
	3	60
	4	3,92
	5	0
	6	0
	7	408,5
	8	120
	9	1,12
	10	41,95
	11	2400
	12	24,3
	13	16
	14	0
	15	160
Maíz	16	3,36
	17	2,8
	18	195,76
	19	2,24
	20	52,5
	21	28
	22	246,1
	23	7,55
	Total	4772,25
Otras hortalizas	1	260
	2	525

Cultivo	Registros	Producción (toneladas)	Cultivo	Registros	Producción (toneladas)
Papa	3	780	Papa	17	273
	Total	1565		18	9223,37
	1	360		19	9223,30
	2	650		20	391,8
	3	600		21	2881,2
	4	1540		22	2679
	5	270		23	4500
	6	1064		Total	69455,48
	7	280	Perejil	1	30
	8	240		Total	30
	9	50	Plantas aromáticas	1	120
	10	3780		Total	120
	11	5670	Zanahoria	1	60
	12	126		2	476
	13	1357		3	180
	14	5850		4	1800
	15	9223,37		5	835
	16	9223,37		Total	3351

TABLA 2-13 PRODUCCIÓN DE CULTIVOS TRANSITORIOS POR MUNICIPIO

Municipio	Registros	Producción (toneladas)	Municipio	Registros	Producción (toneladas)
Arbeláez	1	49,07	Cabrera	1	93,46
	2	80		2	699,15
	3	360		3	650
				Total	1442,61
			Cáqueza	1	60
				2	240
				3	37,85
				4	840

	5	299		4	5670
	6	60		Total	9948
	7	600		1	1,12
	8	1540	Guamal	Total	1,12
	Total	3676,85		1	41,95
	1	3,5	Guayabet	Total	41,95
	2	125		1	8,22
	3	300		2	2400
	4	3,92	Gutiérrez	3	126
	5	270		4	1357
Chipaqué	6	1064		Total	3891,22
	7	30		1	1850
	8	120		2	24,3
	9	60		3	16
	Total	1976,42		4	525
	1	144	La Calera	5	5850
	2	490		6	9223,372
	3	0		7	476
Choachí	4	0		Total	17964,67
	5	280		1	0
	6	240	Mesetas	2	160
	Total	1154		Total	160
	1	144		1	145,79
	2	59,3		2	723,6
	3	24		3	69,6
	4	42	Pasca	4	3,36
Colombia	5	408,5		5	9223,372
	6	120		6	180
	7	260		Total	10345,72
	8	50		1	20
	Total	1107,8		2	41,12
	1	114	San	3	80
Fosca	2	384	Bernardo	4	2,8
	3	3780		5	273

Sibaté	Total	416,92	Une	2	44
	1	101,4		3	3240
	2	195,76		4	152
	3	780		5	52,5
	4	9223,372		6	28
	5	9223,372		7	2679
	6	1800		8	4500
	Total	21323,9		9	835
Soacha	1	8,32	Total	Total	11670,5
	2	79,95		1	30
	3	266,52		2	22,43
	4	44		3	5500
	5	22,75		4	6240
	6	0		5	6
	7	24,9		6	176
	8	2,24		7	246,1
	9	391,8		8	7,55
	10	2881,2		Total	12228,08
Ubaque	Total	3721,68	Total	Suma	101560,51
	1	140			

En términos generales:

- La producción agrícola del territorio presenta una alta especialización en cultivos transitorios de clima frío, donde la papa constituye el principal renglón productivo, complementada por maíz, cebolla de bulbo, cilantro, zanahoria y arveja, que en conjunto sustentan gran parte de la dinámica económica agropecuaria del área de influencia del Páramo Cruz Verde Sumapaz.
- La distribución municipal de la producción permite identificar áreas estratégicas para la economía agropecuaria regional, donde municipios como Une, Pasca, Sibaté, La Calera y Ubaque desempeñan un papel fundamental en el abastecimiento de alimentos y en la generación de valor económico dentro del territorio asociado al Páramo Cruz Verde Sumapaz.

2.2.5.3 Relación entre el uso agrícola en el páramo Cruz Verde Sumapaz y la capacidad de uso de los suelos.

Como se ha expuesto previamente, los municipios donde las áreas que tienen un uso diferente al de protección y destinado en particular a labores agrícolas corresponden al departamento de Cundinamarca en la vertiente occidental del páramo, ya que allí se concentran las áreas más extensas y continuas de áreas potenciales de agricultura familiar campesina y las extensiones de áreas para cultivos.

Teniendo en cuenta lo anterior, a partir de la información generada por el IGAC sobre la capacidad de uso de los suelos para el departamento de Cundinamarca a escala 1:10.000 (IGAC, 2021), en seguida se puede notar la relación espacial entre las áreas agrícolas en el páramo Cruz Verde Sumapaz, frente a la capacidad de uso de los suelos de dichas áreas.

De tal relación se puede reconocer que las áreas en usos agrícolas se encuentran en una mayor área en suelos clase 6 con factores limitantes por pendientes, clima y suelos, seguidos por suelos clase 8 y clase 7, los dos con limitaciones por humedad, pendiente y suelos, además de estar relacionadas con cuerpos de agua (Tabla 2-14) (Figura 2-17).

TABLA 2-14 CLASIFICACIÓN AGROLÓGICA DE LOS SUELOS EN LAS ÁREAS AGRÍCOLAS FAMILIARES (UPRA) EN EL PÁRAMO CRUZ VERDE SUMAPAZ.

Departamento	Clase agrológica	Área (Ha)	% Clase agrológica / Agricultura Familiar
		Clase agrológica / Agricultura Familiar	
Cundinamarca	6 (6c, 6pc, 6psc, 6sc)	21820,40	62,28%
	7 (7p, 7pc, 7ps, 7psc, 7s, 7sc)	5502,88	23,70%
	8 (8h, 8p, 8ps, 8s)	1687,07	42,07%
	CA (Cuerpos de Agua)	20,39	59,15%

Fuente: IGAC, 2021

Es así que las tierras con agricultura familiar en el Páramo Cruz Verde Sumapaz presentan en su mayoría (62,28% clase 6), limitaciones muy severas que las hacen aptas únicamente para algunos cultivos semi perennes o perennes, semi densos y densos que deberán desarrollarse bajo sistemas de manejo que incluyan prácticas de conservación de suelos tanto culturales como mecánicas, con cultivos adaptados a las condiciones ambientales de la región, así como para sistemas agroforestales y forestales, como es el caso de los suelos de la clase 6 (IGAC, 2021).



De igual manera, las áreas de agricultura familiar en suelos de clase 7 (23,70%) presentan limitaciones fuertemente severas, que las hacen inadecuadas para cultivos; tienen aptitud forestal; el bosque tiene carácter protector, pero cuando las condiciones del relieve o la topografía y los suelos ofrecen suficiente profundidad efectiva para el anclaje y el desarrollo normal de las raíces de las especies arbóreas se puede hacer un uso sostenible del recurso forestal de tipo productor. En estas tierras se recomiendan prácticas de conservación de suelos y manejo de aguas tendientes a prevenir y controlar los procesos de erosión, donde la cobertura vegetal permanente de múltiples estratos es absolutamente necesaria dada la muy alta susceptibilidad de los suelos al deterioro. La ganadería debe ser excluida totalmente del área ocupada por las tierras de esta unidad de capacidad (IGAC, 2021).

Por su parte, los suelos de la clase 8 que se traslapan en un 42,07% con las áreas de agricultura familiar, son tierras que por su vulnerabilidad extrema (áreas muy escarpadas) o por su importancia como ecosistemas estratégicos (páramo) para la regulación del recurso hídrico y por su interés científico, deben destinarse a la conservación de la naturaleza o a su recuperación en el caso de que se hayan deteriorado. En la clase 8 se incluyen, tierras afloramientos rocosos, cauces de ríos y tierras ubicadas a alturas superiores a los 3.600 m.s.n.m., entre otras características.

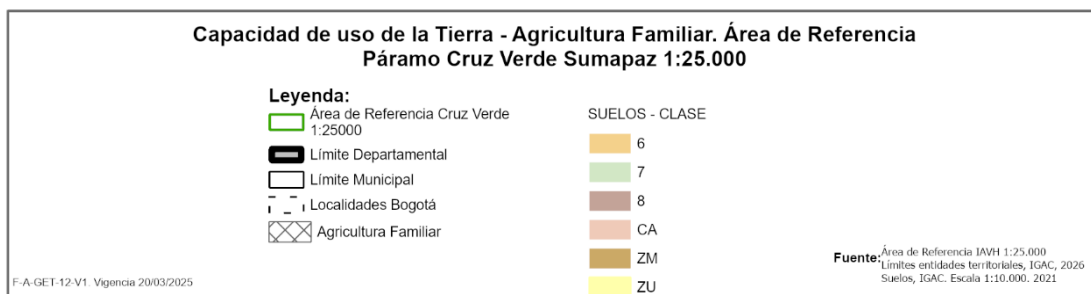
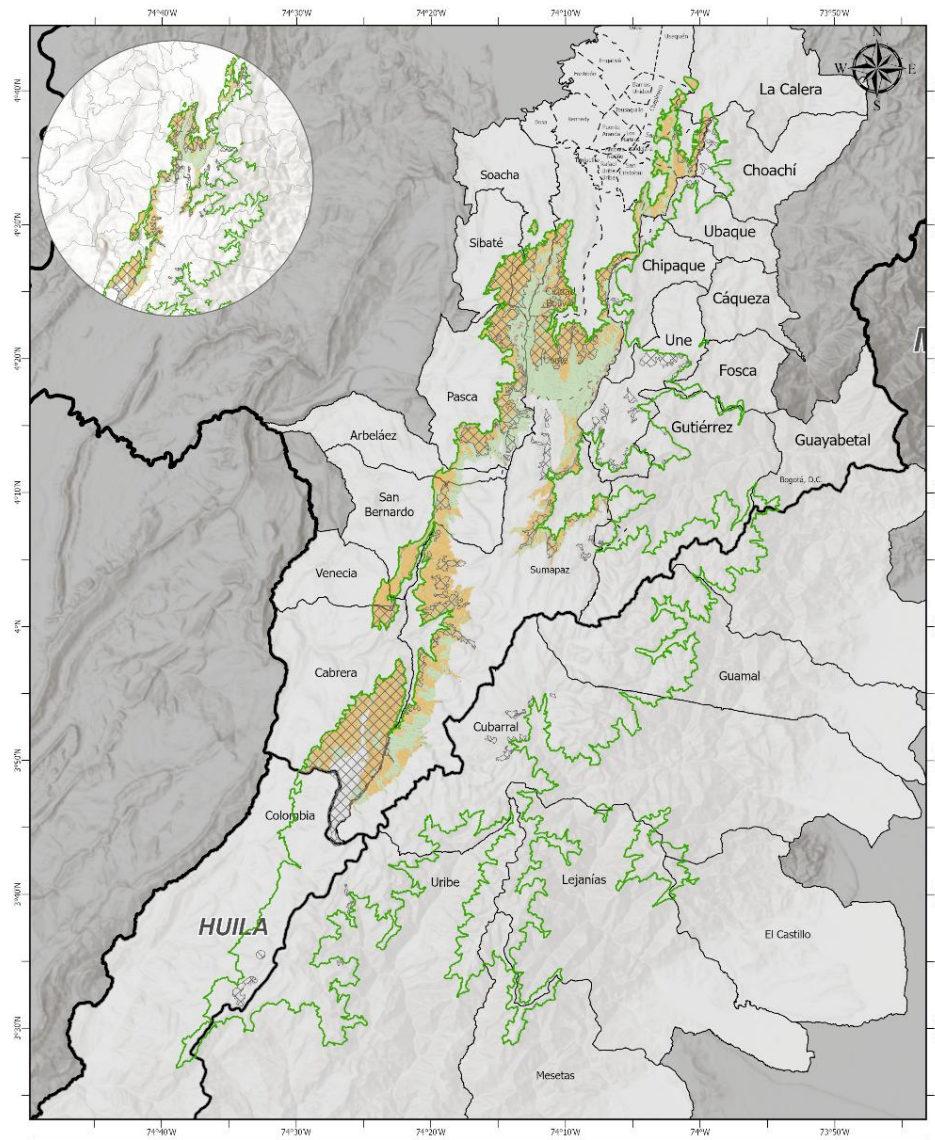


FIGURA 2-17 TRASLAPE ENTRE LAS ÁREAS DE AGRICULTURA FAMILIAR CAMPESINA CON LAS CLASES DE SUELOS.
 Fuente: Este documento a partir de información IGAC, 2021.

Asociado a las clases agrológicas es pertinente reconocer los factores que hacen de estos suelos poco aptos para su uso. Entre ellos, como se puede reconocer en la tabla 2-14, el factor pendiente (p) del terreno interviene en la escorrentía, el drenaje natural, la infiltración, la clase y grado de erosión y en el uso y el manejo de los suelos, en donde a partir de 12% de inclinación (Fuertemente inclinado), es el punto crítico y decisivo para el uso y el manejo del suelo, como también para el desarrollo de procesos erosivos.

Así mismo, el factor suelo (s) limita el normal desarrollo de las raíces de las plantas por cuenta de características físicas como la poca profundidad efectiva, la presencia de rocas dentro del suelo, cambios texturales abruptos en el perfil del suelo, y químicas como la baja fertilidad, presencia de sales, aluminio, selenio, y otros elementos químicos que restringen el crecimiento de las plantas.

Finalmente, el clima (c) como otro factor limitante para el uso de los tres tipos de suelo presentes, ya sea por bajas temperaturas, ocurrencia de heladas, vientos fuertes, alta nubosidad y bajo brillo solar y en unos casos, déficit de abastecimiento de agua o exceso de precipitación, que restringen la selección de plantas o hacen necesario utilizar prácticas especiales de manejo.

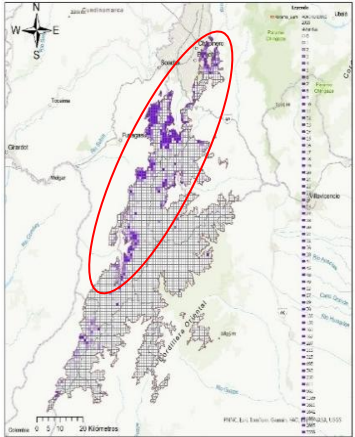
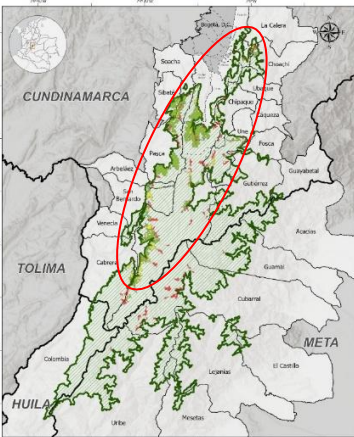
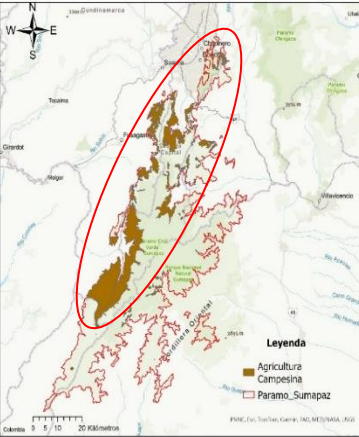
De acuerdo a lo anterior, se puede reconocer que las áreas que se han venido utilizando para actividades agrícolas, tienen limitaciones para su uso, lo que puede conllevar a conflictos de uso (no establecidos en este documento), pero que deberán ser manejados en el marco de la formulación e implementación del plan de manejo del páramo.

Esta realidad, permite ratificar la oportunidad que la delimitación del páramo Cruz Verde Sumapaz ofrece para la implementación de lo establecido en la Ley 1930 de 2018 y sus normas reglamentarias, a fin de realizar el manejo para una agricultura armónica con el ecosistema y sus capacidades, que permita la existencia del habitante del páramo y sus actividades agrícolas y, así mismo, propenda por la protección del Páramo Cruz Verde Sumapaz, como territorio proveedor de recursos de la economía campesina y el desarrollo de sus habitantes.

2.2.6 Integración de variables

Como compendio, a fin de integrar la comprensión de lo abordado anteriormente, en seguida se muestra la relación espacial de los mosaicos agropecuarios del análisis multitemporal de coberturas precedente (período 2022); de las áreas donde potencialmente se viene desarrollando agricultura campesina (UPRA, 2019); y de la densidad poblacional (DANE, 2018), donde es posible notar el patrón espacial de las áreas con mayores presiones sobre el ecosistema, en particular en la periferia del área de referencia del páramo en la vertiente occidental y la zona norte y nororiental del páramo,

hacia las cuencas de los ríos Bogotá, Sumapaz y Guayuriba en el departamento de Cundinamarca, con mayor incidencia en el distrito capital Bogotá, y los municipios de: Pasca, Cabrera, Soacha, Une, Sitabé, Chipaque, Choachí, entre otros.

Densidad poblacional humana	Mosaicos agropecuarios	Áreas agricultura familiar campesina
		
Mayor densidad poblacional en la vertiente occidental, norte y nororiente del área de referencia del páramo. El área de páramo correspondiente a la localidad de Chapinero de Bogotá D.C., representa el principal núcleo urbano, que genera una mayor presión por urbanización, evidenciado en el incremento a 2022 de los territorios urbanos discontinuos, con tendencia a la unión con áreas urbanas continuas. Después de Bogotá D.C., La Calera, Soacha y Sibaté presentan la mayor densidad poblacional y residencial. Las áreas del páramo en La Calera, presentan el menor número de grillas con registros de densidad poblacional, pero cuenta con los promedios más altos de la densidad de hogares y	Incremento a 2022 de coberturas de la tierra relacionadas con mosaicos agropecuarios, que coinciden con las áreas de mayor densidad poblacional. Incremento posterior a 2018 – 2022, de áreas mineras y tejido urbano discontinuo.	Áreas determinadas como de agricultura familiar campesina dentro del área de páramo, están relacionadas con las zonas de mayor densidad humana y con las coberturas agropecuarias a 2022, en las cuencas del río Sumapaz, Bogotá y Guayuriba, en el departamento de Cundinamarca.

Densidad poblacional humana	Mosaicos agropecuarios	Áreas agricultura familiar campesina
alta concentración de población superando a Bogotá D.C., lo cual representa una ocupación con mayor tendencia residencial rural, que agropecuaria.		

Basado en los anteriores datos, el análisis de información de la caracterización con la que se contaba en el ETESA 2015 y el documento generado por el IAvH para el área de referencia del páramo, la delimitación participativa de este ecosistema es una oportunidad crucial y se hace imprescindible y necesaria para que, a través del plan de manejo, se implementen las regulaciones dispuestas en la Ley 1930 de 2018, su normativa reglamentaria y los acuerdos concertados durante el proceso de delimitación participativa, logrando así una gestión compartida y concertada de este ecosistema, estabilizando la frontera agrícola y generando bienestar para las comunidades que allí habitan.

Entre otros factores que ya fueron expuestos en los estudios técnicos que dieron lugar a la Resolución 1434 de 2017, desde el presente documento se evidencia lo siguiente:

- Las dinámicas que continúan presentándose desde inicios del proceso de delimitación del páramo Cruz Verde Sumapaz y hasta el presente documento, exponen la necesidad de contar con el límite para dicho páramo, como instrumento administrativo para el conocimiento por la sociedad y la regulación por el Estado, en función del cumplimiento de los propósitos de protección del ecosistema y el uso humano del mismo en virtud del reconocimiento del campesino como sujeto especial de derechos y de igual manera como habitantes del páramo reconocidos en la Ley 1930 de 2018. Es a partir del establecimiento del límite del páramo que se podrá desarrollar la formulación e implementación de acciones de preservación y desarrollo de los habitantes del páramo, teniendo en cuenta el manejo diferencial y articulador, frente a las presiones en los diferentes ejes de diferenciación del páramo.
- Por otra parte, el incremento continuado de mosaicos agropecuarios hasta el año 2022 en una amplia zona de la periferia en la vertiente occidental del área de referencia del páramo Cruz Verde Sumapaz, que coinciden territorialmente con las áreas agrícolas familiares y desde donde se genera la principal producción agropecuaria de cultivos permanentes y transitorios, tal como se desarrolló anteriormente dentro de este título, constata la necesidad de la implementación de las determinaciones de la Ley 1930 de 2018 y su normativa reglamentaria existente y en proceso de emisión, especialmente en lo relacionado con los

programas de reconversión y sustitución y el desarrollo de actividades agropecuarias de bajo impacto.

Es de tener en cuenta que, la delimitación del área del páramo es el punto de partida para la implementación de los acuerdos logrados dentro en el desarrollo de las fases participativas establecidas en la Sentencia T-361 de 2017, en relación con el programa de reconversión y sustitución de actividades prohibidas en páramo, correspondiente al aspecto ineludible 2 del numeral 19.2. de la Sentencia T-361-2017.

- La presencia de áreas mineras en el área de referencia del páramo Cruz Verde Sumapaz, sugiere la necesidad de la implementación de las regulaciones para actividades prohibidas como la minería, según lo establecido en la Ley 1930 de 2018 y su normativa reglamentaria, para lo cual, la identificación de los límites del ecosistema se constituye como un insumo indispensable.
- Considerando la presencia de viviendas, hogares y personas dentro del área de referencia del páramo Cruz Verde Sumapaz, con la presión que esto genera al ecosistema por las actividades humanas, es imprescindible establecer dicho límite y de acuerdo a él, realizar el censo de los habitantes de páramos, a fin de ser incluidos en los diferentes aspectos desarrollados por la Ley 1930 de 2018 y su normativa reglamentaria. Esto puede favorecer el establecimiento de presupuestos más claros que permitan la implementación de acciones para disminuir las presiones derivadas de la ocupación de este ecosistema, y la inclusión en diferentes programas desarrollados con otras carteras ministeriales para mantener o mejorar las condiciones de vida de quienes habitan el páramo.
- Otras regulaciones específicas como la valoración ambiental predial en páramos conforme la Resolución 963 de 2025 emitida por el IGAC, puede ser desarrollada contando con la identificación de los predios que efectivamente se encuentren dentro del área delimitada del páramo.

2.3 Servicios ecosistémicos

La funcionalidad ecosistémica se define como la capacidad de los ecosistemas para mantener sus procesos ecológicos esenciales, tales como la regulación hídrica, la captura de carbono, la conservación de la biodiversidad y la estabilidad del suelo. En ecosistemas de alta montaña como el páramo, esta funcionalidad está estrechamente asociada a la interacción entre suelos orgánicos, cobertura vegetal y condiciones climáticas, que permiten la regulación del ciclo hidrológico mediante la captación, almacenamiento y



liberación gradual del agua. La pérdida de esta funcionalidad, como resultado de cambios en el uso del suelo o intervenciones antrópicas, puede generar alteraciones significativas en la disponibilidad y calidad del recurso hídrico, afectando tanto los ecosistemas como las poblaciones que dependen de ellos.

Para mantener el equilibrio, se debe garantizar la prestación de los servicios ecosistémicos entendidos como los beneficios directos e indirectos que los ecosistemas proveen a la sociedad, y se clasifican en servicios de provisión, regulación, soporte y culturales. En el contexto de los ecosistemas de páramo, se destacan principalmente los servicios de regulación hídrica, almacenamiento de carbono, control de la erosión y conservación de la biodiversidad, los cuales resultan fundamentales para el abastecimiento de agua a centros urbanos y rurales, así como para la estabilidad ambiental del territorio. La identificación y valoración de estos servicios permite orientar la toma de decisiones en el ordenamiento territorial, priorizando la conservación de aquellas áreas que garantizan la sostenibilidad ambiental y la seguridad hídrica.

Para que dicha gestión sea efectiva, se debe tomar como base la cuenca hidrográfica, como unidad básica de planificación ambiental del territorio, al ser el espacio donde integra los procesos hidrológicos, ecológicos y antrópicos que determinan la oferta, regulación y calidad del recurso hídrico. Este enfoque permite comprender las interrelaciones entre las diferentes áreas del territorio, particularmente en ecosistemas de alta montaña, donde las zonas de páramo desempeñan un papel fundamental en la generación y regulación del agua que abastece las partes medias y bajas de las cuencas.

Finalmente, la efectividad de la cuenca y la permanencia de sus servicios dependen de la conectividad ecológica, definida como el grado en que el paisaje facilita o limita el flujo de organismos, energía y procesos ecológicos entre diferentes áreas, permitiendo el mantenimiento de la biodiversidad y la funcionalidad de los ecosistemas. En el caso de los páramos, la conectividad entre el bosque altoandino, el subpáramo y el páramo propiamente dicho resulta fundamental para garantizar la continuidad de los procesos ecológicos y la resiliencia frente a perturbaciones naturales y antrópicas. La fragmentación del territorio, derivada de actividades como la expansión agropecuaria o la infraestructura, puede interrumpir estos procesos, afectando la capacidad del ecosistema para mantener sus funciones esenciales. La conectividad ecológica se constituye en un criterio transversal para la delimitación y gestión de las determinantes ambientales en ecosistemas de alta montaña.

El Páramo Cruz Verde Sumapaz, así como los diferentes complejos de páramos del país, generan diversos servicios ecosistémicos, considerados como los beneficios que ofrece el ecosistema de manera directa o indirecta a las poblaciones humanas, para sí misma y para sus actividades.

Dentro de los servicios ecosistémicos a tratar en este documento, teniendo en cuenta la realidad expuesta respecto al uso de áreas del páramo y la presencia humana expuesta en títulos anteriores, son tres servicios ecosistémicos taxativos que se quieren resaltar, por ser los más relevantes, mas no los únicos, y que permiten reconocer la importancia de la protección del ecosistema como está previsto en la legislación vigente.

Corresponde al servicio ecosistémico directo de provisión de suelos para la permanencia de las familias habitantes de los páramos y su producción agropecuaria que, como ya se trató anteriormente en el análisis de coberturas y las áreas agrícolas campesinas, se desarrollan con preferencia en la vertiente occidental del área de referencia del páramo de Sumapaz. Por otra parte, la protección de la biodiversidad del ecosistema y su provisión para su uso consuntivo, y por otra parte, los servicios ecosistémicos de regulación, oferta y calidad del recurso hídrico, con influencia directa para los habitantes del páramo, e indirecta, para la oferta hídrica de consumo humano y actividades agropecuarias de los conglomerados humanos ubicados aguas abajo en todo el entorno del páramo Cruz Verde Sumapaz, incluidos los embalses de Chisacá y La Regadera y para las actividades industriales como el sostenimiento del embalse de Muña desde donde se genera energía.

2.3.1 Provisión de suelos. Suelos negros. FAO-IGAC. 2022.

De acuerdo a la definición aprobada por la 11.^a Sesión de Trabajo del Grupo Técnico Intergubernamental sobre Suelos (21/11/2019, Sede de la FAO)², los suelos negros son suelos minerales que presentan un horizonte superficial negro, enriquecido con carbono orgánico, de al menos 25 cm de profundidad. Se reconocen dos categorías de suelos negros (categoría 1 y categoría 2). Estas categorías se distinguen para reconocer el mayor valor, y por lo tanto la mayor necesidad de protección, de suelos (categoría 1), por ser los más vulnerables y amenazados, que necesitan el mayor grado de protección, siendo aquellos que poseen las cinco propiedades que se indican a continuación:

- La presencia de horizontes superficiales negros o muy oscuros, típicamente con una croma de ≤ 3 en estado húmedo, un valor de ≤ 3 en estado húmedo y ≤ 5 en estado seco (según los colores Munsell);
- Espesor total de los horizontes superficiales negros ≥ 25 cm;

² <https://www.fao.org/global-soil-partnership/intergovernmental-technical-panel-soils/gsoc17-implementation/internationalnetworkblacksoils/more-on-black-soils/definition-what-is-a-black-soil/en/>

- Contenido de carbono orgánico en los 25 cm superiores de los horizontes negros de $\geq 1,2\%$ (o $\geq 0,6\%$ para regiones tropicales) y $\leq 20\%$;
- CIC en los horizontes superficiales negros ≥ 25 cmol/kg; y
- Una saturación de base en los horizontes superficiales negros $\geq 50\%$.

En toda el área de referencia del páramo Cruz Verde Sumapaz, así como los demás complejos de páramos del país, se concentran este tipo de suelos, tal como puede apreciarse en el mapa de suelos negros de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) (Figura 2-18), el cual se finalizó en el 2021, con información de 6322 perfiles a nivel nacional.

La presencia de estos suelos negros en el páramo, ha sido desde el inicio de todo el proceso de delimitación de los páramos del país, uno de los criterios biogeofísicos para su delimitación (Rivera y Rodríguez, 2011), ya que, como allí se establece:

“...los suelos característicos del páramo (andisoles, histosoles, entre otros tipos), tienen una extraordinaria capacidad de almacenamiento de agua, que en conjunto con el clima y la topografía, mantienen un flujo sostenido (De Bièvre, et ál., 2006). Las anteriores características expresan la importancia del páramo por ser regulador hídrico, sostener el flujo base de las corrientes que nacen y descienden de estos ecosistemas hacia las áreas medias y bajas, y ofrecer excelente calidad de agua, propiedades derivadas de su alta capacidad de almacenamiento asociada al potencial de infiltración, a los complejos de humedales, a la morfología de las cuencas, al tipo de suelos, a la formación de niebla, a la capacidad de retención de las plantas, entre otros”.

“Las características físicas de los suelos oscuros de páramo les permite almacenar agua, así como facilitar el proceso de infiltración y recarga de acuíferos. Los suelos de páramo suelen ser buenos conductores de agua por su porosidad, y la retención de agua es especialmente significativa, dado que en los primeros 30 cm de profundidad, el agua ocupa el 61,7% del volumen total del suelo.”

Considerando la importancia de estos suelos y los servicios ecosistémicos directos e indirectos que representa, entre otros beneficios como su fertilidad, que debería evitar la utilización de fertilizantes de alto costo y su impacto, y que a su vez, aporta a otros servicios ecosistémicos como la mitigación al cambio climático y la regulación hídrica, la delimitación del páramo Cruz Verde Sumapaz en el marco de las determinaciones de la Ley 1930 de 2018 y su normativa regulatoria vigente, permitirá proporcionar la toma de decisiones de protección sobre este recurso propio del páramo y la implementación de manejos a partir de la formulación del plan de manejo; la implementación del programa



de reconvención o sustitución de actividades agropecuarias concertado dentro del proceso de delimitación participativa; y enmarcar estas actividades a las regulaciones frente a las actividades agropecuarias de bajo impacto, que permitan disminuir los procesos de erosión, contaminación hídrica, uso intensivo de los suelos y afectación por manejos antrópicos inadecuados, pero que, a la vez, estos manejos permitan mantener los suelos como zonas con potencial agrícola de acuerdo a su capacidad de uso, de despensa de alimentos y por ende de seguridad alimentaria y la permanencia de los habitantes del páramo.

Es así que, la oferta de estos suelos negros como servicio ecosistémico propio del páramo, es inherente frente a la consolidación de sistemas agroalimentarios de los habitantes del mismo, lo que permite resaltar la necesidad de la delimitación del páramo Cruz Verde Sumapaz como una oportunidad para la implementación de estos procesos de reconversión agropecuaria para la protección del ecosistema.

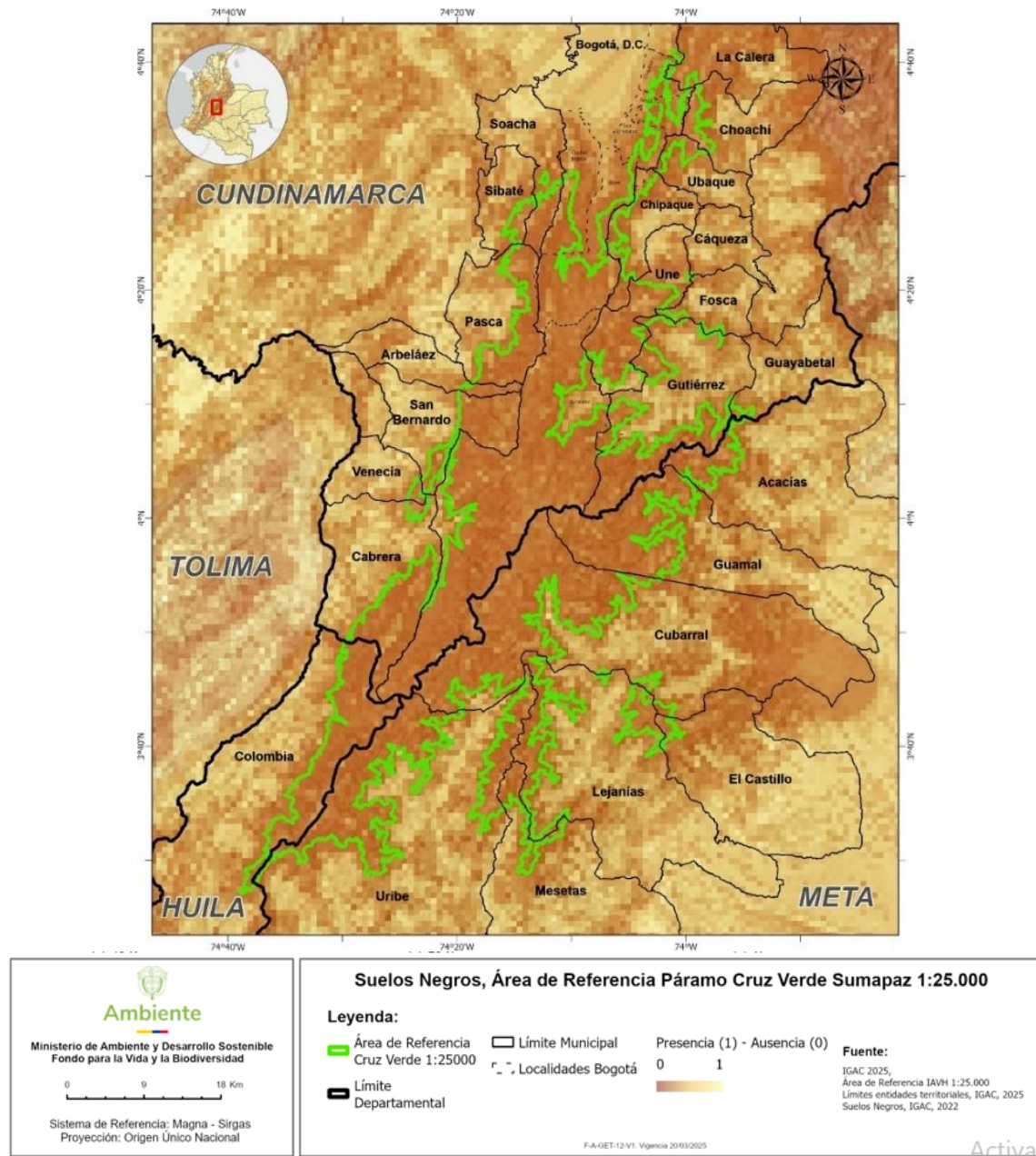


FIGURA 2-18 SUELOS NEGROS PRESENTES EN EL PÁRAMO CRUZ VERDE SUMAPAZ.

Fuente: MAPA NACIONAL DE SUELOS NEGROS DE COLOMBIA FAO, 2022. ICDE – IGAC

<https://datos.icde.gov.co/maps/9a2a515ea36848b6b01d3c174c1db16b/explore?location=2.546212%2C-75.479174%2C4>

2.3.2 Contexto de la protección de la biodiversidad y provisión para usos consuntivos y no consuntivos

Flora

Conforme el diagnóstico realizado por las autoridades ambientales, para el Páramo Cruz Verde Sumapaz, se reporta en la literatura un total de especies 1640 especies, de las cuales se reportan 193 especies como endémicas.

Especies endémicas: Respecto a las especies endémicas como un valor de la representatividad de especies del páramo Cruz Verde Sumapaz, en la modelación de distribución de especies endémicas realizada por el IAvH para la delimitación del páramo, indica que las principales zonas en las que se presentan dichas especies son: Cubarral, Pasca, Une y Bogotá localidades de Usme y Sumapaz. De igual manera, con un potencial muy alto están: Chipaque, Une, Bogotá Sumapaz, San Bernardo, Pasca, Gutiérrez, Une y Cubarral. Con potencial alto, unas zonas del límite de páramo en la parte norte en los municipios de la Calera, Choachí y Ubaque; y otras en el flanco occidental del páramo en los municipios de San Bernardo, Arbeláez, Cabrera y Pasca. En el flanco oriental se evidenció en ese momento un potencial alto en Gutiérrez, y en la parte sur del Páramo Cruz Verde Sumapaz en los municipios de Lejanías, Uribe y Cubarral (CEERCO, 2015). Al respecto, el Instituto Alexander von Humboldt refiere una abundancia a lo largo del gradiente altitudinal que se concentra a partir de los 3000 m, hasta los 3600 m donde su número se reduce nuevamente (IAvH, 2015).

La anterior distribución, señala las zonas que requieren esfuerzos de protección y conservación (Figura 2-19), por coincidir con zonas relacionadas con los patrones de asentamiento y uso humano del ecosistema, como pudo evidenciarse en las áreas con mosaicos agropecuarios, áreas de agricultura campesina y densidad de viviendas y población humana, descritas en títulos anteriores.

Para el caso de los municipios del sur del Páramo Cruz Verde Sumapaz (Colombia, Uribe, Mesetas) y sur oriental (El Castillo) existe poca investigación sobre el componente florístico de la reflejada en la falta de información y georeferenciación de especies (CEERCO, 2015).

Especies amenazadas: De las 9 especies amenazadas reportadas por el IAvH en 2015 (Tabla 2-15), y al actualizar este listado respecto a la Resolución 126 de 2024, se confirman las cuatro especies en categoría de amenaza VU (vulnerable) para Colombia, según el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.

TABLA 2-15 ESPECIES DE PLANTAS EN ESTADO DE AMENAZA PARA EL ENTORNO LOCAL DEL COMPLEJO CRUZ VERDE –SUMAPAZ.

FAMILIA	ESPECIE	RESOLUCIÓN 383/2010	CITES AP I.	UICN
Podocarpaceae	<i>Podocarpus oleifolius</i>	VU		LC
Podocarpaceae	<i>Prumnopitys montana</i>	VU		
Asteraceae	<i>Hieracium sodiroanum</i>			NT
Bromeliaceae	<i>Greigia sodiroana</i>			NT
Poaceae	<i>Aegopogon cenchroides</i>			LC
Poaceae	<i>Calamagrostis coarctata</i>			LC
Poaceae	<i>Calamagrostis fibrovaginata</i>			LC
Poaceae	<i>Poa annua</i>			LC
Valerianaceae	<i>Valeriana secunda</i>			EN
Fabaceae	<i>Lupinus bogotensis</i>			LC
Fabaceae	<i>Ulex europaens</i>			LC
Betulaceae	<i>Alnus acuminata</i>			LC
Gentianaceae	<i>Halenia major</i>	VU		
Juncaceae	<i>Juncus effusus</i>			LC
Melastomataceae	<i>Centronia brachycera</i>			VU
Melastomataceae	<i>Centronia mutisii</i>			VU
Potamogetonaceae	<i>Potamogeton pusillus</i>			LC
Lejeuneaceae	<i>Aureolejeunea aurifera</i>	VU		VU*
Brunelliaceae	<i>Brunellia racemifera</i>			VU
Rosaceae	<i>Prunus carolinae</i>			CR
Solanaceae	<i>Solanum paucijugum</i>			LC

CR: Especie en peligro crítico; EN: Especie en peligro; VU: Especie vulnerable; NT: Especie casi amenazada; DD: Especie con datos deficientes; NR: No registra. Endémicas. * reportada en el libro rojo

Fuente: Tabla 8.2. en CEERCO, 2015.

Así mismo, el modelo de distribución potencial de las especies vegetales con algún grado de amenaza, señaló que éstas se distribuyen principalmente y con un muy alto potencial en: Pasca, Arbeláez, San Bernardo, Cabrera y en Bogotá en las localidades de Usme y Sumapaz (Figura 2-18), coincidiendo con la distribución de las especies endémicas, y con áreas de uso humano. Este escenario de la distribución de endemismos y amenaza de extinción en vida silvestre de la flora silvestre, sustenta la necesidad de la delimitación del páramo Cruz Verde Sumapaz, con miras a establecer el manejo que permita conciliar la protección del ecosistema y sus recursos biológicos, con la permanencia del campesinado habitante del páramo y el uso de áreas del páramo para su sustento.

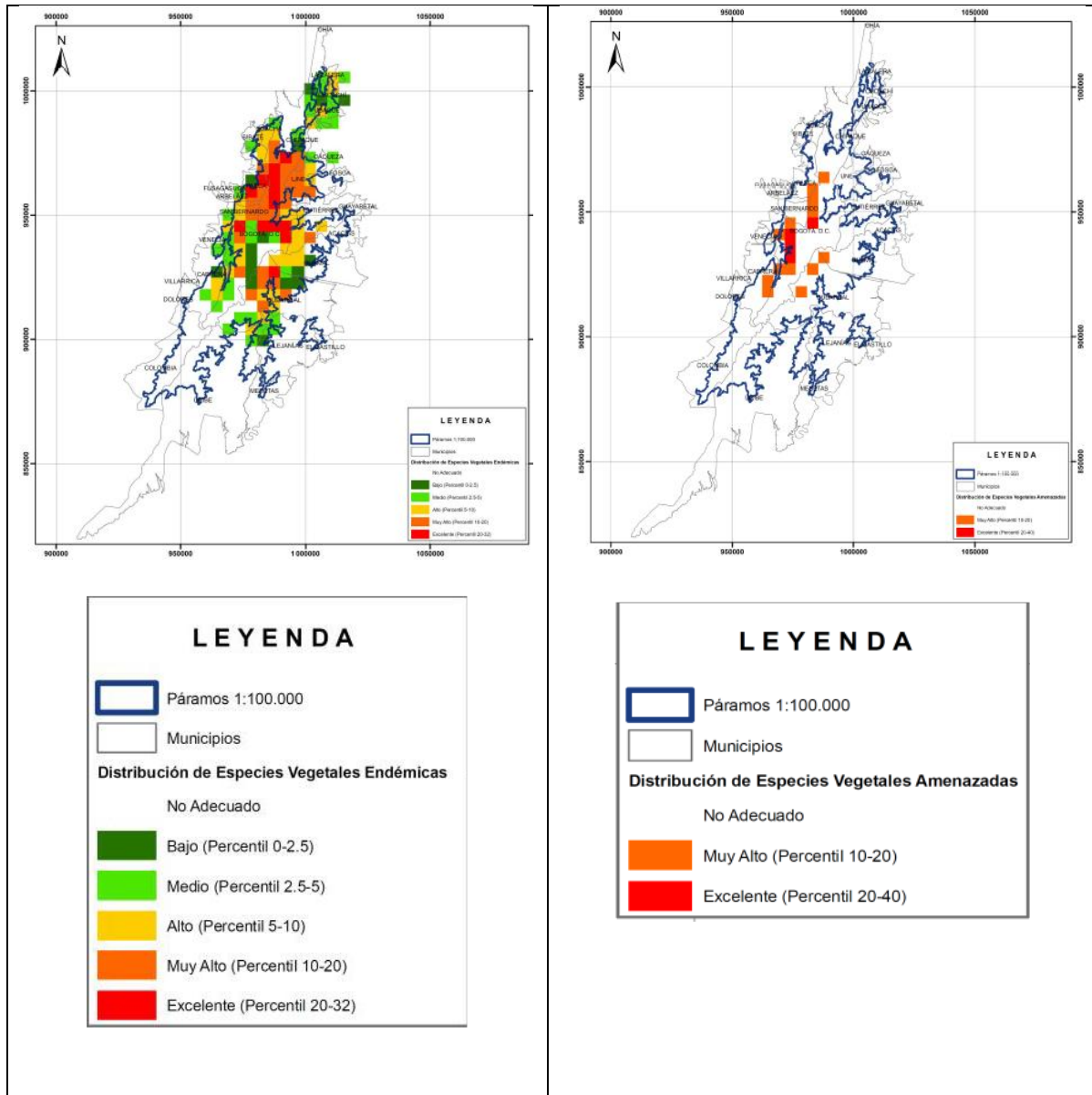


FIGURA 2-19 MODELOS DE DISTRIBUCIÓN POTENCIAL DE ESPECIES DE FLORA ENDÉMICAS Y AMENAZADAS EN EL PÁRAMO CRUZ VERDE SUMAPAZ

Fuente: Adaptado de Figuras 8.5. y 8.6. en CEERCO, 2015.

Usos: Relacionado con el servicio de provisión, es de anotar que, de las 1640 especies reportadas en estudios secundarios para el Páramo Cruz Verde Sumapaz, se encontró que 121 especies presentan alguno o varios de los siguientes usos: tradicional, alimenticio, vigas y construcción, doméstico (leña y carbón), medicinal, agroforestería (Conservación de aguas, suelo y restauración ecológica), industrial, alimento de fauna silvestre, ornamental y artesanal. Para la zona, el 32% de las 121 especies reportadas en los

estudios, son utilizadas con fines medicinales, el 12% para uso ornamental, un 11% es empleado en agroforestería, conservación de aguas, suelos y restauración ecológica, un 10% para uso doméstico y alimento de fauna silvestre, respectivamente, el 8% es utilizado con fines industriales, el 7% es consumido por el hombre, un 5% lo utilizan como vigas en construcciones, un 3% es útil en elaboración de artesanías y un 2% en uso tradicional (CEERCO, 2015) (Figura 2-19).

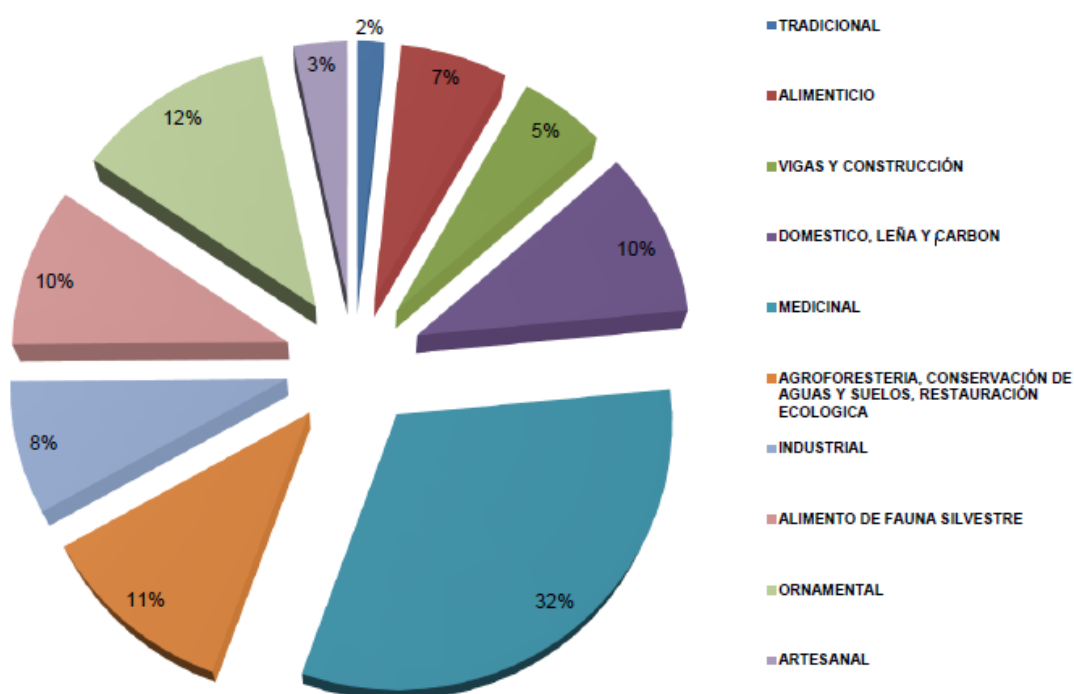


FIGURA 2-20 PORCENTAJE POR TIPO DE USO ETNOBOTÁNICO PARA EL COMPLEJO SUMAPAZ – CRUZ VERDE.

Fuente: Figura 8.8. en CEERCO, 2015.

Fauna

En términos faunísticos IAvH (2015), hace alusión a la siguiente información que reconoce la importancia del recurso para el páramo Cruz Verde Sumapaz:

- Este complejo de páramos es similar biogeográficamente a los otros complejos de páramos de Cundinamarca (Chingaza, Rabanal, Altiplano y Guerrero), y a algunos

complejos de Boyacá (Tota, Guantiva e Iguaque), compartiendo con ellos el 90% de los géneros y el 80% de las especies de mamíferos, así como el 95% de los géneros y el 75% de especies de anfibios. Adicionalmente comparte algunas especies de fauna con complejos más al sur como Picachos y Miraflores, afianzando su categorización como la zona de alta montaña más amplia y continua del oriente del país.

- La distribución de la riqueza de especies de fauna en el gradiente altitudinal muestra una disminución a partir de los 3200 m para aves, mientras que es constante para grupos de anfibios y mamíferos.
- En el Páramo Cruz Verde Sumapaz se registra la presencia de más del 17% de las especies de mamíferos registrados en Colombia según Solari *et al* (2013), además del 20 % de las especies endémicas del grupo para el país (Alberico *et al.* 2000, Solari *et al.* 2013). Aunque muchas de las especies medianas y grandes y algunos murciélagos presentan un amplio rango de distribución, se destaca que casi la mitad de los roedores y murciélagos están restringidos a las áreas de alta montaña de la Cordillera Oriental (Alberico *et al.* 2000, Solari *et al.* 2013).
- Contiene el 51 % de las especies de aves restringidas a páramo para todo el territorio nacional (Styles 1998), y abarca un conjunto de hábitats terrestres y acuáticos claves para especies de aves migratorias, que para este páramo suman en total 33.
- El Páramo Cruz Verde Sumapaz posee más del 18% de las especies de anfibios de alta montaña y páramo registradas para Colombia (Ardila y Acosta 2000, Lynch y Suárez-Mayorga 2002, Bernal y Lynch 2008); más del 4 % de las especies endémicas del país y alrededor del 22 % de las especies endémicas para las zonas altas de Colombia (Amphibiaweb 2015).
- En el caso de reptiles, se reportan seis especies de las cuales cinco son endémicas para el país (Arias-Lemus 1989, Ovalle y Pérez 1997, Castaño-Mora *et al.* 1999, Bastidas y Chaparro 2003).
- Este páramo se caracteriza por ser el de mayor riqueza específica de invertebrados (36 de insectos y 16 de arañas) en la Cordillera Oriental y para el cual se conoce un alto número de endemismos (11 especies de insectos y 14 especies de arañas endémicas).
- Particularmente en el PNN Sumapaz, está reportado el género de anfibios *Atelopus* (Rueda-Almonacid *et al.* 2005), un grupo altamente amenazado en el mundo y con cuatro especies en peligro crítico (CR), tal como más adelante lo reporta CEERCO (2015), por lo que el Páramo Cruz Verde Sumapaz puede ser considerado como una zona importante para la conservación de este grupo de anfibios.

En complemento de lo anterior, CEERCO (2015) resalta la representatividad de especies de fauna en el páramo Cruz Verde Sumapaz:

Aves: A partir de la revisión bibliográfica realizada por para las áreas de influencia directa e indirecta del Páramo Cruz Verde Sumapaz, se reportaron 329 especies de aves, que se clasificaron en 50 familias, de las cuales, las más representativas son Tyrannidae con 61 especies, Thraupidae con 38 especies, seguido por Trochilidae con 23 especies y Anatidae con 20 especies.

De las especies registradas para este páramo, 58 corresponden a especies migratorias boreales, 4 a especies migratorias australes y 267 a especies residentes. Adicionalmente, 3 especies son endémicas para Colombia (*Rallus semiplumbeus*, *Cistothorus apolinari* (Morales et al., 2007) y *Macroagelaius subalaris*, las cuales se encuentran en peligro de amenaza en vida silvestre (EN).

Por otro lado, de las 329 especies de aves registradas para el Páramo Cruz Verde Sumapaz en CEERCO (2015), 16 especies estaban amenazadas (CR, EN, VU), 3 casi amenazadas (NT) y una presenta datos deficientes (DD) según el Libro rojo de aves de Colombia (UICN), en tanto que, según la Resolución 383 de 2010 del Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial, solo 13 especies presentan categoría de amenaza (CR, EN, VU) (Tabla 2-16), datos que se confirman para las especies con grados de amenaza según la Resolución 126 de 2024. El grado de amenaza de estas especies se debe entre otras, a la fragmentación y destrucción del hábitat, lo cual en su mayoría es producto de la ampliación de la frontera agrícola y la actividad minera en los páramos.

TABLA 2-16 ESPECIES DE AVES EN ESTADO DE AMENAZA DEL COMPLEJO CRUZ VERDE –SUMAPAZ.

Familia	Especie	UICN	Cites Apéndice I	Res. 383 de 2010	Ende. Col
Anatidae	<i>Neochen cubata</i>	NT	NR	NR	
	<i>Sarkidiornis melanotos sylvicola</i>	EN	NR	EN	
	<i>Anas georgica</i>	EN	NR	EN	
	<i>Anas cyanoptera borroeroi</i>	EN	NR	EN	
	<i>Netta erythrophthalma erythrophthalma</i>	CR	NR	CR	
	<i>Oxyura jamaicensis</i>	EN	NR	EN	
Cathartidae	<i>Vultur gryphus</i>	EN	R	EN	
Accipitridae	<i>Spizaetus isidori</i>	EN	NR	EN	
	<i>Accipiter collares</i>	NT	NR	NR	x
Rallidae	<i>Rallus semiplumbeus</i>	EN	NR	EN	
Scolopacidae	<i>Gallinago imperialis</i>	DD	NR	NR	
Psittacidae	<i>Ognorhynchus icterotis</i>	EN	R	CR	

Thamnophilidae	<i>Clytoctantes alixii</i>	EN	NR	EN	
Grallariidae	<i>Grallaria gigantea</i>	VU	NR	NR	
Tyrannidae	<i>Pseudocolaptes acutipennis</i>	VU	NR	VU	
	<i>Contopus cooperi</i>	NT	NR	NR	
Alaudidae	<i>Eremophila alpestris peregrina</i>	EN	NR	EN	
Troglodytidae	<i>Cistothorus apolinari</i>	EN	NR	EN	x
Parulidae	<i>Setophaga cerulea</i>	VU	NR	NR	
Icteridae	<i>Macroagelaius subalaris</i>	EN	NR	NR	x
Falconidae	<i>Falco peregrinus</i>	NR	R	NR	

CR: Especie en peligro crítico; EN: Especie en peligro; VU: Especie vulnerable; NT: Especie casi amenazada; DD: Especie con datos deficientes; NR: No registra. Endémicas.

Fuente: Tabla 9.1. en CEERCO, 2015

Respecto al uso de hábitat o unidades de paisaje utilizadas por parte de las especies registradas, se obtuvo que un 69% de las éstas frecuenta el bosque húmedo, un 19% el hábitat acuático, un 10% las sabanas, un 1% corresponde el bosque seco y un 1% de las especies reportadas para el área de influencia directa e indirecta del Páramo Cruz Verde Sumapaz, poseen usos de hábitat mixtos, esto significa que son capaces de desarrollar sus principales funciones en unidades de paisaje diferentes. Se resalta la prevalencia de las coberturas naturales en el páramo, conforme se reportó en el análisis de cobertura 2010-2022 realizado en títulos anteriores, destacándose la disponibilidad de hábitat para la protección de las especies reportadas y representativas del ecosistema.

Anfibios: El páramo se constituye en una fuente de riqueza hídrica que se diversifica en distintas fuentes de agua (Lagunas, quebradas y turberas) facilitando las condiciones para la reproducción de estos organismos. De acuerdo con la información secundaria de anfibios reportado por CEERCO (2015), existen reportadas 18 especies para el páramo Cruz Verde Sumapaz, dato que es muy significativo si se compara con las 18 especies de páramo reportadas para todos los páramos de la cordillera oriental. Entre las especies de anfibios se reportaron 9 géneros y 7 familias, donde Bufonidae es la familia más rica al albergar el mayor número de especies (4), seguida por Hylidae.

Las categorías de mayor amenaza según CEERCO (2015), corresponden a 5 especies, tres de las cuales cuentan con categoría de amenaza nacional de extinción en vida silvestre por la Resolución 126 de 2024, de la familia Bufonidae: *Atelopus lozanoi* (EN), *Atelopus guitarraensis* (CR-UICN), *Atelopus minutulus* (CR), *Atelopus subornatus* (CR) y *Colostethus edwardsi* (CR-UICN). Dos especies en categoría Vulnerable (VU): *Centrolene buckleyi* (VU-UICN) y *Eleutherodactylus elegans* (VU-UICN); y una especie en categoría Casi Amenazado (NT-UICN) *Hyla bogotensis*.

Para el apéndice I de Cites no se reportó ninguna especie, y de las 18 especies, 12 son nativas para Colombia (*Atelopus lozanoi*, *A. guitarraensis*, *A. minutulus*, *A. subornatus*,

Colostethus edwardsi, *C. subpunctatus*, *C. palmatus*, *Hyla bogotensis*, *H. labialis*, *Eleutherodactylus elegans*, *E. bogotensis*, *Bolitoglossa adspersa*).

Reptiles: Se reportan para el Páramo Cruz Verde Sumapaz, un total de 4 familias, 8 géneros y 8 especies. Las especies reportadas son *Mastigodryas pleei*, *Oxybelis aeneus*, *Atractus crassicaudatus*, *Liophis epinephelus bimaculatus*, *Anadia bogotensis*, *Proctoporus striatus* o *Riama striata*, *Anolis heterodermus* o *Phenacosaurus heterodermus* y *Stenocercus trachycephalus*. La familia que alberga mayor número de especies es Colubridae con 4 especies.

En la siguiente tabla se reportaron las especies de reptiles endémicas y amenazadas según la UICN; tal como lo indica la tabla, ninguna de estas especies cuenta con categoría nacional de amenaza según la Resolución 126 de 2024:

TABLA 2-17 ESPECIES DE REPTILES CON ALGÚN GRADO DE AMENAZA PARA EL COMPLEJO CRUZ VERDE – SUMAPAZ. LIBROS ROJOS UICN, CITES APÉNDICE I Y RESOLUCIÓN 383 DE 2010 Y ENDEMISMOS.

Familia	Especie	UICN (2014.1)	Res. 383 de 2010	Cites Ap I	End. Col.
Colubridae	<i>Mastigodryas pleei</i>	NR	NR	NR	
	<i>Oxybelis aeneus</i>	NR	NR	NR	
	<i>Atractus crassicaudatus</i>	LC	NR	NR	x
	<i>Liophis epinephelus bimaculatus</i>	NR	NR	NR	
Gymnophthalmidae	<i>Anadia bogotensis</i>	NR	NR	NR	
	<i>Proctoporus striatus</i>	NR	NR	NR	
	<i>Riama striata</i>	NR	NR	NR	x
Polychrotidae	<i>Phenacosaurus heterodermus</i>	NR	NR	NR	x
Tropiduridae	<i>Stenocercus trachycephalus</i>	NR	NR	NR	x

NR: No registra, LC: preocupación menor

Fuente: Fuente: Tabla 9.3. en CEERCO, 2015.

Mamíferos: CEERCO (2015), reporta 35 especies de mamíferos integrados en 19 familias con 32 géneros. La familia más rica es Muridae con 8 especies, mientras que, el género más rico fue *Thomasomys*. En la tabla 2-18 se presenta el listado de especies amenazadas, de las cuales, se confirman las especies amenazadas para Colombia a partir de la Resolución 126 de 2024:

TABLA 2-18 ESPECIES DE MAMÍFEROS QUE PRESENTAN ALGUNA CATEGORÍA DE AMENAZA SEGÚN EL LIBRO ROJO DE MAMÍFEROS PARA COLOMBIA, LA RESOLUCIÓN 383 DE 2010 O TIENE RESTRICCIÓN PARA SU COMERCIO APÉNDICE I CITES.

Familia	Especie	UICN (2014.1)	Res. 383 de 2010	Cites Ap I	Endémica Col.
Agoutidae	<i>Cuniculus taczanowskii</i> (<i>Agouti taczanowskii</i>)	NT	NR	NR	
Caenolestidae	<i>Caenolestes fuliginosus</i>	LC	NR	NR	
Canidae	<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	LC	NR	NR	
Caviidae	<i>Cavia porcellus</i>	NR	NR	NR	
Cervidae	<i>Mazama rufina</i>	VU	NR	NR	
	<i>Odocoileus virginianus</i>	LC	CR	NR	
	<i>Gracilinanus dryas</i>	NT	NR	NR	
Didelphidae	<i>Didelphis albiventris</i>	LC	NR	NR	
Dinomyidae	<i>Dinomys branickii</i>	VU	VU	NR	
Echimyidae	<i>Olallamys albicauda</i>	DD	NR	NR	x
Emballonuridae	<i>Saccopteryx leptura</i>	LC	NR	NR	
	<i>Leopardus tigrinus</i> (<i>Felis tigrina</i>)	VU	VU	R	
Felidae	<i>Puma concolor</i>	LC (UICN 2014.1) y NT (Rodríguez et al., 2006)	NR	R	
Leporidae	<i>Sylvilagus brasiliensis</i>	LC	NR	NR	
Mephitidae	<i>Conepatus semistriatus</i>	LC	NR	NR	
Muridae	<i>Akodon bogotensis</i>	LC	NR	NR	x
	<i>Oligoryzomys fulvescens</i>	LC	NR	NR	
	<i>Chibchanomys trichotis</i>	DD	NR	NR	
	<i>Thomasomys aureus</i>	LC	NR	NR	
	<i>Rhipidomys fulviventris</i>	LC	NR	NR	
	<i>Thomasomys laniger</i>	LC	NR	NR	
	<i>Thomasomys niveipes</i>	LC	NR	NR	x
	<i>Thomasomys taczanowskii</i>	LC	NR	NR	
Mustelidae	<i>Mustela frenata</i>	LC	NR	NR	
	<i>Anoura geoffroyi</i>	LC	NR	NR	
Phyllostomidae	<i>Artibeus lituratus</i>	LC	NR	NR	
	<i>Sturmira erythromos</i>	LC	NR	NR	
Procyonidae	<i>Nasua nasua</i>	LC	NR	NR	
	<i>Nasua olivacea</i>	DD	NR	NR	
Sciuridae	<i>Cryptotis thomasi</i>	LC	NR	NR	x
Tapiridae	<i>Tapirus pinchaque</i>	EN	EN	R	
Ursidae	<i>Tremarctos ornatus</i>	VU	VU	R	
	<i>Lasiurus cinereus</i>	LC	NR	NR	
Vespertilionidae	<i>Eptesicus fuscus</i>	LC	NR	NR	
	<i>Histiotus montanus</i>	LC	NR	NR	

EN: Especie en peligro; VU: Especie vulnerable; NT: Especie casi amenazada; LC: Preocupación menor; DD: Especie con datos deficientes; NR: No registra para ninguna de las categorías; R: Registrada Prohibida su comercialización.

Fuente: Tabla 9.4. en CEERCO, 2015.

2.3.3 Oferta y regulación del recurso hídrico

2.3.3.1 Oferta y demanda de agua

Contexto hidrográfico regional y función ecosistémica del Páramo Cruz Verde Sumapaz

El Páramo Cruz Verde Sumapaz constituye uno de los sistemas de alta montaña más importantes del país por su extensión, representatividad ecológica y contribución a la regulación del recurso hídrico. Su territorio se distribuye entre Bogotá D.C. y los departamentos de Cundinamarca, Meta y Huila, comprendiendo municipios y localidades cuyas dinámicas ambientales, sociales y productivas mantienen una estrecha relación con los servicios ecosistémicos proporcionados por este ecosistema estratégico.

Desde el punto de vista hidrográfico, el Páramo Cruz Verde Sumapaz se localiza sobre una zona de transición entre las áreas hidrográficas Magdalena–Cauca y Orinoco, participando en la generación y regulación de escorrentías superficiales asociadas a ambas vertientes. Esta condición determina su relación con múltiples sistemas hidrográficos regionales, entre los que se destacan las cuencas de los ríos Bogotá, Sumapaz, Cabrera, Blanco, Negro, Guayuriba, Ariari, Guape y Guayabero, así como numerosos drenajes de menor orden que estructuran la red hídrica de los municipios y localidades incluidos en el presente proceso de delimitación participativa.

Desde el punto de vista de la planificación y gestión del recurso hídrico, el Páramo Cruz Verde Sumapaz mantiene una relación funcional con siete subzonas hidrográficas oficiales definidas por el IDEAM, pertenecientes a las áreas hidrográficas Magdalena–Cauca y Orinoco. En la vertiente Magdalena se encuentran las subzonas hidrográficas río Cabrera (2114), río Sumapaz (2119) y río Bogotá (2120), correspondientes a la zona hidrográfica Alto Magdalena. Por su parte, en la vertiente Orinoco se localizan las subzonas hidrográficas río Guayabero Alto (3201), río Guape (3202), río Ariari (3206) y río Guayuriba (3502), integradas a la zona hidrográfica Meta. (¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.9).

TABLA 2-19 SUBZONAS HIDROGRÁFICAS ASOCIADAS PÁRAMO CRUZ VERDE SUMAPAZ

Código SZH	Nombre	Área hidrográfica	Zona hidrográfica
2114	Río Cabrera	Magdalena-Cauca	Alto Magdalena
2119	Río Sumapaz	Magdalena-Cauca	Alto Magdalena
2120	Río Bogotá	Magdalena-Cauca	Alto Magdalena
3201	Río Guayabero Alto	Orinoco	Meta
3202	Río Guape	Orinoco	Meta
3206	Río Ariari	Orinoco	Meta
3502	Río Guayuriba	Orinoco	Meta

Fuente: IDEAM. Estudio Nacional del Agua 2022. Zonificación hidrográfica de Colombia (escala 1:100.000).

La presencia simultánea de estas subzonas hidrográficas evidencia la complejidad hidrológica del Páramo Cruz Verde Sumapaz y su papel como área estratégica para la

generación, regulación y conectividad del recurso hídrico entre las vertientes Magdalena y Orinoco (Figura 2-20). Esta configuración determina la existencia de múltiples sistemas de drenaje asociados a los municipios y localidades vinculados al proceso de delimitación participativa.

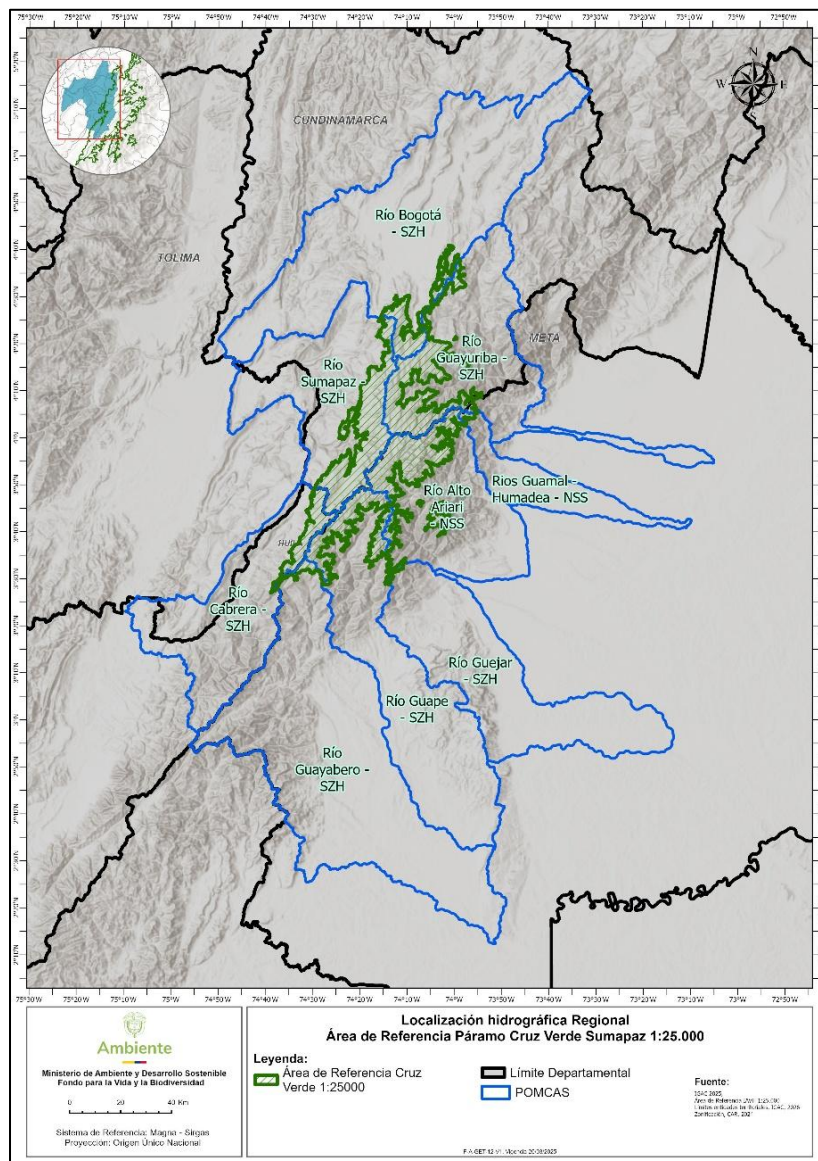


FIGURA 2-21 LOCALIZACIÓN HIDROGRÁFICA REGIONAL DEL PÁRAMO CRUZ VERDE SUMAPAZ.

Fuente: Este documento.

Dentro de este contexto regional, la cuenca del río Sumapaz constituye uno de los principales sistemas hidrográficos asociados al Páramo Cruz Verde Sumapaz. El río Sumapaz nace en la Cuchilla de Los Charcos, en la localidad de Sumapaz (Bogotá D.C.), a aproximadamente 4.050 m s. n. m., dentro del sector sur del Parque Nacional Natural

Sumapaz, y desemboca en el río Magdalena entre los municipios de Ricaurte (Cundinamarca) y Suárez (Tolima). Su cuenca abarca cerca de 305.911 ha organizadas en 14 subcuencas y más de 500 microcuencas, constituyéndose en uno de los sistemas hídricos más representativos de la vertiente occidental del Páramo Cruz Verde Sumapaz. (¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.-20).

TABLA 2-20 PRINCIPALES CONEXIONES HIDROGRÁFICAS ASOCIADAS AL PÁRAMO CRUZ VERDE SUMAPAZ.

Vertiente	Sistemas hidrográficos principales	Municipios y localidades asociados
Magdalena	Río Bogotá, río Teusacá, río Tunjuelo, río Soacha, río Sumapaz y tributarios asociados	Chapinero, Santa Fe, Usaquén, Ciudad Bolívar, Usme, Sumapaz, La Calera, Choachí, Pasca, Sibaté, Soacha, Arbeláez, San Bernardo y Venecia
Orinoco – Ariari	Ríos Blanco, Negro, Guayuriba, Ariari, Güejar, Guape, Duda y Guayabero	Chipaque, Cáqueza, Ubaque, Une, Fosca, Guayabetal, Gutiérrez, Acacias, Guamal, El Castillo, Lejanías, Mesetas y La Uribe
Orinoco – Guayabero	Sistemas asociados al sector sur del Páramo Cruz Verde Sumapaz y zona de influencia del Huila	Colombia (Huila)

Fuente: Elaboración propia a partir de información hidrográfica oficial IDEAM, cartografía IGAC escala 1:25.000, POMCA vigentes y análisis territorial desarrollado para el presente DTS.

Uno de los rasgos hidrográficos más relevantes del Páramo Cruz Verde Sumapaz corresponde a su función como divisoria regional de aguas. Hacia el occidente, las corrientes superficiales drenan hacia las cuencas de los ríos Bogotá, Sumapaz y Cabrera, integrándose posteriormente al río Magdalena. Hacia el oriente, los drenajes alimentan las cuencas de los ríos Guayuriba, Ariari, Guape, Duda, Güejar y Guayabero, las cuales forman parte del sistema Meta–Orinoco. Esta condición permite que la regulación hídrica ejercida por el Páramo Cruz Verde Sumapaz beneficie territorios localizados tanto en la región Andina como en la Orinoquia colombiana (¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.-21).

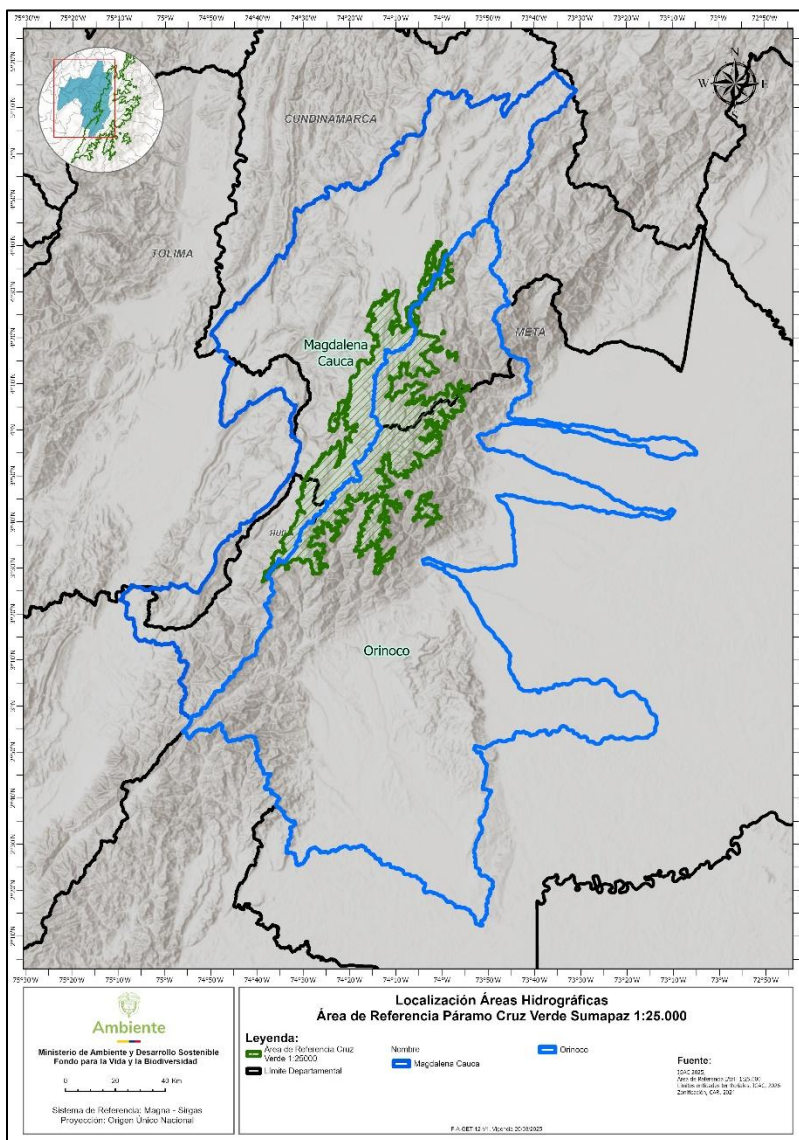


FIGURA 2-22 DIVISORIA HIDROGRÁFICA Y VERTIENTES ASOCIADAS AL PÁRAMO CRUZ VERDE SUMAPAZ.

Fuente: Este documento.

Desde el punto de vista ecosistémico, los ambientes de páramo, subpáramo, humedales altoandinos, turberas y bosques altoandinos cumplen una función fundamental en la regulación del ciclo hidrológico. Las coberturas vegetales y los suelos con alto contenido de materia orgánica favorecen procesos de almacenamiento, retención, infiltración y liberación gradual del agua, contribuyendo a la regulación de caudales y al mantenimiento de la oferta hídrica en las cuencas asociadas. Esta función resulta especialmente relevante para los sistemas de abastecimiento que dependen de los recursos hídricos generados y regulados en el páramo.

La información presentada en este capítulo corresponde a una caracterización regional construida a partir de información secundaria oficial y tiene como finalidad contextualizar la importancia hidrográfica del Páramo Cruz Verde Sumapaz dentro del proceso de delimitación participativa. La estructura hidrográfica aquí descrita constituye el marco de referencia para el análisis de la red hídrica superficial, la oferta y disponibilidad del recurso hídrico, los indicadores de estado y presión, los servicios ecosistémicos asociados al agua y la dependencia territorial desarrollados en los capítulos siguientes.

2.3.3.2 Red hídrica superficial asociada al Páramo Cruz Verde Sumapaz

Generalidades

La red hídrica superficial asociada al Páramo Cruz Verde Sumapaz está conformada por un conjunto de corrientes permanentes e intermitentes, cuerpos lénticos, humedales altoandinos y nacimientos que estructuran la dinámica hidrológica del territorio. Debido a su ubicación sobre la cordillera Oriental, el páramo constituye una importante divisoria de aguas que alimenta sistemas hidrográficos pertenecientes tanto a la vertiente del río Magdalena como a la vertiente del río Orinoco.

La red de drenaje se desarrolla sobre ecosistemas de páramo, subpáramo y bosque altoandino que favorecen la generación, almacenamiento y regulación de los flujos hídricos superficiales. Estas corrientes conectan las áreas de alta montaña con las cuencas regionales y sustentan múltiples funciones ecológicas y sociales asociadas al abastecimiento de agua, el mantenimiento de ecosistemas acuáticos y el desarrollo de actividades productivas en territorios localizados dentro y fuera del ámbito del páramo.

Desde una perspectiva regional, la red hídrica del Páramo Cruz Verde Sumapaz se encuentra asociada a siete subzonas hidrográficas oficiales definidas por el IDEAM: río Cabrera (2114), río Sumapaz (2119), río Bogotá (2120), río Guayabero Alto (3201), río Guape (3202), río Ariari (3206) y río Guayuriba (3502). Estas unidades hidrográficas constituyen el marco de referencia para la caracterización de los sistemas de drenaje, la oferta hídrica, los servicios ecosistémicos asociados al agua y la dependencia territorial analizados en los capítulos posteriores.

La caracterización de la red hídrica se desarrolló a partir de información secundaria oficial proveniente de la cartografía básica del Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC) a escala 1:25.000, la información hidrográfica del IDEAM, los Planes de Ordenación y Manejo de Cuencas Hidrográficas (POMCA) vigentes y demás instrumentos de planificación ambiental aplicables al área de estudio. (Figura 2-22).

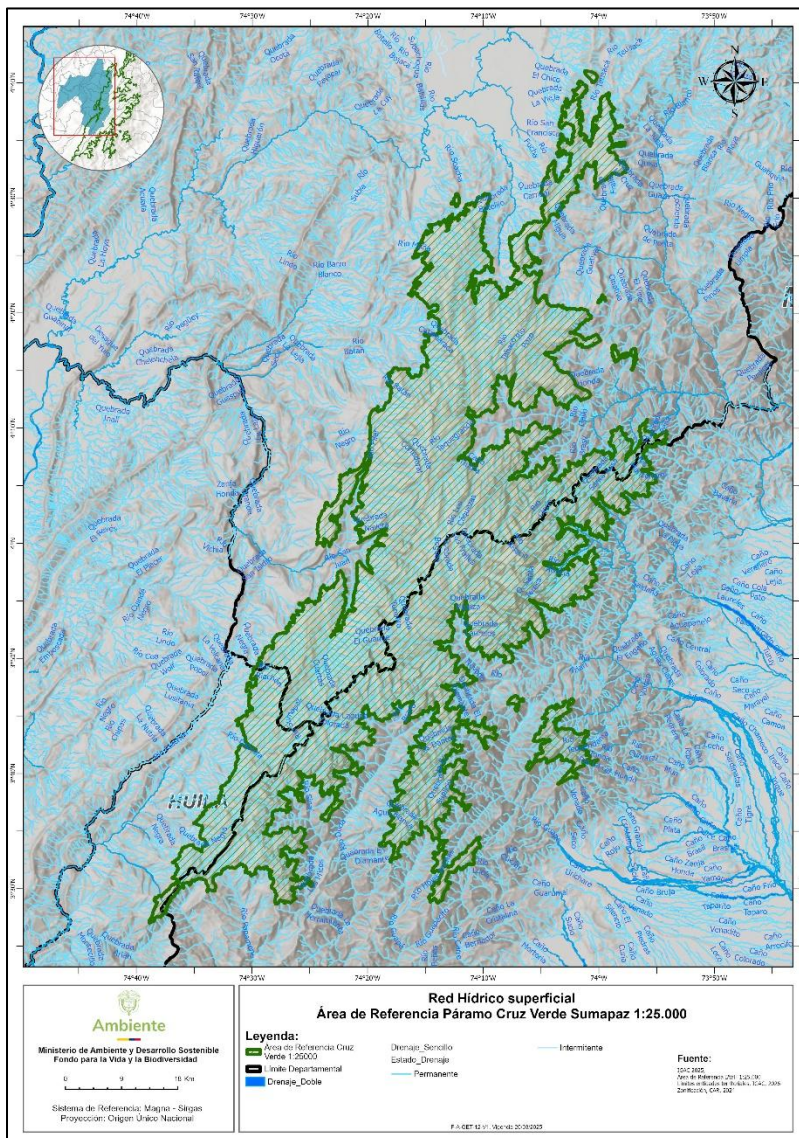


FIGURA 2-23 RED HÍDRICA SUPERFICIAL ASOCIADA AL PÁRAMO CRUZ VERDE SUMAPAZ.

Fuente: Este documento.

2.3.3.3 Organización hidrográfica regional

La red hídrica asociada al Páramo Cruz Verde Sumapaz se distribuye en siete subzonas hidrográficas oficiales identificadas por el IDEAM. Tres de ellas corresponden a la vertiente Magdalena —río Cabrera (2114), río Sumapaz (2119) y río Bogotá (2120)— y cuatro a la vertiente Orinoco —río Guayabero Alto (3201), río Guape (3202), río Ariari (3206) y río Guayuriba (3502)—. Estas unidades constituyen el marco de referencia para la organización y análisis de la red hídrica regional asociada al páramo.

La red hídrica asociada al Páramo Cruz Verde Sumapaz se estructura a partir de dos grandes vertientes hidrográficas. La primera corresponde a la vertiente Magdalena, integrada por las subzonas hidrográficas río Cabrera (2114), río Sumapaz (2119) y río Bogotá (2120), las cuales drenan hacia el río Magdalena a través de sistemas hidrográficos estratégicos para Bogotá D.C., Cundinamarca y Huila. La segunda corresponde a la vertiente Orinoco, integrada por las subzonas hidrográficas río Guayuriba (3502), río Ariari (3206), río Guape (3202) y río Guayabero Alto (3201), cuyos drenajes confluyen posteriormente al río Meta y al río Orinoco.

Esta organización hidrográfica evidencia la función del Páramo Cruz Verde Sumapaz como articulador de procesos hidrológicos entre las regiones Andina y Orinoquia. Los flujos generados en los ecosistemas de páramo y subpáramo alimentan sistemas hidrográficos que abastecen poblaciones, sostienen actividades productivas y contribuyen al mantenimiento de la funcionalidad ecológica de cuencas localizadas dentro y fuera del área objeto del proceso de delimitación participativa.

La condición de divisoria regional de aguas convierte al Páramo Cruz Verde Sumapaz en un territorio estratégico para la conectividad hídrica nacional, dado que los recursos hídricos generados en sus ecosistemas alimentan sistemas hidrográficos que posteriormente se integran a las cuencas de los ríos Magdalena y Orinoco, dos de los principales ejes hidrográficos del país.

2.3.3.4 Entidades territoriales y principales sistemas hídricos asociados

La extensión geográfica del Páramo Cruz Verde Sumapaz genera una estrecha relación con múltiples sistemas hidrográficos regionales que estructuran la dinámica hídrica de los municipios y localidades incluidos en el proceso de delimitación participativa. Debido a la diversidad fisiográfica y a la condición de divisoria de aguas, las entidades territoriales vinculadas presentan conexiones con diferentes cuencas y subcuencas pertenecientes a las vertientes Magdalena y Orinoco. En este contexto, la Tabla 2-21 sintetiza los principales sistemas hídricos asociados a cada entidad territorial, permitiendo identificar su relación predominante con las cuencas hidrográficas que reciben los aportes generados en los ecosistemas de páramo y subpáramo.

TABLA 2-21 PRINCIPALES SISTEMAS HÍDRICOS POR MUNICIPIOS O LOCALIDADES ASOCIADAS AL PÁRAMO CRUZ VERDE SUMAPAZ

Entidad territorial	Sistema hídrico principal asociado	Cuenca principal	Vertiente
Usaquén	Quebradas de los Cerros Orientales	Río Bogotá	Magdalena

Entidad territorial	Sistema hídrico principal asociado	Cuenca principal	Vertiente
Chapinero	Quebradas La Vieja, Las Delicias y afluentes asociados	Río Bogotá	Magdalena
Santa Fe	Quebradas de los Cerros Orientales	Río Bogotá	Magdalena
Usme	Río Tunjuelo y tributarios	Río Bogotá	Magdalena
Ciudad Bolívar	Río Tunjuelo y tributarios	Río Bogotá	Magdalena
Localidad de Sumapaz	Río Sumapaz y río Duda	Magdalena / Orinoco	Magdalena / Orinoco
Soacha	Río Soacha y río Bogotá	Río Bogotá	Magdalena
Sibaté	Sistema del río Bogotá	Río Bogotá	Magdalena
La Calera	Río Teusacá	Río Bogotá	Magdalena
Choachí	Río Blanco y quebradas asociadas	Sistema Blanco–Negro–Guayuriba	Orinoco
Ubaque	Río Blanco y tributarios	Sistema Blanco–Negro–Guayuriba	Orinoco
Une	Río Negro y tributarios	Sistema Negro–Guayuriba	Orinoco
Chipaque	Río Negro y tributarios	Sistema Negro–Guayuriba	Orinoco
Cáqueza	Río Negro y tributarios	Sistema Negro–Guayuriba	Orinoco
Fosca	Río Sanamé	Sistema Negro–Guayuriba	Orinoco
Guayabetal	Río Negro	Río Guayuriba	Orinoco
Gutiérrez	Río Sumapaz y tributarios	Río Sumapaz	Magdalena
Pasca	Río Sumapaz y tributarios	Río Sumapaz	Magdalena
Arbeláez	Río Negro y río Sumapaz	Río Sumapaz	Magdalena
San Bernardo	Río Negro y río Sumapaz	Río Sumapaz	Magdalena
Venecia	Río Sumapaz	Río Sumapaz	Magdalena
Colombia (Huila)	Tributarios del río Sumapaz	Río Sumapaz	Magdalena
Acacías	Río Acacías	Río Meta	Orinoco
Guamal	Río Guamal	Río Meta	Orinoco
El Castillo	Río Ariari	Río Ariari	Orinoco
Lejanías	Río Ariari	Río Ariari	Orinoco
Mesetas	Río Güejar y río Guape	Río Ariari	Orinoco
La Uribe	Río Duda y río Guayabero	Río Guayabero	Orinoco

Fuente: Elaboración propia a partir de información IDEAM, cartografía IGAC escala 1:25.000 y POMCA vigente

La distribución de los sistemas hidrográficos asociados a las entidades territoriales refleja la complejidad fisiográfica e hidrológica del páramo. Mientras las localidades de Bogotá D.C. y los municipios localizados sobre la vertiente occidental presentan una relación predominante con los sistemas de los ríos Bogotá, Sumapaz y Cabrera, los municipios ubicados sobre la vertiente oriental mantienen una conexión funcional con las cuencas de los ríos Guayuriba, Ariari, Guape y Guayabero. Esta configuración evidencia la importancia regional del Páramo Cruz Verde Sumapaz como área generadora y reguladora de recursos hídricos para dos de las principales áreas hidrográficas del país.

Particularmente, la Localidad de Sumapaz constituye un caso singular dentro del área de estudio al presentar drenajes asociados tanto a la vertiente Magdalena como a la vertiente Orinoco, condición que refleja la complejidad hidrológica del Páramo Cruz Verde Sumapaz y su papel como divisoria regional de aguas.

Nota: La asignación de cuencas y sistemas hídricos corresponde a la relación predominante entre las áreas del complejo de páramos Cruz Verde–Sumapaz y los sistemas hidrográficos regionales identificados mediante cartografía oficial, información hidrográfica del IDEAM y los instrumentos de planificación vigentes. Debido a la complejidad fisiográfica del territorio, algunos municipios pueden presentar drenajes secundarios asociados a sistemas hidrográficos diferentes a los aquí señalados.

2.3.3.5 Sistemas hídricos estratégicos asociados al Páramo Cruz Verde Sumapaz

La funcionalidad hidrológica del Páramo Cruz Verde Sumapaz se soporta en un conjunto de sistemas fluviales que conectan las áreas de páramo y subpáramo con las cuencas regionales de las vertientes Magdalena y Orinoco. Estas corrientes nacen, en términos generales, entre los 3.100 y los 4.200 m s. n. m., configurando redes de drenaje de alta densidad que desempeñan funciones esenciales para la regulación hídrica, el abastecimiento de agua y la conectividad ecológica regional.

En la vertiente Magdalena, asociada a las subzonas hidrográficas río Bogotá (2120), río Sumapaz (2119) y río Cabrera (2114), destacan los sistemas de los ríos Bogotá, Tunjuelo, Teusacá, Soacha, Sumapaz y Cabrera. El río Sumapaz constituye uno de los principales ejes hidrográficos relacionados con el Páramo Cruz Verde Sumapaz y organiza gran parte de la red hídrica superficial de su sector occidental. Entre sus tributarios más representativos se encuentran los ríos Negro, Pilar, Cuja, Pagüey y Panches, los cuales contribuyen a la



conectividad hidrológica entre las áreas de alta montaña y las zonas medias y bajas de la cuenca.

El río Negro adquiere especial relevancia en los municipios de Arbeláez, San Bernardo, Fosca y Guayabetal, donde articula una parte importante de los drenajes superficiales asociados a la cordillera Oriental antes de integrarse a sistemas hidrográficos de mayor jerarquía. De igual manera, el río Sanamé constituye uno de los afluentes estratégicos asociados al sistema Negro–Guayuriba y representa un elemento importante de la conectividad hídrica en el municipio de Fosca.

En la vertiente Orinoco, asociada a las subzonas hidrográficas río Guayuriba (3502), río Ariari (3206), río Guape (3202) y río Guayabero Alto (3201), sobresalen los sistemas de los ríos Blanco, Negro, Guayuriba, Ariari, Guape, Güejar, Duda y Guayabero. Estas cuencas reciben aportes provenientes de los sectores orientales y surorientales del Páramo Cruz Verde Sumapaz y constituyen elementos estructurantes de la red hídrica regional del piedemonte llanero.

Los municipios de Mesetas y La Uribe presentan una especial relevancia dentro de esta vertiente debido a su relación simultánea con sistemas asociados a las cuencas Ariari y Guayabero. En particular, el río Papamene corresponde a uno de los cauces de mayor longitud identificados en el área de estudio y constituye un afluente importante del río Guayabero, favoreciendo la conectividad hídrica de los ecosistemas localizados en el sector suroriental del Páramo Cruz Verde Sumapaz.

El patrón de drenaje predominante corresponde a configuraciones dendríticas, características de territorios montañosos donde las corrientes superficiales se desarrollan sin controles estructurales dominantes. De manera local se presentan patrones paralelos y subparalelos asociados a las condiciones geomorfológicas y estructurales del relieve.

La configuración de esta red hídrica evidencia la estrecha relación existente entre los ecosistemas de páramo y la funcionalidad de las cuencas hidrográficas asociadas al complejo. La presencia de nacimientos, humedales, lagunas altoandinas y corrientes de cabecera contribuye al mantenimiento de procesos de regulación hídrica que soportan la oferta de agua, favorecen la conectividad ecológica y mantienen la funcionalidad hidrológica de las áreas hidrográficas Magdalena–Cauca y Orinoco.

2.3.3.6 Sistemas lagunares y cuerpos lénticos

Los ecosistemas de páramo y subpáramo asociados al Páramo Cruz Verde Sumapaz albergan una importante diversidad de cuerpos de agua lénticos conformados por lagunas altoandinas, humedales, turberas y embalses que desempeñan funciones relevantes para la regulación del régimen hídrico regional.

Entre los sistemas más representativos se encuentran las lagunas localizadas en los sectores de Sumapaz, Mesetas y La Uribe, así como los embalses de Chisacá y La Regadera, integrados al sistema de abastecimiento de agua potable de Bogotá D.C. Estos cuerpos de agua favorecen el almacenamiento temporal de recursos hídricos, contribuyen a la regulación de caudales y proporcionan hábitats estratégicos para especies de flora y fauna propias de los ecosistemas altoandinos (Figura 2-23).

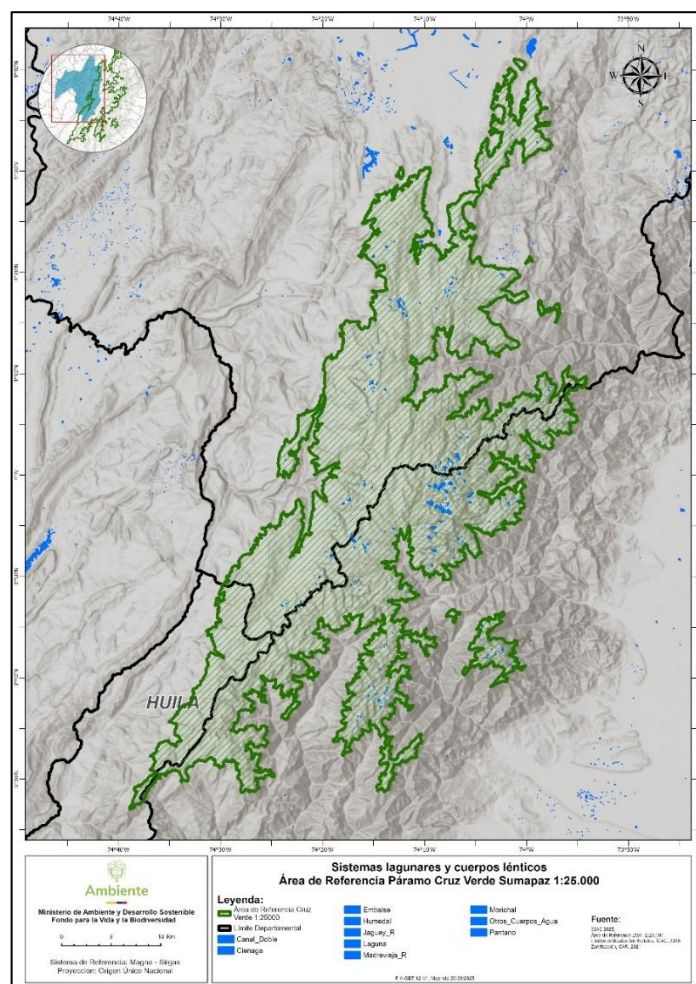


FIGURA 2-24 SISTEMAS LAGUNARES Y CUERPOS DE AGUA LÉNTICOS ASOCIADOS AL PÁRAMO CRUZ VERDE SUMAPAZ.

Fuente: IGAC, 2020

Adicionalmente, los humedales altoandinos y las turberas presentes en diferentes sectores del Páramo Cruz Verde Sumapaz desempeñan funciones complementarias de almacenamiento, retención y liberación gradual del agua, contribuyendo al mantenimiento de los caudales base de las corrientes superficiales asociadas a las siete subzonas hidrográficas analizadas.

La distribución y funcionalidad de estos sistemas lagunares constituye un componente fundamental de la estructura ecológica e hidrológica del páramo, complementando los procesos de regulación desarrollados por las corrientes superficiales y los ecosistemas terrestres asociados.

La información presentada en este capítulo permite comprender la estructura física y funcional de la red hídrica superficial asociada al Páramo Cruz Verde Sumapaz y constituye la base para el análisis de oferta hídrica, disponibilidad, uso del recurso, indicadores de estado y presión, servicios ecosistémicos y dependencia territorial desarrollado en los capítulos siguientes.

2.3.3.7 Oferta, disponibilidad y uso del recurso hídrico en las subzonas hidrográficas asociadas páramo Cruz Verde Sumapaz

Contexto hidroclimático de las subzonas hidrográficas asociadas al Páramo Cruz Verde Sumapaz

La disponibilidad de recursos hídricos en el páramo Cruz Verde Sumapaz se encuentra condicionada por la interacción entre factores climáticos, geomorfológicos y ecológicos que determinan la generación de escorrentía superficial y los procesos de almacenamiento y regulación presentes en las áreas de alta montaña. Debido a su ubicación sobre la cordillera Oriental, el páramo influye sobre cuencas hidrográficas pertenecientes tanto al área hidrográfica Magdalena–Cauca como al área hidrográfica Orinoco, las cuales presentan diferencias significativas en sus condiciones hidroclimáticas.

Las subzonas hidrográficas asociadas al Alto Magdalena presentan, en términos generales, menores valores de precipitación efectiva y rendimiento hídrico respecto a las cuencas de la vertiente oriental. Por el contrario, las subzonas hidrográficas vinculadas al área hidrográfica Orinoco registran mayores aportes de precipitación y mayores niveles de escorrentía superficial, favoreciendo una mayor disponibilidad relativa del recurso hídrico.

Estas diferencias condicionan el comportamiento hidrológico de las siete subzonas hidrográficas asociadas al Páramo Cruz Verde Sumapaz y constituyen un elemento

fundamental para comprender las dinámicas de oferta, disponibilidad y presión sobre el recurso hídrico analizadas en los apartados siguientes.

Oferta hídrica superficial

La oferta hídrica superficial corresponde al volumen total de agua generado por los procesos naturales de precipitación, escorrentía y regulación presentes en una cuenca hidrográfica. De acuerdo con el Estudio Nacional del Agua – ENA 2022, las áreas hidrográficas Magdalena–Cauca y Orinoco presentan comportamientos diferenciados en términos de generación de recursos hídricos, asociados principalmente a las condiciones climáticas y fisiográficas de cada región (Tabla 2-22).

TABLA 2-22 OFERTA HÍDRICA SUPERFICIAL POR ÁREA HIDROGRÁFICA.

Área hidrográfica	Área (km ²)	Escorrentía (mm)	Oferta total (Mm ³)	Caudal medio (m ³ /s)	Rendimiento (l/s/km ²)
Magdalena-Cauca	270.872	975	263.986	8.371	30,9
Orinoco	346.099	1.504	520.507	16.505	47,7

Fuente: IDEAM. ENA 2022.

La información del ENA 2022 evidencia diferencias significativas entre las dos áreas hidrográficas relacionadas con el Páramo Cruz Verde Sumapaz. Mientras el área hidrográfica Magdalena–Cauca registra una escorrentía media de 975 mm y un rendimiento hídrico de 30,9 l/s/km², el área hidrográfica Orinoco presenta una escorrentía media de 1.504 mm y un rendimiento hídrico de 47,7 l/s/km². Estos resultados indican que las cuencas asociadas a la vertiente oriental generan mayores volúmenes de agua por unidad de superficie y presentan condiciones más favorables de oferta hídrica superficial.

El ENA 2022 identifica al Alto Magdalena como una de las regiones con menores niveles de escorrentía del país, registrando en algunos sectores valores inferiores a 500 mm anuales. Esta condición resalta la importancia de los ecosistemas de páramo y subpáramo como elementos fundamentales para el almacenamiento temporal y la regulación de los recursos hídricos que abastecen las subzonas hidrográficas río Cabrera (2114), río Sumapaz (2119) y río Bogotá (2120).

Adicionalmente, la cuenca del río Sumapaz cuenta con agua subterránea como componente complementario de la oferta hídrica total. El POMCA del río Sumapaz identifica tres sistemas acuíferos principales: Valle del Río Magdalena, Honda y Grupo Guadalupe, cuyas áreas de recarga se encuentran estrechamente relacionadas con los ecosistemas de alta montaña presentes en el complejo de páramos que conforman el Páramo Cruz Verde Sumapaz.

Nota: Aunque las subzonas hidrográficas asociadas al área hidrográfica Orinoco presentan mayores niveles de oferta y disponibilidad hídrica, el análisis de demanda muestra que el sector agrícola constituye el principal usuario del recurso en todas las subzonas hidrográficas relacionadas con el complejo Cruz Verde–Sumapaz.

Variabilidad hidrológica y climática

La disponibilidad de agua en las subzonas hidrográficas asociadas al Páramo Cruz Verde Sumapaz presenta variaciones temporales relacionadas con los ciclos climáticos y la ocurrencia de fenómenos de variabilidad interanual, particularmente aquellos asociados a los fenómenos El Niño y La Niña.

Las cuencas pertenecientes al Alto Magdalena presentan un régimen hidrológico bimodal caracterizado por dos períodos lluviosos y dos períodos relativamente secos durante el año. Por su parte, las cuencas asociadas al área hidrográfica Orinoco presentan un comportamiento predominantemente monomodal, asociado a los regímenes climáticos del piedemonte llanero.

De acuerdo con el ENA (2022), el área hidrográfica Magdalena–Cauca registra una alta variabilidad hidrológica, alcanzando incrementos de escurrimiento cercanos al 50 % durante años húmedos y reducciones de aproximadamente el 21 % durante años secos. Estas condiciones generan fluctuaciones significativas en la disponibilidad hídrica regional y aumentan la importancia de los ecosistemas reguladores presentes en las zonas de alta montaña.

Durante períodos secos se presentan reducciones significativas en los caudales superficiales, particularmente en las cuencas con mayores niveles de demanda y presión sobre el recurso. En contraste, durante períodos húmedos se incrementa la disponibilidad hídrica y la capacidad de almacenamiento de los sistemas naturales asociados a las áreas de páramo y subpáramo.

El análisis de eventos históricos de sequía realizado por el IDEAM para el período 1983–2020 evidencia una recurrencia importante de fenómenos asociados al déficit hídrico en los departamentos vinculados al Páramo Cruz Verde Sumapaz. El Meta registró 714 eventos identificados, ubicándose entre los departamentos con mayor incidencia nacional, mientras que Tolima, Cundinamarca y Huila registraron 537, 484 y 427 eventos respectivamente. Estos resultados evidencian la importancia de los ecosistemas de páramo, humedales altoandinos y turberas como mecanismos naturales de amortiguación frente a escenarios de variabilidad climática extrema.

Oferta hídrica disponible

La oferta hídrica disponible (OHD) corresponde al volumen de agua potencialmente utilizable para los diferentes usos antrópicos una vez descontados los requerimientos mínimos necesarios para el mantenimiento de los ecosistemas acuáticos y la funcionalidad ecológica de las cuencas. (Tabla 2-23).

TABLA 2-23 OFERTA HÍDRICA SUPERFICIAL Y DISPONIBLE POR ÁREA HIDROGRÁFICA

Área hidrográfica	OHD año medio (Mm³)	OHD como % de OHTS
Magdalena–Cauca	151.014	57,20%
Orinoco	379.896	73,00%

Fuente: IDEAM. ENA 2022. Período de referencia: 1991-2020.

La diferencia observada entre ambas áreas hidrográficas refleja condiciones contrastantes de disponibilidad del recurso. Mientras el área hidrográfica Orinoco conserva cerca de tres cuartas partes de su oferta hídrica total como oferta disponible, el área hidrográfica Magdalena–Cauca dispone de poco más de la mitad de los recursos generados naturalmente. Esta situación evidencia una mayor presión relativa sobre el recurso hídrico en las subzonas asociadas al Alto Magdalena, particularmente en las cuencas de los ríos Bogotá y Sumapaz.

Las diferencias en disponibilidad responden tanto a factores naturales como a las demandas existentes sobre el recurso. En consecuencia, las subzonas hidrográficas asociadas al área hidrográfica Magdalena–Cauca presentan una mayor sensibilidad frente a escenarios de disminución de caudales o incremento de las demandas sectoriales. Para el caso de las subzonas hidrográficas se presenta la siguiente (Tabla 2-24).

TABLA 2-24 OFERTA HÍDRICA SUPERFICIAL Y DISPONIBLE POR SUBZONA HIDROGRÁFICA

Código SZH	Subzona hidrográfica	Área (km²)	Oferta hídrica total superficial — OHTS (Mm³)		Oferta hídrica disponible — OHD (Mm³)	
			Año medio	Año seco	Año medio	Año seco
2114	Río Cabrera	4.693	3.937	1.342	2.231	551
2119	Río Sumapaz	1.564	810	225	309	55
2120	Río Bogotá	9.596	2.389	631	176	23
3201	Río Guayabero Alto	9.862	15.567	7.085	11.021	4.528
3202	Río Guape	5.840	9.595	4.312	6.789	2.754

Código SZH	Subzona hidrográfica	Área (km ²)	Oferta hídrica total superficial — OHTS (Mm ³)		Oferta hídrica disponible — OHD (Mm ³)	
3206	Río Ariari	11.472	16.302	7.038	11.548	4.485
3502	Río Guayuriba	3.801	4.989	1.845	3.366	1.078

Fuente: IDEAM. ENA 2022. Período de referencia: 1991-2020.

De acuerdo con la anterior tabla, se puede concluir lo siguiente:

- Vertiente Magdalena (2114, 2119, 2120). Las tres cuencas tienen escorrentía baja y oferta limitada. El Río Bogotá es el caso más crítico del país: con apenas 176 Mm³ disponibles en año medio y 23 Mm³ en año seco. El Río Sumapaz está en el límite en año seco (55 Mm³ disponibles). Solo el Río Cabrera tiene margen razonable gracias a su mayor área y escorrentía. Las tres tienen regulación baja a moderada, lo que hace al páramo indispensable para sostener caudales base.
- Vertiente Orinoco (3201, 3202, 3206, 3502). Las cuatro cuencas tienen escorrentía alta (1.300–1.600 mm/año), oferta abundante y presión mínima sobre el recurso. Guayabero Alto y Ariari superan los 11.000 Mm³ disponibles en año medio. La regulación es moderada en todas, con la OHD representando entre el 68% y 72% de la OHTS total.

La lectura de conjunto es que el Páramo Cruz Verde Sumapaz regula simultáneamente cuencas en emergencia hídrica (Bogotá, Sumapaz) y cuencas con abundancia relativa (piedemonte llanero), lo que lo convierte en un activo estratégico de escala nacional que no tiene sustituto con infraestructura artificial en el corto plazo.

Demanda y usos del recurso hídrico

La demanda hídrica en el área de influencia del Páramo Cruz Verde Sumapaz se encuentra asociada principalmente al abastecimiento de población, las actividades agropecuarias, los usos industriales, los servicios y otros usos productivos.

Las mayores demandas se concentran en las subzonas hidrográficas asociadas a los ríos Bogotá y Sumapaz, donde se localizan importantes centros poblados y actividades económicas de escala regional. Bogotá D.C. y Cundinamarca figuran entre los territorios con mayores demandas domésticas y de servicios del país, situación que se refleja particularmente en las cuencas asociadas a las subzonas hidrográficas 2120 y 2119.

Por su parte, las subzonas hidrográficas asociadas a la vertiente Orinoco presentan menores niveles relativos de presión debido a una menor densidad poblacional y mayores niveles de disponibilidad hídrica. No obstante, la expansión de actividades agropecuarias, infraestructura y cambios en el uso del suelo representan factores que podrían incrementar progresivamente la demanda de agua en estas cuencas (Tabla 2-25).

TABLA 2-25 DEMANDA HÍDRICA POR SECTORES Y SUBZONAS HIDROGRÁFICAS ASOCIADAS AL PÁRAMO CRUZ VERDE SUMAPAZ.

Subzona Hidrográfica	Área hidrográfica	Sector dominante	Participación sector dominante	Segundo sector	Fuente
2114 – Río Cabrera	Magdalena–Cauca	Agrícola	39%	Energía (28%)	ENA 2022
2119 – Río Sumapaz	Magdalena–Cauca	Agrícola	75%	Industrial (16%)	POMCA 2017
2120 – Río Bogotá	Magdalena–Cauca	Agrícola	39%	Energía (28%)	ENA 2022
3201 – Río Guayabero Alto	Orinoco	Agrícola	>55%	Energía / Piscícola	ENA 2022
3202 – Río Guapé	Orinoco	Agrícola	>55%	Pecuario (11%)	ENA 2022
3206 – Río Ariari	Orinoco	Agrícola	>55%	Pecuario (11%)	ENA 2022
3502 – Río Guayuriba	Orinoco	Agrícola	>55%	Pecuario (11%)	ENA 2022

Fuente: IDEAM, ENA 2022, Tabla 49 y distribución porcentual por área hidrográfica. Los porcentajes para las SZH del Orinoco corresponden al promedio del área hidrográfica; los valores específicos por SZH se presentan en el Anexo 2 del ENA 2022.

La distribución sectorial de la demanda hídrica evidencia un predominio de las actividades agropecuarias en todas las subzonas hidrográficas asociadas al Páramo Cruz Verde Sumapaz. El sector agrícola constituye el principal usuario del recurso hídrico tanto en las subzonas hidrográficas del Alto Magdalena como en aquellas asociadas a la vertiente Orinoco, alcanzando participaciones superiores al 55 % en las cuencas del Meta y hasta el 75 % de la demanda total en la subzona hidrográfica del río Sumapaz.

En las subzonas hidrográficas pertenecientes al área hidrográfica Magdalena–Cauca se observa una mayor diversificación de los usos del agua. En los ríos Cabrera y Bogotá, el sector energético representa el segundo componente más importante de la demanda, con

participaciones cercanas al 28 %, mientras que en la cuenca del río Sumapaz el sector industrial alcanza aproximadamente el 16 % de la demanda total reportada por el POMCA.

Por su parte, las subzonas hidrográficas asociadas al área hidrográfica Orinoco presentan una estructura de demanda dominada por las actividades agrícolas, complementadas por usos pecuarios, energéticos y piscícolas. Esta situación refleja las características productivas predominantes del piedemonte llanero y la importancia del recurso hídrico para el desarrollo de actividades agropecuarias regionales.

Los resultados permiten concluir que las actividades agrícolas constituyen el principal factor de demanda hídrica en las siete subzonas hidrográficas analizadas. En consecuencia, las estrategias de gestión integral del recurso hídrico y las acciones orientadas a la conservación de los ecosistemas de páramo adquieren especial relevancia para garantizar la sostenibilidad de los sistemas productivos que dependen de los recursos hídricos generados y regulados por el Páramo Cruz Verde Sumapaz.

Balance general de la oferta y la demanda

El análisis integrado de la oferta hídrica, la disponibilidad y los patrones de demanda evidencia comportamientos contrastantes entre las vertientes Magdalena y Orinoco asociadas al Páramo Cruz Verde Sumapaz. Mientras las subzonas hidrográficas del Alto Magdalena presentan menores niveles de escorrentía, una disponibilidad efectiva más limitada y mayores presiones derivadas de la concentración poblacional y económica, las subzonas asociadas al área hidrográfica Orinoco registran mayores rendimientos hídricos y menores niveles relativos de presión sobre el recurso.

Las diferencias observadas entre ambas áreas hidrográficas reflejan condiciones particulares de gestión del recurso hídrico. En las subzonas hidrográficas río Bogotá (2120), río Sumapaz (2119) y río Cabrera (2114), la combinación de mayores demandas sectoriales y menores niveles relativos de disponibilidad incrementa la importancia de los procesos de regulación natural desarrollados en los ecosistemas de páramo y subpáramo. Por su parte, las subzonas hidrográficas asociadas a la vertiente Orinoco presentan condiciones más favorables de oferta y disponibilidad hídrica, aunque con una fuerte dependencia de las actividades agropecuarias que constituyen el principal uso del recurso en estas cuencas.

En las siete subzonas hidrográficas analizadas, el sector agrícola se identifica como el principal demandante del recurso hídrico, alcanzando participaciones superiores al 55 % en las cuencas asociadas al área hidrográfica Orinoco y hasta el 75 % de la demanda total en la subzona hidrográfica del río Sumapaz. Esta condición resalta la importancia de



promover estrategias de uso eficiente del agua y fortalecer los procesos de conservación de los ecosistemas que sustentan la oferta hídrica regional.

2.3.3.8 Índices de estado y presión del recurso hídrico

Consideraciones generales

La evaluación de las condiciones del recurso hídrico asociadas al Páramo Cruz Verde Sumapaz se realizó a partir de los principales indicadores oficiales desarrollados por el IDEAM en el Estudio Nacional del Agua – ENA 2022 y de los análisis de calidad del agua contenidos en el POMCA del río Sumapaz. Estos indicadores permiten evaluar las condiciones de disponibilidad, presión, regulación, vulnerabilidad y calidad del recurso hídrico en las subzonas hidrográficas asociadas al páramo, aportando elementos para comprender la relación entre los ecosistemas de páramo y la sostenibilidad de los servicios hídricos regionales.

Los indicadores analizados corresponden al Índice de Aridez (IA), Índice de Uso del Agua (IUA), Índice de Regulación Hídrica (IRH), Índice de Vulnerabilidad al Desabastecimiento Hídrico (IVDH), Índice de Calidad del Agua (ICA) e Índice de Alteración Potencial de la Calidad del Agua (IACAL), los cuales constituyen referentes técnicos utilizados por el IDEAM para la evaluación integral del recurso hídrico a escala nacional y regional.

Índice de Aridez IA

El Índice de Aridez (IA) expresa la relación entre la oferta atmosférica de agua y la demanda potencial generada por las condiciones climáticas. Este indicador permite identificar territorios con mayores restricciones naturales para la disponibilidad hídrica y constituye un referente para la evaluación de escenarios de estrés hídrico asociados a la variabilidad climática.

De acuerdo con el ENA 2022, las subzonas hidrográficas localizadas en el área hidrográfica Magdalena–Cauca presentan condiciones de aridez relativamente superiores a las observadas en las cuencas asociadas a la vertiente Orinoco. Esta situación se relaciona con menores niveles de precipitación efectiva y mayores demandas atmosféricas de agua, particularmente en sectores del Alto Magdalena donde la escorrentía anual puede registrar valores inferiores a 500 mm.

Las condiciones de aridez identificadas para las subzonas hidrográficas del Alto Magdalena resaltan la importancia de los ecosistemas de páramo y subpáramo como elementos que

contribuyen a amortiguar los efectos de la variabilidad climática y sostener la disponibilidad hídrica durante períodos secos (Tabla 2-26).

TABLA 2-26 ÍNDICE DE ARIDEZ PARA EL PÁRAMO CRUZ VERDE SUMAPAZ

SZH / Cuenca	Categoría IA	Observación ENA 2022
Río Bogotá (2120)	Moderado a deficitario (0,40–0,49)	El ENA 2022 señala déficit en partes altas de cordilleras alrededor de Bogotá y Tunja
Río Sumapaz (2119)	Moderado (0,30–0,39)	Transición zona altoandina–cuenca del Magdalena
Río Cabrera (2114)	Moderado a excedentes (0,20–0,29)	Cuenca media con mejores condiciones de humedad
Vertiente Orinoco (Río Guayabero Alto Río Guape Río Ariari Río Guayuriba)	Excedentes a altos excedentes (<0,20)	El área Orinoco supera el 70% de su territorio en altos excedentes

Fuente: IDEAM. ENA 2022, Figura 12 y Tabla 9. Mapa nacional multianual del Índice de Aridez y categorías de clasificación.

Índice de Uso del Agua (IUA)

El Índice de Uso del Agua (IUA) expresa la relación existente entre la demanda hídrica y la oferta hídrica disponible, permitiendo identificar el nivel de presión ejercido por las actividades humanas sobre el recurso hídrico.

El ENA 2022 reporta que el área hidrográfica Magdalena–Cauca concentra una proporción significativa de las subzonas hidrográficas del país clasificadas en categorías críticas de uso del agua durante condiciones de año seco. Dentro del área de influencia del Páramo Cruz Verde Sumapaz, la subzona hidrográfica río Bogotá (2120) se clasifica en categoría Muy Alta y la subzona hidrográfica río Sumapaz (2119) en categoría Alta, reflejando la combinación de elevadas demandas y una disponibilidad relativamente limitada.

Por el contrario, las subzonas hidrográficas río Guayabero Alto (3201), río Guape (3202), río Ariari (3206) y río Guayuriba (3502) presentan menores niveles relativos de presión debido a la mayor disponibilidad hídrica existente en la vertiente Orinoco. (Tabla 2-27; **Error! No se encuentra el origen de la referencia.**).

TABLA 2-27 ÍNDICE DE USO DEL AGUA (IUA) POR SUBZONA HIDROGRÁFICA ASOCIADA AL PÁRAMO CRUZ VERDE
SUMAPAZ

SZH	Nombre de la subzona hidrográfica	Área hidrográfica	IUA año medio	IUA año seco	Categoría año medio	Categoría año seco
2120	Río Bogotá	Magdalena–Cauca	> 50	> 100	Muy Alta	Crítica
2119	Río Sumapaz	Magdalena–Cauca	20–50	20–50	Alta	Alta
2114	Río Cabrera	Magdalena–Cauca	1–10	10–20	Baja	Moderada
3206	Río Ariari	Orinoco	1–10	10–20	Baja	Moderada
3502	Río Guayuriba	Orinoco	< 1	1–10	Muy Baja	Baja
3201	Río Guayabero Alto	Orinoco	< 1	1–10	Muy Baja	Baja
3202	Río Guape	Orinoco	< 1	1–10	Muy Baja	Baja

Fuente: IDEAM, Estudio Nacional del Agua – ENA 2022. Tablas 56, 101 y 102. Para las subzonas hidrográficas río Bogotá (2120) y río Sumapaz (2119), las categorías corresponden a los resultados reportados explícitamente en el análisis integrado del ENA 2022. Para las demás subzonas, las categorías se establecen con base en la distribución regional de indicadores reportada para las áreas hidrográficas Magdalena–Cauca y Orinoco y deberán verificarse con los valores específicos contenidos en el Anexo 2 del ENA 2022.

Los resultados del Índice de Uso del Agua evidencian diferencias significativas entre las subzonas hidrográficas asociadas a las vertientes Magdalena y Orinoco. Las mayores presiones sobre el recurso hídrico se concentran en las subzonas río Bogotá (2120) y río Sumapaz (2119), localizadas en el Alto Magdalena. En particular, la subzona hidrográfica río Bogotá alcanza categoría Crítica durante condiciones de año seco, lo que indica que la demanda puede superar la oferta hídrica disponible, configurando escenarios de alta susceptibilidad frente a períodos de déficit hídrico.

La subzona hidrográfica río Sumapaz presenta categoría Alta tanto en año medio como en año seco, reflejando una presión significativa sobre el recurso hídrico que se mantiene incluso bajo condiciones hidrológicas normales. Esta situación resulta consistente con la importancia de la cuenca para el abastecimiento de poblaciones, actividades agropecuarias, usos industriales y servicios localizados en la región central del país.

Por su parte, las subzonas hidrográficas asociadas a la vertiente Orinoco presentan categorías entre Muy Baja, Baja y Moderada, asociadas a una mayor disponibilidad hídrica y menores niveles relativos de demanda. No obstante, el predominio de las actividades agropecuarias como principal uso del agua en las cuencas Ariari, Guape, Guayabero Alto y

Guayuriba evidencia la necesidad de fortalecer estrategias de gestión preventiva orientadas al uso eficiente del recurso y a la conservación de las áreas generadoras de agua.

En conjunto, los resultados del IUA muestran que las mayores presiones sobre el recurso hídrico dentro del área de influencia del Páramo Cruz Verde Sumapaz se concentran en las subzonas hidrográficas del Alto Magdalena, reforzando la importancia de los ecosistemas de páramo y subpáramo como soporte de la oferta hídrica regional y como elemento fundamental para reducir la vulnerabilidad frente a escenarios de escasez.

Índice de Regulación Hídrica (IRH)

El Índice de Regulación Hídrica (IRH) evalúa la capacidad de una cuenca para almacenar agua durante períodos húmedos y liberarla gradualmente durante períodos secos. Este indicador constituye una medida indirecta de la estabilidad del régimen hidrológico y de la capacidad natural de regulación desarrollada por los ecosistemas presentes en una cuenca.

El ENA 2022 reporta que aproximadamente el 82,2 % del área hidrográfica Orinoco presenta categorías de regulación alta y muy alta, mientras que en el área hidrográfica Magdalena–Cauca esta condición corresponde al 47,6 % del territorio. Adicionalmente, cerca del 10,2 % del área Magdalena–Cauca presenta regulación moderada.

Dentro de este contexto, la cuenca del río Sumapaz ha sido identificada como una de las subzonas hidrográficas con regulación moderada dentro del Alto Magdalena, situación que resalta la importancia de los ecosistemas de páramo, humedales y bosques altoandinos para mantener la estabilidad de los caudales y reducir la vulnerabilidad frente a períodos de déficit hídrico. (Tabla 2-28).

TABLA 2-28 ÍNDICE DE REGULACIÓN HÍDRICA (IRH) POR SUBZONA HIDROGRÁFICA ASOCIADA PÁRAMO CRUZ VERDE SUMAPAZ

SZH	Nombre de la subzona hidrográfica	Área hidrográfica	Vertiente	IRH estimado	Categoría
2120	Río Bogotá	Magdalena–Cauca	Magdalena	0,75 – 0,85	Alta
2119	Río Sumapaz	Magdalena–Cauca	Magdalena	0,60 – 0,68	Moderada
2114	Río Cabrera	Magdalena–Cauca	Magdalena	0,60 – 0,68	Moderada a Baja
3206	Río Ariari	Orinoco	Orinoco	0,65 –	Moderada

SZH	Nombre de la subzona hidrográfica	Área hidrográfica	Vertiente	IRH estimado	Categoría
				0,75	
3201	Río Guayabero Alto	Orinoco	Orinoco	0,65 – 0,75	Moderada
3202	Río Guape	Orinoco	Orinoco	0,65 – 0,75	Moderada
3502	Río Guayuriba	Orinoco	Orinoco	0,65 – 0,75	Moderada

Fuente: IDEAM, Estudio Nacional del Agua – ENA 2022 (Tabla 10, Figura 16 y sección 3.1.1.2); CAR–CORTOLIMA, POMCA río Sumapaz, Tablas 3.6.122 y 3.6.123 (2017). Los valores específicos por subzona hidrográfica deberán verificarse en el Anexo 2 del ENA 2022.

El Índice de Regulación Hídrica (IRH) permite evaluar la capacidad de una cuenca para almacenar agua durante los períodos de mayor precipitación y liberarla gradualmente durante las épocas secas. Este indicador constituye una medida indirecta de la estabilidad del régimen hidrológico y de la capacidad natural de regulación desarrollada por los ecosistemas presentes en una cuenca (Tabla 2-29).

TABLA 2-29 RANGOS DE INTERPRETACIÓN DEL ÍNDICE DE REGULACIÓN HÍDRICA (IRH)

Categoría	Rango IRH	Interpretación
Muy Alta	> 0,85	Retención y regulación muy alta; elevada estabilidad hidrológica
Alta	0,75 – 0,85	Buena capacidad de almacenamiento y regulación
Moderada	0,65 – 0,75	Capacidad media de regulación; variaciones estacionales perceptibles
Baja	0,50 – 0,65	Baja capacidad de retención; mayor sensibilidad a períodos secos
Muy Baja	< 0,50	Muy baja capacidad de regulación; alta vulnerabilidad al desabastecimiento

Fuente: IDEAM, Estudio Nacional del Agua – ENA 2022 (Tabla 10, Figura 16 y sección 3.1.1.2); CAR–CORTOLIMA, POMCA río Sumapaz, Tablas 3.6.122 y 3.6.123 (2017). Los valores específicos por subzona hidrográfica deberán verificarse en el Anexo 2 del ENA 2022.

Los resultados evidencian que las subzonas hidrográficas asociadas al Páramo Cruz Verde Sumapaz presentan, en términos generales, capacidades de regulación entre moderadas y altas. La subzona hidrográfica río Bogotá (2120) registra las condiciones más favorables, asociadas tanto a la presencia de ecosistemas estratégicos de alta montaña como a la existencia de sistemas de almacenamiento y regulación hídrica que contribuyen a estabilizar los caudales.

Por su parte, la subzona hidrográfica río Sumapaz (2119) presenta una categoría de regulación moderada, resultado consistente tanto con el ENA 2022 como con los análisis desarrollados en el POMCA del río Sumapaz, donde las subcuencas evaluadas registran valores promedio cercanos a 0,61. Esta condición indica una capacidad intermedia de almacenamiento y regulación, suficiente para sostener parcialmente los caudales durante períodos secos, aunque susceptible a alteraciones derivadas de cambios en la cobertura vegetal y el uso del suelo.

Las subzonas hidrográficas asociadas a la vertiente Orinoco presentan categorías predominantemente moderadas, reflejando la capacidad de los ecosistemas de páramo, subpáramo, humedales altoandinos y bosques altoandinos para contribuir a la regulación de los flujos hídricos que alimentan las cuencas del río Meta. En estas áreas, la regulación hídrica depende en gran medida del mantenimiento de la integridad ecológica de las zonas de cabecera y de los procesos naturales de almacenamiento desarrollados por los suelos orgánicos y sistemas húmedos de alta montaña.

En conjunto, los resultados del IRH evidencian que los ecosistemas asociados al Páramo Cruz Verde Sumapaz desempeñan un papel fundamental en la regulación del régimen hidrológico regional. La capacidad de almacenamiento y liberación gradual del agua contribuye a reducir la variabilidad de los caudales, mantener la disponibilidad hídrica durante períodos secos y disminuir la vulnerabilidad de las cuencas frente a eventos climáticos extremos.

Índice de Vulnerabilidad Hídrica al Desabastecimiento Hídrico (IVDH)

El Índice de Vulnerabilidad al Desabastecimiento Hídrico (IVDH) integra la información asociada a la presión sobre el recurso hídrico y a la capacidad de regulación de las cuencas, permitiendo estimar su susceptibilidad frente a posibles escenarios de escasez de agua. Este indicador relaciona los resultados del Índice de Uso del Agua (IUA) y del Índice de Regulación Hídrica (IRH), de manera que niveles elevados de demanda combinados con capacidades limitadas de regulación se traducen en mayores condiciones de vulnerabilidad.

La distribución del IVDH en las subzonas hidrográficas asociadas al Páramo Cruz Verde Sumapaz presenta un comportamiento consistente con los resultados obtenidos para los indicadores previamente analizados. Las mayores condiciones de vulnerabilidad se concentran en las subzonas hidrográficas pertenecientes al área hidrográfica Magdalena–Cauca, mientras que las subzonas de la vertiente Orinoco presentan condiciones relativamente más favorables asociadas a mayores niveles de disponibilidad hídrica y menores presiones sobre el recurso.

La subzona hidrográfica río Bogotá (2120) se identifica entre las cuencas con mayores condiciones de vulnerabilidad al desabastecimiento a nivel nacional. Esta situación responde a la combinación de una demanda que alcanza categorías críticas de uso del agua durante condiciones de año seco y una alta dependencia de los sistemas de regulación natural y artificial que soportan el abastecimiento regional. En esta cuenca, los potenciales impactos asociados a escenarios de escasez hídrica adquieren especial relevancia debido a la magnitud de la población y de las actividades económicas que dependen de sus recursos hídricos.

Por su parte, la subzona hidrográfica río Sumapaz (2119) presenta condiciones de vulnerabilidad alta, asociadas a la combinación de un IUA clasificado en categoría alta y una capacidad de regulación moderada. Los resultados del POMCA del río Sumapaz evidencian que durante condiciones de año seco una proporción significativa de sus subcuencas presenta elevados niveles de presión sobre la oferta hídrica disponible, situación que incrementa la susceptibilidad frente a escenarios de déficit hídrico.

La subzona hidrográfica río Cabrera (2114) registra condiciones intermedias de vulnerabilidad, coherentes con los niveles de demanda y regulación identificados para esta cuenca. Aunque las presiones sobre el recurso son menores en comparación con las observadas en las cuencas de los ríos Bogotá y Sumapaz, la capacidad de regulación limitada en algunos sectores incrementa la sensibilidad frente a períodos prolongados de reducción de caudales.

En la vertiente Orinoco, las subzonas hidrográficas río Ariari (3206), río Guayuriba (3502), río Guape (3202) y río Guayabero Alto (3201) presentan condiciones de vulnerabilidad baja a media. Estas cuencas se benefician de una mayor oferta hídrica y de menores niveles relativos de presión sobre el recurso. Sin embargo, el predominio de actividades agropecuarias como principal uso del agua constituye un factor que deberá ser considerado en los procesos de planificación y gestión futura del recurso hídrico. (Tabla 2-30).

TABLA 2-30 ÍNDICE DE VULNERABILIDAD HÍDRICA AL DESABASTECIMIENTO HÍDRICO (IVDH) POR SUBZONA HIDROGRÁFICA ASOCIADA AL PÁRAMO CRUZ VERDE SUMAPAZ

SZH	Nombre	Área hidrográfica	Vertiente	IVDH estimado	Categoría	Soporte
2120	Río Bogotá	Magdalena–Cauca	Magdalena	Alto	Muy Alta	ENA 2022, §3.6.10

2119	Río Sumapaz	Magdalena–Cauca	Magdalena	Moderado–Alto	Alta	ENA 2022, Tabla 102; POMCA río Sumapaz (2017)
2114	Río Cabrera	Magdalena–Cauca	Magdalena	Moderado	Media	Análisis integrado ENA 2022
3206	Río Ariari	Orinoco	Orinoco	Bajo–Moderado	Media	ENA 2022
3502	Río Guayuriba	Orinoco	Orinoco	Bajo	Baja	ENA 2022
3202	Río Guape	Orinoco	Orinoco	Bajo	Baja	ENA 2022
3201	Río Guayabero Alto	Orinoco	Orinoco	Bajo	Baja	ENA 2022

Fuente: IDEAM, Estudio Nacional del Agua – ENA 2022; CAR–CORTOLIMA, POMCA río Sumapaz (2017). Los valores específicos por subzona hidrográfica se encuentran en el Anexo 2 del ENA 2022.

Los resultados evidencian que la vulnerabilidad al desabastecimiento no depende exclusivamente de la disponibilidad del recurso hídrico, sino de la interacción entre la oferta disponible, la intensidad de uso y la capacidad de regulación de las cuencas. En las subzonas hidrográficas del Alto Magdalena, la combinación de demandas elevadas y capacidades de regulación moderadas genera condiciones de mayor susceptibilidad frente a eventos de sequía y escenarios de variabilidad climática.

En este contexto, los ecosistemas de páramo, subpáramo, humedales y bosques altoandinos asociados al Páramo Cruz Verde Sumapaz desempeñan una función estratégica en la reducción de la vulnerabilidad al desabastecimiento, al contribuir al almacenamiento, regulación y liberación gradual de los recursos hídricos que abastecen las cuencas de ambas vertientes hidrográficas.

Índice de Calidad del Agua (ICA) e Índice de Alteración Potencial de la Calidad del Agua (IACAL)

La calidad del agua en las corrientes asociadas Páramo Cruz Verde Sumapaz fue evaluada en el marco del POMCA del río Sumapaz mediante la aplicación del Índice de Calidad del Agua (ICA) y del Índice de Alteración Potencial de la Calidad del Agua (IACAL). Los análisis se desarrollaron a partir de campañas de monitoreo realizadas entre 2014 y 2018 en diferentes condiciones hidrológicas (época húmeda, media–húmeda y seca), incluyendo



45 puntos de monitoreo distribuidos en la corriente principal y en los principales afluentes de la subzona hidrográfica río Sumapaz (2119).

Índice de Calidad de Agua (ICA)

Los resultados del ICA evidencian un patrón espacial asociado al gradiente altitudinal y al nivel de intervención del territorio. En términos generales, las mejores condiciones de calidad se registran en las zonas de cabecera vinculadas a ecosistemas de páramo, subpáramo y bosque altoandino, mientras que las condiciones tienden a deteriorarse progresivamente hacia los sectores medios y bajos de la cuenca, donde se concentra una mayor intensidad de uso del suelo y de actividades productivas.

En las zonas de nacimiento y conservación, los valores del ICA se ubican predominantemente en categorías entre aceptable y regular para los distintos escenarios hidrológicos evaluados. Dentro de estos sectores destaca la zona de conservación del Alto Sumapaz, donde no se identificaron incumplimientos de los criterios de calidad evaluados, constituyéndose en uno de los sectores con mejores condiciones ambientales de la cuenca.

En los principales afluentes se observa una tendencia general de calidad entre regular y aceptable, con disminución gradual hacia las desembocaduras en aquellas subcuencas sometidas a mayores niveles de intervención. Los ríos San Juan, Pilar y Quebrada Negra presentan incumplimientos puntuales asociados a concentraciones de hierro (Fe), parámetro que el POMCA identifica como una característica natural de la cuenca y no necesariamente relacionada con procesos de contaminación antrópica.

Por su parte, en los ríos Negro y Cuja se registran incumplimientos asociados principalmente a coliformes totales y fecales, incluso en algunos sectores de conservación, lo que evidencia la influencia de actividades pecuarias y procesos de escorrentía superficial. Las condiciones más desfavorables se presentan en las subcuencas de los ríos Panches y Subia, así como en los sectores bajos de la cuenca del río Sumapaz, donde se identifican concentraciones elevadas de demanda bioquímica de oxígeno (DBO), sólidos suspendidos totales (SST) y coliformes fecales.

En la corriente principal del río Sumapaz, la calidad del agua presenta condiciones aceptables en la parte alta y una tendencia al deterioro progresivo hacia aguas abajo. El POMCA identifica un incremento significativo de las presiones sobre la calidad del agua después de la confluencia con el río Panches, situación que se mantiene hasta la desembocadura del río Sumapaz en el río Magdalena.

Las variables que ejercen mayor influencia sobre el comportamiento del ICA corresponden a los coliformes fecales y coliformes totales, asociados principalmente a descargas de origen doméstico, actividades pecuarias y procesos de escorrentía. De manera complementaria, los análisis evidencian acumulación progresiva de nutrientes, particularmente nitratos y fosfatos, hacia los sectores bajos de la cuenca. La presencia de plomo (Pb) en algunos puntos de monitoreo, incluidos sectores de alta montaña, fue identificada como una condición que requiere estudios complementarios para determinar con mayor precisión su origen.

Índice de Alteración Potencial de la Calidad del Agua (IACAL)

El IACAL permite estimar el nivel potencial de alteración de la calidad del agua asociado a la carga contaminante generada en cada subcuenca en relación con la oferta hídrica disponible. Este indicador constituye una medida de presión sobre el recurso hídrico y permite identificar las áreas con mayor susceptibilidad al deterioro de la calidad del agua (Tabla 2-31).

TABLA 2-31 RANGOS DE INTERPRETACIÓN DEL ÍNDICE DE REGULACIÓN HÍDRICA (IRH)

Subcuenca	IACAL año medio (OHR)	Categoría	IACAL año seco (OHR)	Categoría
Río Alto Sumapaz	1	Baja	1,8	Moderada
Río San Juan	1	Baja	1	Baja
Río Pilar	1	Baja	1	Baja
Quebrada Negra	1	Baja	1	Baja
Río Medio Sumapaz	1,8	Moderada	4	Alta
Directos Icononzo–Pandi	2,2	Moderada	4	Alta
Río Paguey	2,0–2,4	Moderada	4,2	Alta
Río Juan López	3,0–3,6	Media–Alta	5	Muy Alta
Quebrada Apicalá	3,8	Alta	4,8	Muy Alta
Río Negro	4	Alta	5	Muy Alta
Río Cuja	3,8–4,0	Alta	5	Muy Alta
Directos Suárez–Ricaurte	4,2–4,8	Alta	5	Muy Alta
Directos Melgar–Nilo	4,8	Muy Alta	5	Muy Alta

Subcuenca	IACAL año medio (OHR)	Categoría	IACAL año seco (OHR)	Categoría
Río Panches	5	Muy Alta	5	Muy Alta

Categorías IACAL: Baja = 1 / Moderada = 2 / Media-Alta = 3 / Alta = 4 / Muy Alta = 5. Fuente: CAR–CORTOLIMA, POMCA río Sumapaz, componente 3.9 Calidad de Agua, Tablas 3.9-40 a 3.9-42 (2017).

Los resultados evidencian diferencias significativas entre las subcuencas de alta montaña y aquellas localizadas en sectores medios y bajos de la cuenca. Las subcuencas Alto Sumapaz, San Juan, Pilar y Quebrada Negra registran categorías bajas de alteración potencial durante condiciones de año medio y mantienen niveles bajos o moderados durante períodos secos. Estas condiciones coinciden con sectores donde predominan coberturas naturales y ecosistemas estratégicos asociados al Páramo Cruz Verde Sumapaz.

En contraste, las subcuencas Río Negro, Río Cuja, Directos Suárez–Ricaurte, Directos Melgar–Nilo y Río Panches presentan categorías altas o muy altas de alteración potencial, particularmente durante condiciones de año seco. El río Panches registra los niveles más elevados de presión sobre la calidad del agua, manteniendo categoría Muy Alta en ambos escenarios hidrológicos evaluados.

Las cargas contaminantes de origen rural representan una proporción importante de las presiones identificadas sobre la calidad del agua, concentrándose principalmente en las subcuencas Panches, Cuja y Paguey. Estos resultados evidencian la influencia de las actividades agropecuarias y de los asentamientos rurales sobre la calidad de los recursos hídricos en los sectores medios y bajos de la cuenca.

La comparación entre las subcuencas localizadas en áreas de páramo y aquellas ubicadas en sectores con mayor transformación del territorio confirma la estrecha relación existente entre el estado de conservación de los ecosistemas y las condiciones de calidad del agua. En general, las áreas de cabecera asociadas al Páramo Cruz Verde Sumapaz presentan menores niveles de alteración potencial y mejores condiciones de calidad, mientras que las cuencas sometidas a mayores presiones antrópicas registran los valores más altos de deterioro.

De manera consistente, el Estudio Nacional del Agua 2022 reporta que el área hidrográfica Magdalena–Cauca concentra la mayor proporción de subzonas hidrográficas clasificadas en categorías altas y muy altas de alteración potencial de la calidad del agua durante condiciones de año seco, comportamiento que coincide con los resultados observados para las subcuencas de la cuenca del río Sumapaz.

En conjunto, los resultados del ICA y del IACAL evidencian que la conservación de los ecosistemas de páramo, subpáramo y bosque altoandino asociados al Páramo Cruz Verde Sumapaz contribuye no solo al mantenimiento de la oferta y regulación hídrica, sino

también a la protección de la calidad del agua que abastece a las poblaciones y actividades productivas localizadas aguas abajo.

2.3.3.9 Síntesis de los indicadores del recurso hídrico

La evaluación integrada de los indicadores de uso, regulación, vulnerabilidad y calidad del agua evidencia diferencias significativas entre las subzonas hidrográficas asociadas al Páramo Cruz Verde Sumapaz. En términos generales, las mayores presiones sobre el recurso hídrico se concentran en las subzonas hidrográficas pertenecientes al área hidrográfica Magdalena–Cauca, mientras que las condiciones relativamente más favorables de disponibilidad y presión se registran en las cuencas asociadas a la vertiente Orinoco. (Tabla 2-32).

TABLA 2-32 INDICADORES DEL RECURSO HÍDRICO PARA EL PÁRAMO CRUZ VERDE SUMAPAZ (IRH).

SZH	Nombre	IUA año medio	IUA año seco	IRH	IVDH	IACAL SZH año medio	IACAL SZH año seco
2120	Río Bogotá	Muy Alta	Crítica	Alta*	Muy Alta	Muy Alta	Crítica
2119	Río Sumapaz	Alta	Alta	Moderada	Alta	Alta	Alta
2114	Río Cabrera	Moderada	Moderada	Moderada–Baja	Media	Moderada	Alta
3206	Río Ariari	Baja	Moderada	Moderada	Media	Moderada	Moderada
3502	Río Guayuriba	Muy Baja	Baja	Moderada	Baja	Baja	Moderada
3202	Río Guapé	Muy Baja	Baja	Moderada	Baja	Baja	Baja
3201	Río Guayabero Alto	Muy Baja	Baja	Moderada	Baja	Baja	Baja

*La regulación Alta de la SZH 2120 responde principalmente a la infraestructura de embalses operada por la EAAB (Chisacá, La Regadera, Neusa), no a las condiciones naturales de regulación de sus cabeceras.

Fuente: IDEAM, ENA 2022, Tablas 56, 90, 101, 102 y 95 (2023). CAR–CORTOLIMA, POMCA río Sumapaz, Tablas 3.6.123, 3.6.130, 3.9-40 a 3.9-43 (2017).

Los resultados del Índice de Uso del Agua (IUA) muestran que las mayores presiones sobre el recurso hídrico se presentan en las subzonas hidrográficas río Bogotá (2120) y río Sumapaz (2119). La primera alcanza categoría Crítica durante condiciones de año seco, mientras que la segunda mantiene categoría Alta tanto en año medio como en año seco. En la cuenca del río Sumapaz, el sector agrícola concentra aproximadamente el 75 % de la demanda hídrica total y constituye el principal factor de presión sobre la oferta disponible.



En relación con la capacidad de regulación, ninguna de las subzonas hidrográficas analizadas presenta condiciones de regulación natural clasificadas como Muy Alta. La mayor parte de las cuencas se ubican en categorías Moderadas, con valores de IRH que reflejan una capacidad intermedia para almacenar agua durante períodos húmedos y liberarla gradualmente durante los períodos secos. Esta condición resalta la importancia de los ecosistemas de páramo, subpáramo, humedales altoandinos y bosques altoandinos como elementos fundamentales para el mantenimiento de la estabilidad hidrológica regional.

Los resultados del Índice de Vulnerabilidad al Desabastecimiento Hídrico (IVDH) reproducen el patrón identificado para el IUA. Las subzonas hidrográficas río Bogotá y río Sumapaz presentan las mayores condiciones de vulnerabilidad debido a la combinación de altas demandas, disponibilidad limitada y capacidades de regulación moderadas. Por el contrario, las subzonas hidrográficas asociadas a la vertiente Orinoco registran categorías de vulnerabilidad entre bajas y medias, favorecidas por mayores niveles de oferta hídrica y menores presiones relativas sobre el recurso.

Los indicadores de calidad del agua muestran una relación consistente entre el estado de conservación de los ecosistemas de cabecera y las condiciones del recurso hídrico. Las subcuencas Alto Sumapaz, San Juan, Pilar y Quebrada Negra presentan los menores niveles de alteración potencial y las mejores condiciones de calidad del agua dentro de la cuenca. En contraste, las subcuencas río Panches, río Cuja, río Negro y los drenajes directos localizados en los sectores bajos registran las mayores presiones asociadas a cargas contaminantes de origen doméstico, agropecuario y municipal.

La información analizada permite concluir que la disponibilidad, regulación y calidad del recurso hídrico presentan una estrecha relación con el estado de conservación de los ecosistemas asociados al Páramo Cruz Verde Sumapaz. Las áreas de páramo y demás ecosistemas de alta montaña contribuyen de manera directa a la estabilidad de los caudales, a la reducción de la vulnerabilidad frente a eventos de déficit hídrico y al mantenimiento de mejores condiciones de calidad del agua en las cuencas abastecedoras.

En conjunto, los indicadores evaluados evidencian que las cuencas del Alto Magdalena presentan una mayor dependencia de los servicios ecosistémicos asociados al páramo, debido a la combinación de elevadas demandas, capacidades de regulación moderadas y mayores niveles de presión sobre la calidad del agua. Esta condición resalta la importancia de incorporar la gestión y conservación de los ecosistemas de alta montaña como un elemento estratégico para la sostenibilidad hídrica regional y para la reducción de riesgos asociados al desabastecimiento y deterioro de la calidad del recurso.



2.3.3.10 Servicios ecosistémicos asociados al recurso hídrico

Los ecosistemas que conforman el Páramo Cruz Verde Sumapaz desempeñan un papel fundamental en la generación de beneficios que sustentan el bienestar humano, el desarrollo de actividades productivas y el mantenimiento de la funcionalidad ecológica de las cuencas hidrográficas asociadas. Estos beneficios, denominados servicios ecosistémicos, corresponden a las contribuciones directas e indirectas que los ecosistemas proporcionan a la sociedad a través de sus procesos ecológicos y funciones naturales.

En el caso del Páramo Cruz Verde Sumapaz, los servicios ecosistémicos asociados al recurso hídrico adquieren una especial relevancia debido a su ubicación estratégica como divisoria de aguas entre las áreas hidrográficas Magdalena–Cauca y Orinoco. Los ecosistemas de páramo, subpáramo, humedales altoandinos, turberas y bosques altoandinos participan de manera directa en la generación, almacenamiento, regulación y protección de los recursos hídricos que abastecen las subzonas hidrográficas río Cabrera (2114), río Sumapaz (2119), río Bogotá (2120), río Guayabero Alto (3201), río Guape (3202), río Ariari (3206) y río Guayuriba (3502).

Los análisis desarrollados en los capítulos anteriores evidencian que las condiciones de oferta hídrica, regulación de caudales, vulnerabilidad al desabastecimiento y calidad del agua mantienen una estrecha relación con el estado de conservación de los ecosistemas de alta montaña presentes en el páramo. De igual manera, muestran que los beneficios derivados de estos ecosistemas trascienden el ámbito local, aportando recursos hídricos para el abastecimiento de poblaciones urbanas y rurales, el desarrollo de actividades agropecuarias, industriales y de servicios, así como para el mantenimiento de ecosistemas acuáticos localizados aguas abajo.

En este contexto, el análisis de los servicios ecosistémicos hídricos permite complementar la caracterización hidrológica realizada previamente, proporcionando una visión integrada de los beneficios que el Páramo Cruz Verde Sumapaz aporta a la sociedad y al territorio. Esta aproximación resulta particularmente relevante en el marco del proceso de delimitación participativa, en la medida en que facilita la comprensión de las relaciones de dependencia existentes entre los ecosistemas de páramo y los diferentes usuarios y sectores que se benefician de sus funciones ecológicas.

Para efectos del presente documento, se analizan los principales servicios ecosistémicos asociados al recurso hídrico generados por el Páramo Cruz Verde Sumapaz, incluyendo la provisión de agua, la regulación hídrica, el mantenimiento de la calidad del agua y la reducción de riesgos asociados a eventos de déficit hídrico y variabilidad climática. Estos servicios constituyen una de las expresiones más representativas de la contribución del páramo a la sostenibilidad ambiental y al desarrollo regional.

Servicio de provisión de agua

El servicio ecosistémico de provisión de agua corresponde a la capacidad de los ecosistemas para generar y suministrar recursos hídricos utilizados por las poblaciones, las actividades productivas y los ecosistemas localizados aguas abajo. En el Páramo Cruz Verde Sumapaz, este servicio se sustenta en la capacidad de los ecosistemas de páramo, subpáramo, humedales altoandinos, turberas y bosques altoandinos para captar, almacenar y liberar agua hacia las cuencas hidrográficas que nacen o reciben aportes directos desde el páramo.

La ubicación del Páramo Cruz Verde Sumapaz sobre la divisoria de aguas entre las áreas hidrográficas Magdalena–Cauca y Orinoco determina que el servicio de provisión de agua beneficie simultáneamente a ambas vertientes. Hacia el occidente, las aguas alimentan las subzonas hidrográficas río Cabrera (2114), río Sumapaz (2119) y río Bogotá (2120); hacia el oriente, aportan recursos hídricos a las subzonas río Guayabero Alto (3201), río Guape (3202), río Ariari (3206) y río Guayuriba (3502). Estas áreas hidrográficas registran ofertas hídricas superficiales superiores a 263.000 Mm³/año para Magdalena–Cauca y 520.000 Mm³/año para Orinoco, evidenciando la importancia regional del páramo como generador de recursos hídricos.

En la cuenca del río Sumapaz, el servicio de provisión de agua se expresa a través de una extensa red de fuentes abastecedoras. El POMCA identificó 112 microcuencas abastecedoras activas, equivalentes aproximadamente al 60 % del área total de la cuenca, las cuales suministran agua a acueductos municipales y veredales distribuidos en los municipios que integran la subzona hidrográfica. En municipios como Pasca, Cabrera y Arbeláez, numerosas corrientes de origen altoandino constituyen la base del abastecimiento para las comunidades rurales y urbanas. De igual manera, los embalses Chisacá y La Regadera, integrados al sistema de abastecimiento del sur de Bogotá, dependen de los aportes hídricos generados en las áreas de páramo y alta montaña asociadas al Páramo Cruz Verde Sumapaz.

La relevancia productiva de este servicio se refleja en los patrones de demanda hídrica identificados para las subzonas hidrográficas relacionadas con el páramo. En la cuenca del río Sumapaz, la demanda hídrica total asciende a 244.262 miles de m³/año (7,74 m³/s), de los cuales el sector agrícola concentra aproximadamente el 75 %. De manera similar, en las subzonas hidrográficas de la vertiente Orinoco las actividades agrícolas representan más del 55 % de la demanda hídrica sectorial. Estos resultados evidencian la estrecha dependencia de las actividades agropecuarias respecto a los recursos hídricos generados y regulados por los ecosistemas de alta montaña.



La provisión de agua se encuentra estrechamente relacionada con las condiciones de conservación de los ecosistemas que integran el Páramo Cruz Verde Sumapaz. Los análisis de calidad del agua desarrollados en el POMCA del río Sumapaz muestran que las zonas de nacimiento y conservación asociadas al ecosistema de páramo presentan las mejores condiciones de calidad de toda la cuenca. Particularmente, la zona de conservación del Alto Sumapaz constituye el único sector monitoreado donde no se registran incumplimientos de los criterios de calidad evaluados, reflejando la importancia de estos ecosistemas para el mantenimiento de fuentes hídricas aptas para el abastecimiento humano.

Adicionalmente, el Páramo Cruz Verde Sumapaz alberga una importante red de humedales altoandinos, sistemas lagunares, bosques riparios y áreas de vegetación natural que complementan el servicio de provisión de agua mediante procesos de almacenamiento, retención de sedimentos, estabilización de cauces y protección de nacimientos. Estos elementos contribuyen al mantenimiento de la funcionalidad hidrológica de las cuencas y al suministro permanente de agua hacia los diferentes usuarios localizados aguas abajo.

La importancia ambiental y social de este servicio ha motivado el desarrollo de iniciativas de conservación voluntaria orientadas a proteger las áreas abastecedoras. En la cuenca del río Sumapaz se han implementado acuerdos de conservación y esquemas de incentivos asociados a la protección de fuentes hídricas, reconociendo el papel que desempeñan los ecosistemas de páramo en la provisión de agua para las comunidades y actividades económicas de la región.

En conjunto, la información analizada evidencia que el Páramo Cruz Verde Sumapaz constituye un sistema estratégico para la provisión de agua en las vertientes Magdalena y Orinoco. La conservación de los ecosistemas que lo conforman resulta fundamental para garantizar la continuidad de este servicio ecosistémico y para mantener las condiciones de abastecimiento requeridas por las poblaciones, los sistemas productivos y los ecosistemas que dependen de sus recursos hídricos.

Servicio de Regulación hídrica

El servicio ecosistémico de regulación hídrica corresponde a la capacidad de los ecosistemas para almacenar agua durante los períodos de precipitación y liberarla gradualmente en las épocas de menor disponibilidad, contribuyendo a la estabilidad de los caudales y a la reducción de la variabilidad hidrológica. En el Páramo Cruz Verde Sumapaz, este servicio se sustenta en los suelos orgánicos y turberas del páramo y



subpáramo, los humedales altoandinos, los sistemas lagunares y la vegetación de bosque altoandino, elementos que favorecen el almacenamiento temporal y la liberación progresiva del agua hacia la red hídrica superficial y subterránea.

El régimen climático de la cuenca del río Sumapaz presenta un comportamiento bimodal, con dos temporadas lluviosas principales entre marzo y mayo y entre septiembre y noviembre, intercaladas con períodos de menor precipitación. Estas condiciones generan variaciones naturales en los caudales de las corrientes superficiales, las cuales son amortiguadas por los ecosistemas de alta montaña mediante procesos de retención, infiltración y regulación hídrica. Como resultado, los ecosistemas asociados al Páramo Cruz Verde Sumapaz contribuyen al mantenimiento de los caudales base durante los períodos secos y reducen la velocidad de concentración de escorrentías durante eventos de precipitación intensa.

Los análisis desarrollados en el marco del POMCA del río Sumapaz muestran que los valores del Índice de Regulación Hídrica (IRH) para las subcuencas de la SZH 2119 oscilan entre 0,49 y 0,68, correspondientes principalmente a categorías de regulación baja y moderada. Las subcuencas Quebrada Negra, Río Medio Sumapaz, Directos Melgar–Nilo y Río Cuja presentan los valores más altos de regulación dentro de la cuenca, mientras que los sectores Directos Suárez–Ricaurte registran las condiciones menos favorables. Estos resultados reflejan una capacidad intermedia de almacenamiento y liberación gradual del agua, condición que adquiere especial importancia durante los períodos de estiaje.

De manera consistente, el Estudio Nacional del Agua – ENA 2022 identifica la subzona hidrográfica río Sumapaz dentro del grupo de cuencas con regulación moderada en el Alto Magdalena y señala condiciones similares para las cuencas de cabecera asociadas a la vertiente Orinoco. Esta situación evidencia que una parte importante de la estabilidad hidrológica regional depende directamente de la conservación del páramo.

En contraste, la subzona hidrográfica río Bogotá presenta categorías más altas de regulación, asociadas en parte a la presencia de infraestructura hidráulica de almacenamiento y regulación, incluyendo los embalses Chisacá, La Regadera y Neusa. No obstante, la operación de estos sistemas depende del mantenimiento de los aportes hídricos generados y regulados en las áreas de alta montaña.

La regulación hídrica desarrollada por el Páramo Cruz Verde Sumapaz se encuentra soportada por una amplia red de elementos naturales asociados al paisaje. En la cuenca del río Sumapaz se identifican 1.091 humedales que ocupan aproximadamente 286,8 ha, varios de ellos con instrumentos específicos de manejo y conservación. Estos sistemas actúan como reservorios naturales que contribuyen al almacenamiento temporal de agua y a la amortiguación de eventos extremos. Adicionalmente, la cuenca cuenta con cerca de



22.529 ha de bosques riparios o de galería que favorecen la infiltración, reducen la escorrentía superficial y contribuyen a la estabilidad de los cauces.

A estos elementos se suman las áreas de recarga hidrogeológica identificadas para los sistemas acuíferos Valle del Río Magdalena, Honda y Grupo Guadalupe. Las zonas de páramo y subpáramo constituyen sectores estratégicos para la infiltración y recarga de aguas subterráneas, las cuales complementan la oferta hídrica superficial y contribuyen a mantener la disponibilidad del recurso durante períodos de menor precipitación.

Desde una perspectiva territorial, el servicio de regulación hídrica beneficia simultáneamente a las cuencas de las vertientes Magdalena y Orinoco. En la vertiente occidental, contribuye al mantenimiento de los caudales que abastecen poblaciones urbanas y rurales, sistemas de riego y el Sistema Sur de abastecimiento de Bogotá. En la vertiente oriental, favorece la estabilidad hidrológica de las cuencas de los ríos Ariari, Guape, Guayuriba y Guayabero, que alimentan el sistema hidrográfico del río Meta y, posteriormente, del río Orinoco.

Los resultados del Índice de Vulnerabilidad al Desabastecimiento Hídrico (IVDH) evidencian la importancia de este servicio ecosistémico para la seguridad hídrica regional. Las subzonas hidrográficas río Sumapaz y río Bogotá presentan las mayores condiciones de vulnerabilidad dentro del área de estudio, situación que refleja la estrecha relación existente entre la capacidad de regulación natural de las cuencas y la disponibilidad efectiva del recurso hídrico durante períodos secos.

En conjunto, la información analizada muestra que la regulación hídrica constituye uno de los servicios ecosistémicos más relevantes del Páramo Cruz Verde Sumapaz. La conservación de los ecosistemas de páramo, humedales altoandinos, turberas y bosques de alta montaña contribuye a mantener la estabilidad de los caudales, fortalecer la resiliencia frente a la variabilidad climática y reducir la vulnerabilidad de las poblaciones y actividades económicas que dependen de los recursos hídricos generados en estas áreas.

Servicio de mantenimiento de calidad de agua

El servicio ecosistémico de mantenimiento de la calidad del agua corresponde a la capacidad de los ecosistemas para conservar las condiciones físicas, químicas y biológicas del recurso hídrico mediante procesos naturales de retención de sedimentos, filtración, transformación de nutrientes y reducción de cargas contaminantes. En el Páramo Cruz Verde Sumapaz, este servicio es desarrollado por los ecosistemas de páramo, subpáramo, humedales altoandinos, turberas, bosques altoandinos y bosques riparios, los cuales



protegen las áreas de nacimiento y recarga hídrica que abastecen las corrientes superficiales de las cuencas asociadas al Páramo Cruz Verde Sumapaz.

Los monitoreos de calidad del agua realizados en el marco del POMCA del río Sumapaz entre 2014 y 2018, en tres condiciones hidrológicas y a través de 45 puntos de seguimiento distribuidos en la cuenca, evidencian una relación directa entre el estado de conservación de los ecosistemas de alta montaña y las condiciones de calidad del recurso hídrico. En las zonas de nacimiento y conservación asociadas a coberturas naturales de páramo y bosque altoandino, el Índice de Calidad del Agua (ICA) se mantiene en categorías entre aceptable y regular para los diferentes escenarios hidrológicos evaluados.

Dentro de estos sectores destaca la zona de conservación del Alto Sumapaz, donde no se identificaron incumplimientos de los criterios de calidad evaluados para los usos analizados. De igual manera, las zonas de conservación de los ríos San Juan, Pilar, Paguey y de la quebrada La Palmara presentan condiciones favorables de calidad, registrando únicamente incumplimientos puntuales asociados a hierro (Fe) y manganeso (Mn), elementos que el POMCA identifica como características naturales de la cuenca y no como resultado de procesos de contaminación antrópica.

Las condiciones de calidad tienden a modificarse progresivamente hacia los sectores medios y bajos de la cuenca. Los resultados del Índice de Alteración Potencial de la Calidad del Agua (IACAL) muestran que las subcuencas de los ríos Negro y Cuja alcanzan categorías altas en condiciones de año medio y muy altas durante períodos secos, mientras que las subcuencas Directos Melgar–Nilo y río Panches mantienen categorías muy altas independientemente de la condición hidrológica analizada.

El análisis de las fuentes de presión realizado en el POMCA identifica al sector municipal como el principal aportante de cargas contaminantes en la cuenca, con aproximadamente el 82 % del total cuantificado, seguido por las actividades porcícolas con cerca del 14 %. A esta situación se suman aportes generados por actividades rurales y agropecuarias, particularmente en las subcuencas Panches, Cuja y Paguey, donde se concentra una proporción importante de las cargas contaminantes identificadas.

Entre las variables que más influyen sobre la calidad del agua se destacan los coliformes fecales, parámetro que presenta los menores valores en las zonas de conservación y un incremento progresivo hacia los sectores con mayor presencia de actividades agropecuarias y asentamientos humanos. De manera similar, los análisis evidencian una tendencia de acumulación de fosfatos y compuestos nitrogenados hacia los sectores bajos de la cuenca, asociada a procesos de escorrentía superficial y uso agropecuario del territorio.



La capacidad de los ecosistemas para mantener la calidad del agua se encuentra estrechamente relacionada con diversos elementos naturales presentes en el Páramo Cruz Verde Sumapaz. Los suelos orgánicos y turberas de páramo favorecen la retención de partículas y la regulación de parámetros fisicoquímicos antes de que el agua alcance la red de drenaje superficial. Los aproximadamente 22.529 ha de bosques riparios identificados en la cuenca contribuyen a estabilizar los cauces, reducir la erosión y disminuir el aporte de sólidos suspendidos hacia las corrientes. De manera complementaria, los 1.091 humedales registrados en la cuenca participan en procesos de almacenamiento temporal, retención de nutrientes y transformación de compuestos asociados a la escorrentía proveniente de áreas intervenidas.

Los beneficios derivados de este servicio ecosistémico tienen una expresión directa sobre el abastecimiento de agua para consumo humano. Las fuentes localizadas en áreas de páramo y alta montaña presentan mejores condiciones de calidad y menores requerimientos de tratamiento en comparación con las corrientes localizadas en sectores medios y bajos de la cuenca, donde las presiones asociadas al uso del suelo generan mayores niveles de alteración del recurso hídrico.

A escala regional, el Estudio Nacional del Agua 2022 señala que el área hidrográfica Magdalena–Cauca concentra la mayor proporción de subzonas hidrográficas clasificadas en categorías altas y muy altas de alteración potencial de la calidad del agua durante condiciones de año seco. Este comportamiento coincide con los resultados observados para las subcuencas más intervenidas de la cuenca del río Sumapaz y resalta la importancia de las áreas de cabecera asociadas al Páramo Cruz Verde Sumapaz para el mantenimiento de condiciones favorables de calidad del agua.

En conjunto, la información disponible evidencia que los ecosistemas de páramo, humedales altoandinos, turberas y bosques asociados al Páramo Cruz Verde Sumapaz desempeñan una función esencial en la protección de la calidad del recurso hídrico. La conservación de estos ecosistemas contribuye a reducir las presiones sobre las fuentes abastecedoras, mantener mejores condiciones ambientales en las áreas de nacimiento y favorecer la disponibilidad de agua de calidad para las poblaciones, actividades productivas y ecosistemas que dependen de las cuencas asociadas a él.

Servicio de reducción de riesgos asociados al agua

El servicio ecosistémico de reducción de riesgos asociados al agua corresponde a la capacidad de los ecosistemas para disminuir la probabilidad y magnitud de impactos derivados de la variabilidad hidrológica, incluyendo eventos de desabastecimiento, déficit hídrico, sequías, crecientes, avenidas torrenciales y alteraciones en la disponibilidad del



recurso. En el Páramo Cruz Verde Sumapaz, este servicio se encuentra estrechamente relacionado con la capacidad de regulación desarrollada por los ecosistemas de páramo, humedales altoandinos, turberas y bosques de alta montaña, los cuales contribuyen a amortiguar los efectos de los eventos extremos del ciclo hidrológico.

Riesgo de desabastecimiento hídrico

El Estudio Nacional del Agua (ENA 2022) identifica que, entre 1998 y 2021, 565 municipios del país registraron al menos un evento de desabastecimiento asociado a períodos secos. Para el período 2017–2021 se reportaron afectaciones en 207 municipios distribuidos en 16 departamentos, entre ellos Cundinamarca, que presenta una de las mayores incidencias tanto en número absoluto como en proporción de municipios afectados. El año 2019, bajo condiciones asociadas al fenómeno El Niño, registró el mayor número de afectaciones recientes sobre sistemas de abastecimiento.

En la subzona hidrográfica río Sumapaz (2119), los análisis desarrollados en el marco del POMCA evidencian que durante condiciones de año seco todas las subcuencas presentan niveles elevados de vulnerabilidad al desabastecimiento, mientras que once de las catorce subcuencas alcanzan categorías muy altas de presión por uso del agua. Estos resultados reflejan la estrecha dependencia de las cuencas frente a los procesos naturales de regulación desarrollados en las áreas de páramo y alta montaña.

Riesgo asociado a eventos de temporada húmeda

Los riesgos asociados al recurso hídrico no se limitan a períodos de escasez. El ENA 2022 reporta que entre 1998 y 2021 un total de 835 municipios registraron afectaciones en sus sistemas de abastecimiento durante temporadas lluviosas, principalmente por crecientes súbitas, movimientos en masa, inundaciones, avenidas torrenciales y daños sobre la infraestructura hidráulica. Para el período 2017–2021 se identificaron 254 municipios afectados en 28 departamentos.

La cobertura vegetal presente en los ecosistemas de páramo y bosque altoandino contribuye a reducir estos riesgos mediante la retención temporal de agua, la disminución de la velocidad de escorrentía y la regulación de los caudales que alcanzan la red hidrográfica principal. Estos procesos favorecen una respuesta hidrológica menos abrupta frente a eventos de precipitación intensa.

Riesgo por avenidas torrenciales



El POMCA del río Sumapaz identifica que más de la mitad del área de la cuenca presenta susceptibilidad media o alta frente a eventos de avenida torrencial. Esta condición está asociada principalmente a la combinación de relieve montañoso, pendientes pronunciadas y una red de drenaje densa que favorece la concentración rápida de escorrentías.

Las áreas con mayor susceptibilidad se localizan principalmente en sectores de la cordillera Oriental que comprenden municipios como Fusagasugá, Pasca, Cabrera, Venecia y Silvania, así como algunos sectores del valle superior del Magdalena. En este contexto, las coberturas naturales de páramo y bosque altoandino contribuyen a estabilizar laderas, reducir procesos erosivos y disminuir la velocidad de concentración de los flujos superficiales, favoreciendo una menor exposición de las cuencas frente a este tipo de eventos.

Riesgo de erosión y degradación de suelos

La pérdida de cobertura vegetal en las áreas de cabecera incrementa la susceptibilidad de las cuencas frente a procesos de erosión hídrica y generación de sedimentos. El ENA 2022 señala que el área hidrográfica Magdalena–Cauca concentra el mayor número de subzonas hidrográficas con categorías altas y muy altas de erosión hídrica potencial efectiva.

Los ecosistemas asociados al Páramo Cruz Verde Sumapaz contribuyen a reducir este riesgo mediante la protección de los suelos, la disminución de la escorrentía superficial y la estabilización de cauces y laderas. En la cuenca del río Sumapaz, los aproximadamente 22.529 ha de bosques riparios desempeñan una función relevante en la retención de sedimentos y en la reducción del aporte de sólidos hacia las corrientes superficiales.

Variabilidad climática y cambio climático

Los análisis desarrollados por el ENA 2022 muestran que el área hidrográfica Magdalena–Cauca presenta condiciones de variabilidad hidrológica moderada a muy alta en la totalidad de sus subzonas hidrográficas. Las fluctuaciones de la escorrentía asociadas a fenómenos climáticos como El Niño y La Niña generan cambios significativos en la disponibilidad de agua y en el comportamiento hidrológico de las cuencas.

En este contexto, páramo Cruz Verde Sumapaz constituye una infraestructura natural estratégica para la adaptación frente a escenarios de variabilidad y cambio climático. Su capacidad de almacenamiento, regulación e infiltración contribuye a amortiguar las

fluctuaciones hidrológicas y a fortalecer la resiliencia de las cuencas frente a cambios en los patrones de precipitación y temperatura.

Los beneficios derivados de este servicio trascienden ampliamente el ámbito territorial del Páramo Cruz Verde Sumapaz. Municipios de Cundinamarca y Meta, localidades de Bogotá D.C., sistemas productivos, acueductos urbanos y rurales, así como ecosistemas acuáticos localizados aguas abajo, dependen en distinta medida de la capacidad de regulación desarrollada en las áreas de páramo y alta montaña.

En conjunto, la información analizada evidencia que los ecosistemas asociados al Páramo Cruz Verde Sumapaz cumplen una función esencial en la reducción de riesgos relacionados con la disponibilidad y el comportamiento del recurso hídrico. La conservación de las áreas de páramo, humedales altoandinos, turberas y bosques de alta montaña contribuye a disminuir la vulnerabilidad frente al desabastecimiento, reducir los efectos de eventos hidrológicos extremos y fortalecer la seguridad hídrica regional en un contexto de creciente variabilidad climática.

2.3.3.11 Síntesis de los servicios ecosistémicos relacionados con el recurso hídrico

Los servicios ecosistémicos de provisión de agua, regulación hídrica, mantenimiento de la calidad del agua y reducción de riesgos operan de manera complementaria y sustentan el funcionamiento hidrológico de las siete subzonas hidrográficas asociadas al Páramo Cruz Verde Sumapaz. En seguida se sintetizan los principales indicadores y resultados obtenidos para cada uno de estos servicios. (Tabla 2-33).

TABLA 2-33 SERVICIOS ECOSISTÉMICOS ASOCIADOS AL RECURSO HÍDRICO EN EL PÁRAMO CRUZ VERDE SUMAPAZ

Servicio	Indicador clave	Dato cuantitativo
Provisión de agua	Demanda hídrica total SZH 2119	244.262 miles m ³ /año
	Microcuencas abastecedoras activas	112 = 60% del área de la cuenca
	Sector con mayor demanda	Agrícola: 75% del total en SZH 2119; >55% en Orinoco
	Área del Páramo Cruz Verde Sumapaz en cuenca Sumapaz	77.219 ha de las 315.065,7 ha totales
Regulación hídrica	IRH subcuencas SZH 2119	0,49 – 0,68 (Baja a Moderada en todas)
	Subcuencas vulnerables en año seco	14 de 14 (IV < 0,70)
	Humedales en la cuenca	1.091 cuerpos (286,8 ha)
	Bosque ripario	22.529 ha

Servicio	Indicador clave	Dato cuantitativo
Calidad del agua	Único punto sin incumplimientos	Zona conservación Alto Sumapaz
	Subcuencas IACAL Baja (año medio)	Alto Sumapaz, San Juan, Pilar, Quebrada Negra
	Subcuencas IACAL Muy Alta permanente	Panches, Directos Melgar–Nilo
	Principal fuente de contaminación	Sector municipal: 82% de cargas
Reducción de riesgos	Municipios susceptibles desabastecimiento seco	207 (2017–2021); Cundinamarca top 5
	Municipios susceptibles temporada lluvia	835 históricamente (1998–2021)
	Susceptibilidad torrencial SZH 2119	>50% del área en media a alta
	Subcuencas IUA Muy Alta en año seco	11 de 14 en SZH 2119

Fuentes: CAR–CORTOLIMA, POMCA río Sumapaz (2017). IDEAM, ENA 2022 (2023). Resolución 1434 de 2017, MADS.

El análisis integrado evidencia que la regulación hídrica constituye el elemento articulador de los demás servicios ecosistémicos asociados al recurso hídrico. Los valores de IRH registrados para las subcuencas de la SZH 2119 (0,49–0,68) y las condiciones de regulación moderada identificadas para las cuencas de cabecera asociadas a la vertiente Orinoco muestran que la disponibilidad hídrica regional depende en buena medida de los procesos naturales de almacenamiento, infiltración y liberación gradual del agua desarrollados por los ecosistemas de páramo y alta montaña.

Los resultados de calidad del agua complementan esta lectura. Las subcuencas Alto Sumapaz, San Juan, Pilar y Quebrada Negra presentan las menores condiciones de alteración potencial dentro de la cuenca, mientras que la zona de conservación del Alto Sumapaz constituye el único punto monitoreado donde no se registran incumplimientos de los criterios de calidad evaluados. Estos resultados evidencian la estrecha relación existente entre el estado de conservación de las coberturas naturales y el mantenimiento de condiciones favorables para el abastecimiento hídrico.

De manera simultánea, los indicadores de vulnerabilidad y presión sobre el recurso muestran que las cuencas asociadas a la vertiente Magdalena enfrentan mayores niveles de demanda y susceptibilidad frente a eventos de déficit hídrico. La presencia de once subcuencas con categorías muy altas de uso del agua durante condiciones de año seco, junto con los resultados del índice de vulnerabilidad al desabastecimiento, reflejan la importancia de los servicios ecosistémicos generados por el Páramo Cruz Verde Sumapaz



para el sostenimiento de las actividades productivas, los sistemas de abastecimiento y los ecosistemas localizados aguas abajo.

Los procesos de conservación desarrollados en el territorio constituyen una evidencia adicional del reconocimiento institucional y comunitario de estos beneficios. En la cuenca del río Sumapaz se han implementado acuerdos voluntarios de conservación y mecanismos de incentivos asociados a la protección de áreas estratégicas para el recurso hídrico, orientados a mantener las condiciones ecológicas que sustentan la provisión, regulación y calidad del agua.

En conjunto, la información analizada confirma que los servicios ecosistémicos asociados al recurso hídrico representan uno de los principales aportes ambientales del Páramo Cruz Verde Sumapaz a las vertientes Magdalena–Cauca y Orinoco. La conservación de los ecosistemas de páramo, humedales altoandinos, turberas y bosques de alta montaña contribuye al mantenimiento de la oferta hídrica, la estabilidad de los caudales, la protección de la calidad del agua y la reducción de riesgos asociados a la variabilidad climática. Estos beneficios sustentan la seguridad hídrica regional y constituyen un elemento central para comprender las relaciones de dependencia existentes entre el Páramo Cruz Verde Sumapaz y los territorios que reciben los servicios generados en sus áreas de alta montaña.

2.3.3.12 Dependencia territorial del recurso hídrico

La dependencia territorial del recurso hídrico hace referencia al grado en que las poblaciones, actividades económicas, sistemas productivos, ecosistemas e infraestructuras localizadas dentro y fuera del Páramo Cruz Verde Sumapaz requieren de los recursos y servicios ecosistémicos asociados al agua para mantener sus funciones y condiciones de desarrollo. Esta dependencia se expresa a través de múltiples relaciones ecológicas, sociales y económicas que vinculan las áreas de alta montaña con los territorios ubicados aguas abajo.

Los análisis desarrollados en los capítulos anteriores evidencian que este páramo participa en la generación, regulación y mantenimiento de la calidad del agua que abastece las subzonas hidrográficas río Cabrera (2114), río Sumapaz (2119), río Bogotá (2120), río Guayabero Alto (3201), río Guape (3202), río Ariari (3206) y río Guayuriba (3502). Estas relaciones hidrológicas conectan ecosistemas de páramo y alta montaña con municipios, centros poblados, sistemas productivos, áreas protegidas y ecosistemas acuáticos localizados en las vertientes Magdalena–Cauca y Orinoco.

La dependencia territorial no se limita al abastecimiento directo de agua para consumo humano. Incluye también el sostenimiento de actividades agropecuarias, sistemas de



riego, procesos industriales, generación de energía, conservación de ecosistemas acuáticos y mantenimiento de las condiciones ambientales requeridas para el funcionamiento de las cuencas hidrográficas. En este contexto, la importancia del Páramo Cruz Verde Sumapaz trasciende el ámbito local y adquiere una dimensión regional asociada a la seguridad hídrica de los territorios que reciben los beneficios derivados de sus ecosistemas.

La identificación de estas relaciones de dependencia permite comprender el alcance territorial de los servicios ecosistémicos asociados al recurso hídrico y constituye un insumo relevante para el proceso de delimitación participativa, en la medida en que evidencia los vínculos existentes entre la conservación de los ecosistemas de alta montaña y el bienestar de las poblaciones y actividades que dependen de ellos.

Dependencia de los sistemas de abastecimiento humano

La dependencia territorial más directa asociada al Páramo Cruz Verde Sumapaz corresponde al abastecimiento de agua para consumo humano. Los ecosistemas de páramo, subpáramo, humedales altoandinos, turberas y bosques de alta montaña generan y regulan recursos hídricos que abastecen poblaciones urbanas y rurales en los departamentos de Cundinamarca, Meta, Huila y en el Distrito Capital. Diversas fuentes institucionales reconocen a este páramo como uno de los sistemas estratégicos de abastecimiento hídrico más importantes del país, debido a su contribución al suministro de agua para amplios sectores de las vertientes Magdalena–Cauca y Orinoco.

En la subzona hidrográfica río Sumapaz (SZH 2119), el POMCA identificó 112 microcuencas abastecedoras activas, equivalentes aproximadamente al 60 % del área total de la cuenca, las cuales suministran agua a acueductos municipales, centros poblados rurales y sistemas veredales distribuidos en los municipios que integran la cuenca. Esta red de abastecimiento constituye uno de los principales mecanismos mediante los cuales los servicios ecosistémicos generados en las áreas de páramo se transfieren hacia las comunidades asentadas aguas abajo.

La Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca (CAR) adelanta procesos de legalización y fortalecimiento de 150 acueductos rurales en el departamento mediante el programa Agua Vida Rural, iniciativa orientada a mejorar la gestión comunitaria del recurso hídrico y fortalecer las condiciones de abastecimiento en zonas rurales. Los municipios de la provincia del Sumapaz participan activamente en este proceso, reflejando la importancia de las fuentes de agua originadas en las áreas de alta montaña para el suministro de agua potable.

En términos de demanda hídrica total, el municipio de Melgar concentra el mayor requerimiento de agua de la cuenca con 50.015 miles de m³/año, seguido por Pasca (35.359 miles de m³/año), Cabrera (34.220 miles de m³/año) y Fusagasugá (19.648 miles de m³/año). Por su parte, la demanda doméstica total de la SZH 2119 asciende a 16.511 miles de m³/año, distribuidos entre los sistemas de abastecimiento urbano y rural presentes en los municipios de la cuenca.

La dependencia de las fuentes hídricas originadas en el Páramo Cruz Verde Sumapaz se manifiesta de manera diferenciada en los municipios de la vertiente Magdalena. En el municipio de Pasca, dieciséis acueductos veredales captan agua directamente de corrientes asociadas a ecosistemas de páramo, mientras que aproximadamente 1.498 ha del territorio municipal se encuentran dentro del Parque Nacional Natural Sumapaz. En Cabrera, los nacimientos de las quebradas Negra, El Tambo, La Laja, Santa Rita, La Esmeralda, Bolsa Grande y Bolsitas constituyen la base del abastecimiento para amplios sectores rurales. En Arbeláez, los ríos Guavio, Cuja, Negro y Pilar, junto con las quebradas El Atadero, La Mistela y La Lejía, conforman una parte fundamental de la red hídrica utilizada para abastecimiento humano.

La dependencia territorial trasciende el ámbito municipal. Los embalses Chisacá y La Regadera, integrados al Sistema de Abastecimiento Sur de Bogotá y operados por la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá (EAAB), reciben aportes hídricos provenientes de las áreas de páramo de la Localidad 20 de Sumapaz y sectores adyacentes del municipio de Soacha. El Sistema Sur, que almacena aproximadamente tres millones de metros cúbicos en el embalse La Regadera, aporta cerca del 3 % del agua distribuida en Bogotá D.C., mediante tratamiento en la Planta El Dorado y posterior distribución hacia sectores de Usme, Ciudad Bolívar, Sumapaz y parte del municipio de Soacha. La operación de estos embalses depende de los aportes hídricos generados y regulados en las áreas de páramo y alta montaña que conforman su cuenca abastecedora.

Adicionalmente, los sistemas de abastecimiento comunitario presentes en las localidades de Sumapaz, Usme y Ciudad Bolívar benefician a miles de habitantes mediante captaciones directas sobre fuentes asociadas a ecosistemas de alta montaña. Estas infraestructuras constituyen un ejemplo de la relación directa entre las comunidades y los servicios ecosistémicos generados por el Páramo Cruz Verde Sumapaz.

En la vertiente Orinoco, los municipios de Mesetas y La Uribe aportan recursos hídricos a las cuencas de los ríos Guayabero, Guape y Ariari, las cuales abastecen poblaciones rurales y centros poblados distribuidos en amplios sectores del departamento del Meta. Aunque la densidad poblacional es menor que la registrada en la vertiente Magdalena, la dependencia de estas fuentes resulta igualmente significativa debido a la limitada disponibilidad de alternativas de abastecimiento en numerosas zonas rurales.

La calidad del agua producida en las cabeceras de páramo constituye un factor adicional de esta dependencia. Los monitoreos realizados en el marco del POMCA del río Sumapaz evidencian que la zona de conservación del Alto Sumapaz presenta las mejores condiciones de calidad del agua dentro de la cuenca, siendo el único punto monitoreado donde no se registran incumplimientos de los criterios de calidad evaluados. En contraste, las subcuencas medias y bajas presentan mayores niveles de alteración, asociados principalmente a la presencia de coliformes fecales y otras presiones derivadas del uso del suelo. Estas condiciones influyen directamente sobre los requerimientos de tratamiento para consumo humano y sobre los costos de operación de los sistemas de abastecimiento.

Los resultados del Índice de Vulnerabilidad al Desabastecimiento Hídrico (IVDH) reflejan la importancia de los procesos de regulación desarrollados en las áreas de alta montaña. En condiciones de año seco, todas las subcuencas de la SZH 2119 presentan condiciones de vulnerabilidad significativas, mientras que las subzonas hidrográficas río Bogotá (2120) y río Sumapaz (2119) alcanzan categorías muy alta y alta, respectivamente, en los análisis integrados del Estudio Nacional del Agua. Estos resultados evidencian la estrecha relación existente entre la conservación de los ecosistemas de páramo y la continuidad del abastecimiento de agua para las poblaciones localizadas aguas abajo.

En conjunto, la información analizada evidencia que la dependencia territorial del Páramo Cruz Verde Sumapaz para el abastecimiento de agua trasciende ampliamente el ámbito de los municipios incluidos dentro del área de estudio. Los recursos hídricos generados y regulados en las áreas de páramo y alta montaña abastecen sistemas urbanos y rurales, sustentan el funcionamiento de acueductos comunitarios y municipales, y contribuyen al suministro de agua para sectores de Bogotá D.C., Cundinamarca y Meta.

La magnitud de esta dependencia se refleja en la amplia red de microcuencas abastecedoras, en la presencia de infraestructura estratégica de almacenamiento y distribución de agua y en los niveles de vulnerabilidad identificados para las cuencas asociadas al páramo. En este contexto, la conservación de los ecosistemas de alta montaña constituye un elemento fundamental para mantener la disponibilidad y continuidad del abastecimiento humano en los territorios que dependen de los servicios ecosistémicos hídricos generados por el Páramo Cruz Verde Sumapaz.

Además del abastecimiento para consumo humano, los recursos hídricos originados en el Páramo Cruz Verde Sumapaz sustentan actividades económicas de importancia regional, particularmente aquellas relacionadas con la producción agropecuaria, el riego, la industria y otros usos productivos del agua, aspectos que se desarrollan en el siguiente numeral.

Dependencia de las actividades productivas del recurso hídrico

La dependencia territorial del Páramo Cruz Verde Sumapaz no se limita al abastecimiento para consumo humano. Los recursos hídricos generados y regulados por los ecosistemas de páramo, subpáramo, humedales altoandinos, turberas y bosques de alta montaña sustentan actividades productivas desarrolladas en los municipios que tienen área dentro del Páramo Cruz Verde Sumapaz y en las cuencas hidrográficas asociadas a las vertientes Magdalena–Cauca y Orinoco. La disponibilidad de agua constituye uno de los principales factores que soportan la producción agropecuaria regional y el desarrollo económico de los territorios vinculados a estas cuencas.

Sector agrícola en la vertiente Magdalena

En la subzona hidrográfica río Sumapaz (2119), el sector agrícola concentra aproximadamente el 75 % de la demanda hídrica total de la cuenca, equivalente a 183.122 miles de m³/año. Esta condición evidencia la estrecha relación existente entre la disponibilidad de agua y la sostenibilidad de los sistemas productivos presentes en la región.

Los cultivos de papa, frijol, arveja, cebolla bulbo, habichuela, tomate, mora, zanahoria y otras hortalizas representan algunos de los principales usos agrícolas identificados en la cuenca. Municipios como Pasca, Cabrera, San Bernardo y Arbeláez registran demandas significativas de agua asociadas a estas actividades productivas. En Pasca, la demanda agrícola alcanza 35.359 miles de m³/año, mientras que Cabrera registra 34.220 miles de m³/año. Por su parte, San Bernardo y Arbeláez presentan demandas de 9.945 y 3.246 miles de m³/año, respectivamente.

La actividad pecuaria constituye igualmente un componente importante de la economía regional. La provincia del Sumapaz destina más de 52.500 ha a pastos y sistemas ganaderos, configurando un paisaje productivo donde la disponibilidad de agua resulta determinante para el mantenimiento de la producción. Municipios como Gutiérrez, Venecia, San Bernardo, Sibaté y Soacha complementan este sistema productivo mediante actividades agropecuarias que dependen de las corrientes y nacimientos asociados a las áreas de alta montaña.

Las mayores demandas agrícolas se concentran en subcuencas como río Panches, río Cuja y río Medio Sumapaz, territorios donde el recurso hídrico desempeña un papel fundamental para la estabilidad de los sistemas productivos y para el sostenimiento de las economías rurales locales.

Sector productivo en la vertiente Orinoco

En la vertiente oriental, los municipios de Acacias, Guamal, Cubarral, Lejanías, Mesetas y La Uribe desarrollan actividades agrícolas, pecuarias y piscícolas asociadas a las cuencas de los ríos Guayabero, Guape, Ariari y Guayuriba. Estas actividades dependen de la disponibilidad de agua proveniente de las áreas de cabecera vinculadas al Páramo Cruz Verde Sumapaz.

Los resultados del Estudio Nacional del Agua (ENA 2022) muestran que en las subzonas hidrográficas río Guayabero Alto (3201), río Guape (3202), río Ariari (3206) y río Guayuriba (3502) el sector agrícola representa más del 55 % de la demanda hídrica total. Esta situación evidencia una dependencia significativa de los recursos hídricos para el desarrollo de las actividades productivas que caracterizan amplios sectores rurales del departamento del Meta.

De manera complementaria, el departamento del Meta concentra una proporción relevante de la huella hídrica azul asociada a la actividad pecuaria nacional, reflejando la importancia del recurso hídrico para los sistemas ganaderos presentes en las cuencas que reciben aportes desde el Páramo Cruz Verde Sumapaz. En el departamento del Huila, el municipio de Colombia mantiene igualmente relaciones funcionales con las cuencas abastecidas por corrientes asociadas al sistema Sumapaz.

2.3.3.13 Calidad del agua y sostenibilidad productiva

La dependencia de las actividades productivas no está asociada únicamente a la cantidad de agua disponible, sino también a sus condiciones de calidad. Los resultados obtenidos para el Índice de Calidad del Agua (ICA) y el Índice de Alteración Potencial de la Calidad del Agua (IACAL) muestran que las áreas de cabecera vinculadas a ecosistemas de páramo presentan las mejores condiciones de calidad del recurso hídrico dentro de las cuencas analizadas.

Esta situación favorece el desarrollo de actividades agropecuarias y reduce los requerimientos de tratamiento o acondicionamiento del agua para distintos usos productivos. Por el contrario, el deterioro de las coberturas naturales en las áreas de nacimiento puede generar incrementos en los costos asociados al manejo del recurso hídrico y afectar las condiciones ambientales requeridas para la sostenibilidad de diversas actividades económicas.

Los resultados del Índice de Vulnerabilidad al Desabastecimiento Hídrico (IVDH) evidencian que los sectores productivos localizados en las cuencas asociadas al Páramo



Cruz Verde Sumapaz presentan una dependencia significativa de los procesos naturales de regulación desarrollados en las áreas de páramo. En condiciones de año seco, las restricciones sobre la disponibilidad hídrica afectan de manera prioritaria a los usos productivos, particularmente en aquellas subcuencas donde la demanda agrícola representa la mayor proporción de los usos consuntivos del agua.

En conjunto, la información analizada muestra que las actividades agrícolas, pecuarias, piscícolas y demás sistemas productivos presentes en las vertientes Magdalena–Cauca y Orinoco mantienen una estrecha dependencia respecto a los recursos hídricos generados y regulados por Páramo Cruz Verde Sumapaz. Esta relación evidencia que la conservación de los ecosistemas de alta montaña constituye un factor relevante para la sostenibilidad económica de los territorios que dependen de los servicios ecosistémicos asociados al recurso hídrico (Tabla 2-34).

TABLA 2-34 ACTIVIDADES PRODUCTIVAS Y DEMANDA DE RECURSO HÍDRICO POR SUBZONA HIDROGRÁFICA

SZH	Nombre	Vertiente	Municipios del páramo con actividad productiva documentada	Demanda agrícola	Demanda pecuaria	Demanda industrial	Demanda doméstica	Actividades productivas principales
2119	Río Sumapaz	Magdalena	Pasca, Cabrera, Gutiérrez, Arbeláez, San Bernardo, Venecia, Sibaté, Soacha, Bogotá D.C. (L20)	75% (183.122 miles m ³ /año)	2,6% (6.395)	15,7% (38.234)	6,8% (16.511)	Papa, frijol, arveja, cebolla bulbo, habichuela, zanahoria, tomate, mora, maíz; ganadería bovina; actividades industriales y turísticas en corredor bajo de la cuenca
2120	Río Bogotá	Magdalena	Bogotá D.C. (múltiples localidades), La Calera, Soacha, Sibaté, Chipaque, Ubaque, Une, Choachí, Fosca, Guayabetal	~39%	~12%	~28% (energía)	~12%	Flores de corte, hortalizas, papa, frutales; servicios urbanos y periurbanos; generación de energía hidroeléctrica y termoeléctrica

SZH	Nombre	Vertiente	Municipios del páramo con actividad productiva documentada	Demanda agrícola	Demanda pecuaria	Demanda industrial	Demanda doméstica	Actividades productivas principales
2114	Río Cabrera	Magdalena	Cabrera (porción alta), Colombia (Huila)	~39%	~8%	Bajo	~12%	Papa, ganadería de leche y doble propósito, frijol, cultivos transitorios de clima frío
3206	Río Ariari	Orinoco	Acacias, Guamal, Lejanías, El Castillo, Mesetas	>55%	~11%	Bajo	Menor	Ganadería bovina extensiva, cítricos (naranja, mandarina), plátano, yuca, maíz, palma; producción lechera
3202	Río Guapé	Orinoco	Mesetas, Cubarral	>55%	~11%	Bajo	Menor	Ganadería bovina, cultivos transitorios, maíz, yuca; economías campesinas de subsistencia
3201	Río Guayabero Alto	Orinoco	La Uribe	>55%	~11%	Bajo	Menor	Ganadería extensiva, café en zonas de ladera, agricultura de pancoger; economía

SZH	Nombre	Vertiente	Municipios del páramo con actividad productiva documentada	Demanda agrícola	Demanda pecuaria	Demanda industrial	Demanda doméstica	Actividades productivas principales
								campesina
3502	Río Guayuriba	Orinoco	Chipaqué, Ubaque, Une, Choachí, Fosca, Guayabetal	>55%	~11%	Bajo	Menor	Papa, hortalizas de clima frío, ganadería de leche; actividades de agricultura campesina en laderas

Fuente: CAR–CORTOLIMA, POMCA río Sumapaz, Tablas 3.6.90, 3.6.92 y 3.6.93 (2017). IDEAM, ENA 2022, Tabla 49 (2023). PNN Sumapaz, Plan Básico de Manejo (2005). Resolución 1434 de 2017, MADS.



2.3.3.14 Dependencia de ecosistemas acuáticos y áreas de importancia ambiental

La dependencia territorial asociada al Páramo Cruz Verde Sumapaz trasciende las poblaciones humanas y las actividades productivas, extendiéndose a los ecosistemas acuáticos y terrestres que dependen de los recursos hídricos generados y regulados en las áreas de alta montaña. Los servicios ecosistémicos asociados a la provisión, regulación y mantenimiento de la calidad del agua contribuyen al funcionamiento ecológico de ríos, quebradas, humedales, acuíferos, bosques riparios y demás ecosistemas localizados aguas abajo de las áreas de páramo.

El Plan Básico de Manejo del Parque Nacional Natural Sumapaz reconoce al Páramo Cruz Verde Sumapaz como una de las principales áreas generadoras y reguladoras de recursos hídricos del centro del país, debido a que sus nacimientos, cauces y sistemas lagunares distribuyen agua hacia las vertientes Magdalena–Cauca y Orinoco. Esta condición convierte a este páramo en un elemento fundamental para el mantenimiento de la funcionalidad ecológica de amplios territorios localizados dentro y fuera de su ámbito geográfico inmediato.

Sistemas ecológicos dependientes del recurso hídrico

El Plan Básico de Manejo del Parque Nacional Natural Sumapaz establece como uno de sus objetivos de conservación la protección de los sistemas hídricos asociados a las cuencas altas de los ríos Tunjuelo, Cabrera, Sumapaz, Ariari, Guape, Duda y Blanco, reconociendo su importancia para el mantenimiento de servicios ecosistémicos en Bogotá D.C., Cundinamarca y Meta. Este objetivo refleja la estrecha relación existente entre la conservación de los ecosistemas de alta montaña y el funcionamiento de los sistemas ecológicos asociados a estas cuencas.

Los sistemas lagunares constituyen uno de los componentes más representativos de esta dependencia ecológica. El Parque Nacional Natural Sumapaz alberga una de las mayores concentraciones de lagunas de alta montaña del país, entre las que se destacan las lagunas Chisacá, Negra, Larga, La Balsa, La Guitarra, del Medio, del Nevado, Larga de los Sitiales, Primavera, Cajón, El Gallo, El Barrisal, El Cobre, Gobernador y Andabobos. A estos sistemas se suman los complejos de humedales asociados a las hoyas del Nevado, Sitiales, Alsacia, Bogotacito, Media Naranja y Taquegrande, los cuales cumplen funciones de almacenamiento, regulación y liberación gradual del agua, además de servir como hábitat para numerosas especies de flora y fauna.

De manera complementaria, el POMCA del río Sumapaz identificó 1.091 humedales distribuidos en la cuenca, con una superficie aproximada de 286,8 ha, de los cuales 38



superan una hectárea de extensión. Estos ecosistemas contribuyen a la regulación hidrológica, la retención de sedimentos, el mantenimiento de la calidad del agua y la conservación de la biodiversidad asociada a ambientes acuáticos.

Caudales ecológicos y funcionamiento de los ecosistemas acuáticos

Los ecosistemas acuáticos presentes en las cuencas asociadas al Páramo Cruz Verde Sumapaz dependen del mantenimiento de caudales que garanticen sus funciones ecológicas esenciales. En el marco del POMCA del río Sumapaz, el caudal ambiental se define como el volumen de agua requerido para asegurar la conservación de los ecosistemas acuáticos y la sostenibilidad de los usos localizados aguas abajo.

Los análisis de regulación hídrica muestran que las subcuencas de la SZH 2119 presentan valores de IRH inferiores a 0,70, condición que evidencia una capacidad de regulación natural moderada a baja. En consecuencia, la permanencia de los ecosistemas acuáticos depende en gran medida de los procesos de almacenamiento y liberación gradual del agua desarrollados en las áreas de páramo y subpáramo. Durante condiciones de año seco, la presión generada por los usos del agua incrementa la vulnerabilidad de los ecosistemas asociados a las corrientes superficiales, especialmente en aquellas subcuencas donde la demanda hídrica alcanza categorías altas y muy altas.

Bosques riparios y conectividad ecológica

Los bosques riparios constituyen otro elemento fundamental de la dependencia ecológica asociada al Páramo Cruz Verde Sumapaz. En la cuenca del río Sumapaz se identificaron aproximadamente 22.529 ha de estas coberturas, las cuales desempeñan funciones relacionadas con la estabilización de cauces, la regulación térmica de las corrientes, la protección de márgenes fluviales, la reducción del transporte de sedimentos y el mantenimiento de corredores biológicos asociados a la red hídrica.

El Plan de Manejo del Parque Nacional Natural Sumapaz documenta además la existencia de conectividad ecológica con el Parque Nacional Natural Chingaza a través de corredores de bosque andino y ecosistemas de páramo localizados sobre la vertiente occidental de la Cordillera Oriental. De igual manera, se reconoce una conexión ecológica con el Parque Nacional Natural Cordillera de los Picachos mediante los ecosistemas de transición andino-amazónica presentes sobre la vertiente oriental. Estas relaciones ecológicas dependen de la permanencia de las condiciones hidrológicas que sostienen los hábitats asociados a dichas áreas.

Biodiversidad asociada a los ecosistemas hídricos

La dependencia ecológica también se manifiesta en las especies que utilizan los ecosistemas acuáticos y las áreas húmedas asociadas al Páramo Cruz Verde Sumapaz. Entre las especies objeto de conservación identificadas en el Plan de Manejo del Parque Nacional Natural Sumapaz se encuentran la danta de páramo (*Tapirus pinchaque*), el oso andino (*Tremarctos ornatus*), la nutria gigante (*Pteronura brasiliensis*) y la nutria neotropical (*Lontra longicaudis*), además de diversas especies de aves y flora endémica asociadas a humedales, turberas y ambientes de alta montaña.

La permanencia de estas especies depende de la disponibilidad de agua, de la conservación de los sistemas lagunares y humedales, y del mantenimiento de condiciones adecuadas de calidad hídrica en los ecosistemas donde desarrollan sus ciclos de vida.

2.3.3.15 Dependencia ecológica y conservación del Páramo Cruz Verde Sumapaz

Los resultados obtenidos para los indicadores de regulación hídrica, calidad del agua y vulnerabilidad evidencian que los ecosistemas acuáticos y terrestres asociados a las cuencas de este páramo mantienen una relación directa con los procesos hidrológicos desarrollados en las áreas de páramo y alta montaña. La disponibilidad de agua, el mantenimiento de los caudales ecológicos, la conectividad entre ecosistemas y las condiciones de calidad del recurso constituyen factores determinantes para la conservación de la biodiversidad y el funcionamiento de los sistemas ecológicos presentes en las vertientes Magdalena–Cauca y Orinoco.

En este contexto, la dependencia ecológica del Páramo Cruz Verde Sumapaz trasciende los límites administrativos y las áreas protegidas existentes. Los humedales, lagunas, bosques riparios, corredores ecológicos, ecosistemas acuáticos y especies asociadas a estos ambientes dependen de la permanencia de los procesos de captación, almacenamiento, regulación y liberación gradual del agua que caracterizan a los ecosistemas de páramo. La conservación de estas funciones ecológicas resulta fundamental para mantener la integridad ecológica de las cuencas hidrográficas y de los ecosistemas que reciben los beneficios derivados de los servicios ecosistémicos asociados al recurso hídrico.

Dependencia territorial por subzona hidrográfica

Los análisis desarrollados en los numerales anteriores permiten identificar distintos niveles y tipos de dependencia territorial respecto a los servicios ecosistémicos asociados al recurso hídrico generados por el Páramo Cruz Verde Sumapaz. Estas relaciones se

expresan de manera diferenciada entre las siete subzonas hidrográficas vinculadas al páramo, en función de sus condiciones de abastecimiento, demanda hídrica, actividades productivas, ecosistemas dependientes y niveles de presión sobre el recurso (Tabla 2-35).

TABLA 2-35 DEPENDENCIA DEL RECURSO HÍDRICO POR SUBZONA HIDROGRÁFICA

SZH	Nombre	Dependencia abastecimiento humano	Dependencia productiva	Dependencia ecológica	Nivel general	Fundamento técnico principal
2119	Río Sumapaz	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta	112 microcuencas abastecedoras (60 % del área); demanda total de 244.262 miles m ³ /año; sector agrícola 75 %; totalidad de las subcuencas con IV < 0,70 en año seco; función estratégica reconocida por el PNN Sumapaz
2120	Río Bogotá	Muy Alta	Alta	Alta	Muy Alta	Sistema Sur de Bogotá (embalses Chisacá y La Regadera); IUA Crítica en año seco; categoría Muy Alta en el análisis integrado del ENA 2022; dependencia de los aportes hídricos generados en el páramo
2114	Río Cabrera	Alta	Alta	Alta	Alta	Abastecimiento rural dependiente de nacimientos de alta montaña; actividades agropecuarias de clima frío; función de regulación hídrica reconocida en instrumentos

SZH	Nombre	Dependencia abastecimiento humano	Dependencia productiva	Dependencia ecológica	Nivel general	Fundamento técnico principal
						territoriales
3206	Río Ariari	Media	Alta	Alta	Alta	Demanda agrícola superior al 55 %; importancia para actividades agropecuarias regionales; cuencas altas reconocidas por el PNN Sumapaz como proveedoras de servicios ambientales
3202	Río Guapé	Media	Alta	Alta	Alta	Actividades agrícolas y pecuarias dependientes de la regulación hídrica; baja presión relativa sobre la oferta; dependencia ecológica asociada a sistemas de cabecera
3201	Río Guayabero Alto	Media	Alta	Alta	Alta	Amplia participación de áreas de alta montaña en la regulación de caudales; presencia de sistemas lagunares y ecosistemas estratégicos asociados

SZH	Nombre	Dependencia abastecimiento humano	Dependencia productiva	Dependencia ecológica	Nivel general	Fundamento técnico principal
3502	Río Guayuriba	Media	Alta	Alta	Alta	Demanda agrícola predominante; función de conectividad ecológica regional; dependencia de la oferta hídrica generada en las áreas de cabecera

La subzona hidrográfica río Sumapaz (2119) concentra el mayor nivel de dependencia territorial identificado dentro del área de estudio. Esta condición se explica por la convergencia de los tres componentes analizados: abastecimiento humano, actividades productivas y dependencia ecológica. La presencia de 112 microcuencas abastecedoras activas, una demanda hídrica total de 244.262 miles de m³/año y la función ecológica reconocida para las cuencas altas del sistema Sumapaz evidencian una relación directa entre la conservación del Páramo Cruz Verde Sumapaz y la seguridad hídrica regional. Adicionalmente, los resultados del POMCA muestran que la totalidad de las subcuencas presentan condiciones de vulnerabilidad al desabastecimiento durante los períodos de estiaje, situación que refuerza la importancia de los procesos de regulación desarrollados en las áreas de páramo.

La subzona hidrográfica río Bogotá (2120) presenta igualmente una dependencia territorial muy alta debido a su relación con el abastecimiento de agua para Bogotá D.C. y los municipios localizados en su área de influencia. Los aportes hídricos provenientes de las áreas de páramo asociadas al páramo contribuyen al funcionamiento del Sistema de Abastecimiento Sur, conformado por los embalses Chisacá y La Regadera. Los análisis del ENA 2022 ubican esta subzona entre las de mayor presión hídrica del país, alcanzando categoría Crítica del Índice de Uso del Agua (IUA) en condiciones de año seco y categoría Muy Alta en el análisis integrado de presión sobre el recurso.

La subzona hidrográfica río Cabrera (2114) presenta una dependencia alta asociada al abastecimiento de poblaciones rurales, actividades agropecuarias de montaña y ecosistemas vinculados a las cuencas de cabecera. La ausencia de fuentes alternativas de abastecimiento en amplios sectores rurales incrementa la importancia de los recursos hídricos generados en las áreas de páramo y subpáramo, particularmente para las actividades agrícolas y pecuarias desarrolladas en la región.

Las subzonas hidrográficas de la vertiente Orinoco —río Guayabero Alto (3201), río Guapé (3202), río Ariari (3206) y río Guayuriba (3502)— presentan una dependencia territorial asociada principalmente al mantenimiento de actividades agropecuarias, la conservación de ecosistemas acuáticos y la disponibilidad de agua para territorios rurales del departamento del Meta. Aunque los niveles de presión sobre el recurso hídrico son inferiores a los observados en la vertiente Magdalena–Cauca, estas cuencas dependen de manera significativa de los procesos de regulación desarrollados en las áreas de páramo y alta montaña para mantener la oferta hídrica requerida por los sistemas productivos y ecológicos.

En estas subzonas, el sector agrícola representa más del 55 % de la demanda hídrica total, situación que evidencia la estrecha relación entre la disponibilidad de agua y la sostenibilidad de las actividades económicas regionales. De igual manera, los objetivos de conservación del Parque Nacional Natural Sumapaz reconocen explícitamente la importancia de las cuencas altas de los ríos Ariari, Guapé y Duda como proveedoras de servicios ambientales para el departamento del Meta, lo que refuerza la relevancia ecológica e hidrológica de estas áreas.

El análisis territorial evidencia que la dependencia respecto al Páramo Cruz Verde Sumapaz no se distribuye de manera homogénea. Las mayores presiones y demandas se concentran en las subzonas hidrográficas río Sumapaz y río Bogotá, donde convergen sistemas de abastecimiento humano, actividades productivas intensivas y ecosistemas estratégicos altamente dependientes de los procesos de regulación hídrica. En contraste, las subzonas de la vertiente Orinoco presentan menores niveles de presión actual sobre el recurso, aunque mantienen una dependencia significativa asociada al sostenimiento de actividades productivas y al mantenimiento de la funcionalidad ecológica de las cuencas de cabecera.

En conjunto, los resultados permiten concluir que las siete subzonas hidrográficas asociadas al Páramo Cruz Verde Sumapaz mantienen relaciones funcionales de dependencia respecto a los servicios ecosistémicos asociados al recurso hídrico. No obstante, la intensidad y naturaleza de dicha dependencia varía según las características de cada territorio, la magnitud de las demandas existentes y el grado de vinculación de las poblaciones, actividades económicas y ecosistemas con los recursos hídricos generados en las áreas de páramo y alta montaña.

2.3.3.16 Síntesis de la dependencia territorial del recurso hídrico

El análisis realizado evidencia que los servicios ecosistémicos asociados al recurso hídrico generados por el Páramo Cruz Verde Sumapaz sostienen múltiples relaciones de dependencia territorial que involucran poblaciones humanas, actividades productivas y



ecosistemas localizados tanto en la vertiente Magdalena–Cauca como en la vertiente Orinoco. Estas dependencias se manifiestan en diferentes escalas espaciales y funcionales, desde los sistemas de abastecimiento veredal hasta los sistemas regionales de suministro de agua, así como en la sostenibilidad de actividades económicas y procesos ecológicos asociados a las cuencas hidrográficas que reciben aportes directos del páramo.

La dependencia para abastecimiento humano constituye la expresión más evidente de esta relación. En la cuenca del río Sumapaz se identifican 112 microcuencas abastecedoras activas que suministran agua a municipios, centros poblados y sistemas veredales, mientras que en la cuenca del río Bogotá los aportes provenientes de las áreas de páramo contribuyen al funcionamiento del Sistema de Abastecimiento Sur de Bogotá. La importancia estratégica de estas fuentes se refleja en los resultados de vulnerabilidad hídrica, que muestran condiciones de presión alta y muy alta en las subzonas hidrográficas río Sumapaz (2119) y río Bogotá (2120).

La dependencia productiva se concentra principalmente en el sector agropecuario. En la subzona hidrográfica río Sumapaz, la agricultura representa el 75 % de la demanda hídrica total, mientras que en las subzonas de la vertiente Orinoco supera el 55 % de los usos consuntivos del agua. Esta condición evidencia que la disponibilidad y regulación del recurso hídrico son factores determinantes para la sostenibilidad de los sistemas agrícolas y pecuarios desarrollados en los municipios vinculados al Páramo Cruz Verde Sumapaz.

Desde la perspectiva ecológica, la dependencia se expresa a través de la conservación de humedales, lagunas altoandinas, bosques riparios, corredores ecológicos y ecosistemas acuáticos que requieren la permanencia de los procesos de regulación hídrica desarrollados en las áreas de páramo. Los sistemas lagunares del Parque Nacional Natural Sumapaz, los 1.091 humedales identificados en la cuenca del río Sumapaz y las 22.529 ha de bosque ripario constituyen elementos fundamentales para el mantenimiento de la conectividad ecológica y de la biodiversidad asociada a las cuencas de las vertientes Magdalena–Cauca y Orinoco.

Los resultados obtenidos para los indicadores de uso, regulación, vulnerabilidad y calidad del agua muestran que las mayores dependencias territoriales se concentran en las subzonas hidrográficas río Sumapaz (2119) y río Bogotá (2120), donde coinciden elevadas demandas de agua, importantes sistemas de abastecimiento humano y ecosistemas estratégicos cuya funcionalidad depende de los procesos de regulación desarrollados en las áreas de alta montaña. En contraste, las subzonas hidrográficas de la vertiente Orinoco presentan menores niveles de presión actual sobre el recurso hídrico, aunque mantienen una alta dependencia asociada al sostenimiento de actividades agropecuarias y a la conservación de ecosistemas de importancia regional.



En conjunto, la información analizada permite concluir que el Páramo Cruz Verde Sumapaz constituye un soporte esencial para la seguridad hídrica regional. La provisión de agua, la regulación de caudales, el mantenimiento de la calidad del recurso y la reducción de riesgos asociados a la variabilidad hidrológica sustentan el bienestar de las poblaciones, la viabilidad de las actividades productivas y la integridad ecológica de las cuencas hidrográficas vinculadas al páramo. En consecuencia, la conservación de los ecosistemas de páramo, subpáramo y bosque altoandino asociados al complejo de páramos Cruz Verde Sumapaz representa una condición necesaria para garantizar la permanencia de los beneficios ambientales que reciben los territorios localizados aguas abajo.