



Rad. IDEAM: (20249910080424)

\*20241000085021\*

**Al contestar por favor cite estos datos**

Radicado No.: **20241000085021**

Fecha: **15 agosto 2024**

Bogotá D.C.,

Doctora

**MARIA SUSANA MUHAMAD GONZÁLEZ**

Ministra de Ambiente y Desarrollo Sostenible

Calle 37 N° 8-40, Bogotá DC

[despachoministra@minambiente.gov.co](mailto:despachoministra@minambiente.gov.co)

### **Referencia: Solicitud Concepto Técnico**

Cordial saludo

En respuesta a la solicitud enviada a este instituto con radicado de salida Minambiente 10002024E2030135 y radicado IDEAM 20249910080424, en la que se solicita **Concepto Técnico soportado en la información relevante existente que refiera las afectaciones y/o impactos ambientales generados por la actividad de minería subterránea de metálicos en función de la escala de desarrollo (pequeña, mediana o grande)** con énfasis en la cuenca alta del Río Lebrija a la altura de la Cuenca del Suratá y Cachira Sur (provincia de Soto Norte del departamento de Santander). Me permito dar respuesta a continuación de acuerdo con los enfoques del análisis solicitado y un contexto inicial del enfoque de la respuesta.

En el contexto de la solicitud en cuanto a **"...las afectaciones y/o impactos ambientales generados por la actividad de minería subterránea de metálicos en función de la escala de desarrollo (pequeña, mediana o grande) con énfasis en la cuenca alta del Río Lebrija a la altura de la Cuenca del Suratá y Cachira Sur (provincia de Soto Norte del departamento de Santander)"**, es importante aclarar que el Instituto no cuenta con estudios específicos que metodológicamente estén orientados a

Página | 1



identificar las afectaciones y/o impactos mencionados, en general los estudios tienen un carácter nacional y pueden brindar información o resultados en diferentes componentes a nivel municipal.

Por lo anterior, el contexto de las temáticas abordadas en este concepto corresponde a la presentación de las características existentes o proyectadas en actividades realizadas o estudios elaborados por el Ideam que describen condiciones, características o vulnerabilidades de los municipios o zonas referidas, que pueden considerarse parte de las condiciones actuales y futuras del territorio bajo las consideraciones metodológicas y alcance descritas en los estudios referenciados, que representan la situación de la región frente a las consideraciones en cuanto al desarrollo de actividades de minería subterránea sobre las cuales las demás entidades a las que se solicitó el concepto presentarán información más específica.

- **Proyección de escenarios de cambio climático y descripción de niveles de riesgo, sensibilidad y vulnerabilidad, así como proyección de temperatura y precipitación promedio en cada rango temporal analizado.**

### **Niveles de Riesgo, Sensibilidad y Vulnerabilidad**

El IDEAM cuenta con información sobre la vulnerabilidad y el riesgo por cambio climático para cada uno de los municipios del país, incluyendo los del departamento de Santander, en donde la representación de los índices de vulnerabilidad y riesgo corresponden con valores relativos, basados en la comparación de los datos de cada municipio con los demás que conforman el territorio nacional colombiano. En lo referente a ***"...las afectaciones y/o impactos ambientales generados por la actividad de minería subterránea de metálicos en función de la escala de desarrollo (pequeña, mediana o grande) con énfasis en la cuenca alta del Río Lebrija a la altura de la Cuenca del Suratá y Cachira Sur (provincia de Soto Norte del departamento de Santander)"***, se aclara que el instituto no cuenta con estudios específicos que permitan identificar las afectaciones y/o impactos mencionados, dado que los análisis realizados por el IDEAM se han enfocado en los impactos potenciales de los cambios en la precipitación y la temperatura sobre el territorio, y no la manera como actividades desarrolladas a escala local o regional podrían estar afectando el clima de un área específica.



Es importante resaltar que en la Tercera Comunicación Nacional de Cambio Climático (TCNCC) (IDEAM et al., 2017)<sup>1</sup>, que fue presentada ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, se realizó el Análisis de vulnerabilidad y riesgo por cambio climático para todo el territorio colombiano a partir de 113 indicadores (presentados en el Anexo 1 de dicho estudio) distribuidos en los componentes de Amenaza, Sensibilidad y Capacidad Adaptativa, para seis dimensiones territoriales correspondientes con Seguridad Alimentaria, Recurso Hídrico, Biodiversidad y Servicios Ecosistémicos, Salud, Hábitat Humano e Infraestructura. ***Se aclara que el alcance de dicho análisis es un indicativo de la vulnerabilidad y el riesgo por cambio climático para cada unidad territorial municipal del país, en función de la batería de indicadores que se utilizó para los cálculos.*** Por lo anterior, se entrega información sobre el análisis realizado con una perspectiva nacional, que por su alcance no hace énfasis en "...las afectaciones y/o impactos ambientales generados por la actividad de minería subterránea de metálicos...".

Los efectos potenciales del cambio climático se encuentran representados en el componente de Amenaza, el cual se evaluó en función de los elementos expuestos susceptibles de impacto por los cambios en la precipitación y la temperatura, simulados para el escenario RCP 6.0 del periodo 2011-2040. A partir de la Amenaza y la vulnerabilidad del territorio se calculó posteriormente el riesgo por cambio climático para todo el país.

Específicamente para el área de interés, fue posible identificar que el índice general de riesgo por cambio climático es Muy Bajo en todos los municipios de análisis, lo que a su vez se relaciona con la Vulnerabilidad que es Muy Baja y los valores de Amenaza que se encuentran entre Bajo y Medio. Por otra parte, se encontró que la capacidad adaptativa en la mayoría de estos municipios es alta, lo que se traduce en la capacidad de respuesta frente a los efectos o impactos del cambio climático:

---

<sup>1</sup> IDEAM, PNUD, MADS, DNP, CANCELLERÍA. 2017. Análisis de vulnerabilidad y riesgo por cambio climático en Colombia. Tercera Comunicación Nacional de Cambio Climático. IDEAM, PNUD, MADS, DNP, CANCELLERÍA, FMAM. Bogotá D.C., Colombia.

Tabla 1. Índice general de riesgo por cambio climático

Municipio	Amenaza	Sensibilidad	Capacidad Adaptativa	Vulnerabilidad	Riesgo
CALIFORNIA	0,468 Bajo	0,279 Bajo	0,885 Muy Alto	0,121 Muy Bajo	0,140 Muy Bajo
CHARTA	0,474 Bajo	0,247 Bajo	0,818 Alto	0,120 Muy Bajo	0,139 Muy Bajo
SURATÁ	0,540 Medio	0,249 Bajo	0,753 Medio	0,124 Muy Bajo	0,154 Muy Bajo
TONA	0,564 Medio	0,219 Muy Bajo	0,860 Alto	0,112 Muy Bajo	0,139 Muy Bajo
VETAS	0,515 Bajo	0,257 Bajo	0,793 Alto	0,123 Muy Bajo	0,149 Muy Bajo

En términos de los análisis por dimensión territorial, se encontró que recursos hídricos es la que cuenta con mayor riesgo por cambio climático, seguida por Biodiversidad y Servicios Ecosistémicos, y Seguridad Alimentaria. En cuanto a las dimensiones de Salud, Hábitat Humano e Infraestructura, los valores de riesgo fueron muy bajos:

Tabla 2. Categorías de vulnerabilidad por cambio climático

MUNICIPIO	RIESGO POR DIMENSIÓN											
	SA		RH		BD		S		HH		I	
	Contribución	Valor	Contribución	Valor	Contribución	Valor	Contribución	Valor	Contribución	Valor	Contribución	Valor
SURATÁ	36,70%	0,193	6,09%	0,570	9,63%	0,198	6,53%	0,134	24,14%	0,107	16,92%	0,128
VETAS	36,33%	0,198	5,78%	0,517	9,85%	0,139	6,84%	0,141	24,14%	0,105	17,06%	0,129
TONA	36,85%	0,213	5,44%	0,399	9,91%	0,270	6,34%	0,135	25,04%	0,103	16,42%	0,131
CHARTA	35,96%	0,189	5,49%	0,460	9,83%	0,287	6,62%	0,139	25,23%	0,105	16,87%	0,130
CALIFORNIA	34,50%	0,176	5,75%	0,519	10,14%	0,225	6,04%	0,130	26,39%	0,105	17,17%	0,129

RH: Recurso Hídrico, BD: Biodiversidad y Servicios Ecosistémicos, SA: Seguridad Alimentaria, s:Salud, HH: Hábitat Humano, Infraestructura



IPCC, la generación de los nuevos escenarios de cambio climático para Colombia, basado en dicho reporte, se encuentra en elaboración por parte del Ideam.

En general el departamento de Santander no presentaría aumentos representativos de precipitación en el período 2011-2040. Se pueden presentar efectos locales que no necesariamente coinciden con el promedio departamental.

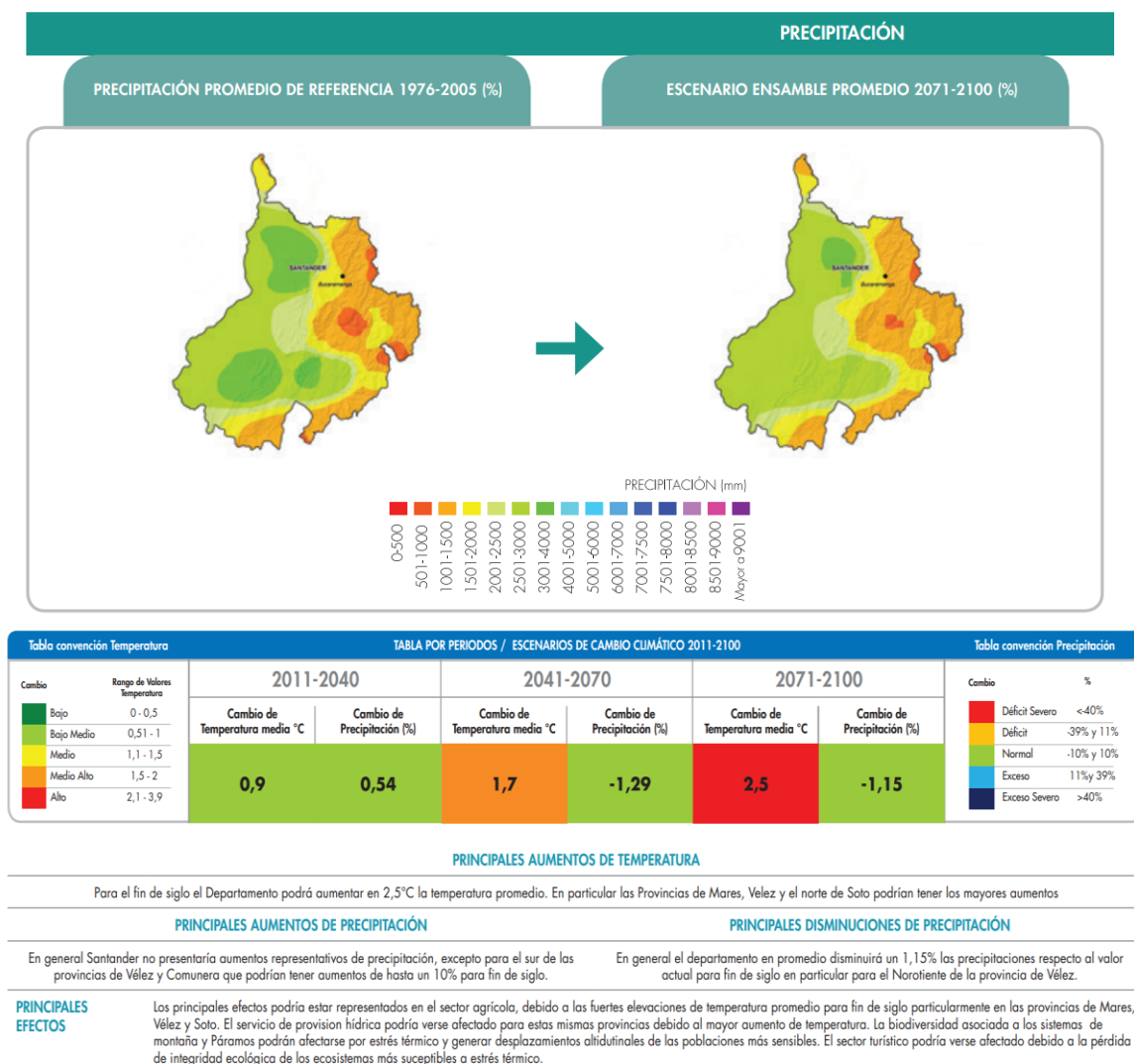


Figura 2. Cambios esperados por cambio climático para precipitación y temperatura

**Fuente: IDEAM, PNUD, MADS, DNP, CANCELLERÍA. 2015. Nuevos Escenarios de Cambio Climático para Colombia 2011- 2100 Herramientas Científicas para la Toma de Decisiones – Enfoque Nacional – Departamental: Tercera Comunicación Nacional de Cambio Climático.**



Los escenarios de la tercera comunicación indican para el departamento cambios positivos de precipitación y temperatura respecto al valor promedio (categoría en el rango bajo medio - para temperatura 0,9 grados C y normal para precipitación, + 0.54%), lo anterior para el periodo 2011-2040. El aumento de temperatura es mayor en los periodos 2041-2070 y 2071-2100 y los cambios en precipitaciones en este periodo se esperan por debajo del promedio histórico.

El efecto esperado en estos dos periodos sería negativo para la agricultura, y la provisión hídrica (por cambio en el balance hídrico).

De acuerdo con este estudio, en el periodo 2005-2015 se presentó un incremento de los eventos hidrometeorológicos extremos reportados (inundación, deslizamientos, incendios forestales, vendavales y sequías), con una mayor proporción en las inundaciones (si bien pudo ser por mejora en el reporte, es consistente con los efectos esperados sobre la variabilidad Climática).

- **Análisis del ciclo del agua y vulnerabilidad por desabastecimiento y por riesgo de desastres en el área propuesta, derivado del cambio del clima previsto.**

Si bien la información disponible sobre el ciclo del agua y vulnerabilidad por desabastecimiento con que cuenta el Ideam se encuentra en el Estudio Nacional del Agua, esta se presenta en su mayoría a nivel de Subzona Hidrográfica, siendo esta escala muy general para el objeto de la zona requerida en el presente concepto. Por lo anterior la información que se relaciona a continuación corresponde a la contenida en los productos del Convenio Interadministrativo MADS-IDEAM-INS No. 1240 de 2023 (No. 645 de 2023 IDEAM), en particular el Producto "Caracterización hidrológica del agua superficial en términos de cantidad en la cuenca del río Suratá con información disponible".

En dicho estudio se encuentra que la variabilidad de la oferta hídrica para la cuenca del Río Suratá, indica dos periodos de mayor oferta hídrica al año y valores que pueden ser inferiores a 1 m<sup>3</sup>/s en algunos meses bajo condición seca. La información de estaciones hidrológicas (Puente Pánega-río Vetás y Majadas-río Suratá) da un indicio que la parte alta de la cuenca tiene un rendimiento hídrico menor al de la parte media. Lo anterior indica la necesidad de evaluar el efecto en la escorrentía de las áreas ubicadas abajo de las zonas de páramo como generadores de humedad.

A partir de las simulaciones realizadas a través de modelación hidrológica en el referido estudio, el índice de regulación hídrica en las corrientes representativas de la Zubzona del Río Lebrija (a la Cual pertenece el Río Suratá) indican categorías de Moderada a Baja.

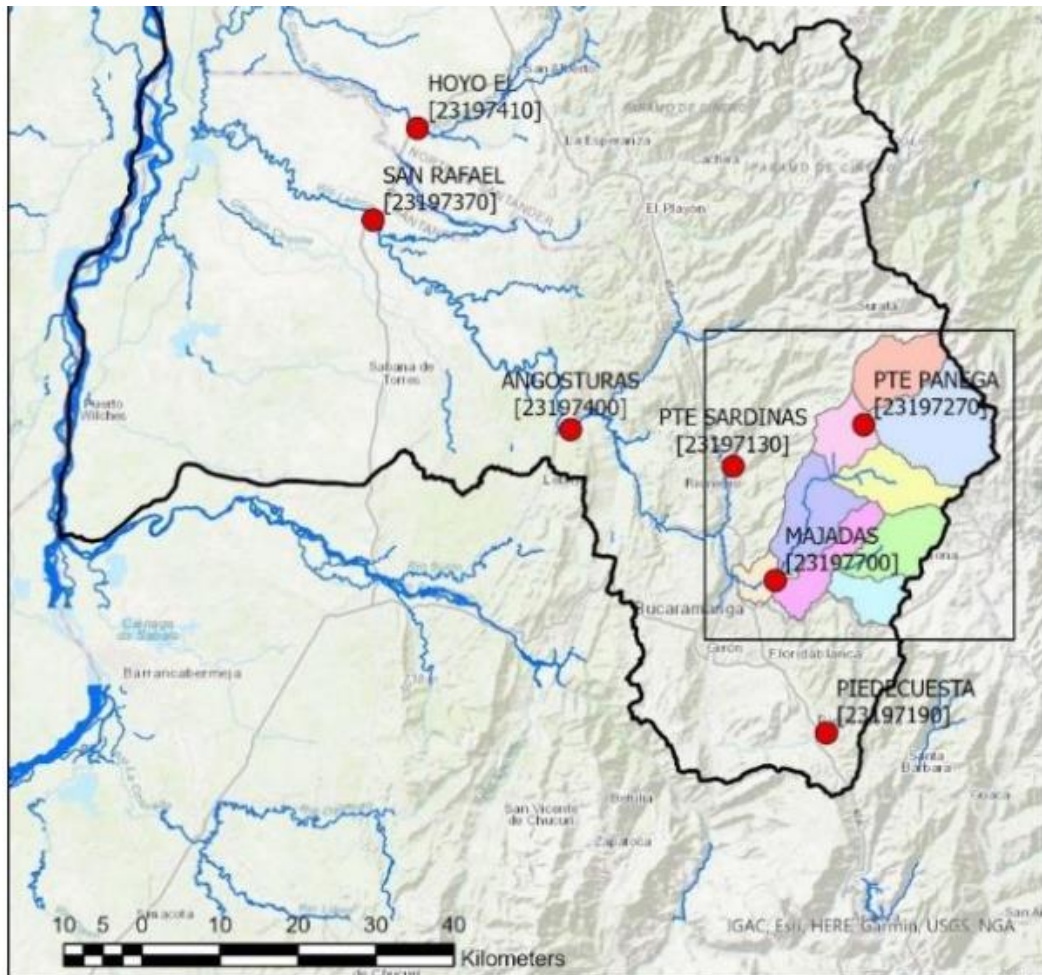


Figura 3. Estaciones hidrológicas localizadas en la cuenca del Río Suratá

Con respecto a la variación intraanual de los caudales, se debe resaltar que todos los canales de la cuenca presentan un ciclo bimodal con periodos altos en los meses de abril-mayo y octubre-noviembre. Este comportamiento deriva del régimen climatológico de la zona. Por otra parte, la variación inter-anual debe considerarse debido a que su origen es la variabilidad climática. De los fenómenos océano atmosféricos que más influye sobre la región del Valle Medio del Magdalena y en este caso la cuenca del Río Suratá, el ENSO (El Niño Southern Oscillation) es quizás el más importante y estudiado. Sus efectos radican en una

intensificación o decaimiento de los valores promedio mensuales de lluvia y caudal.

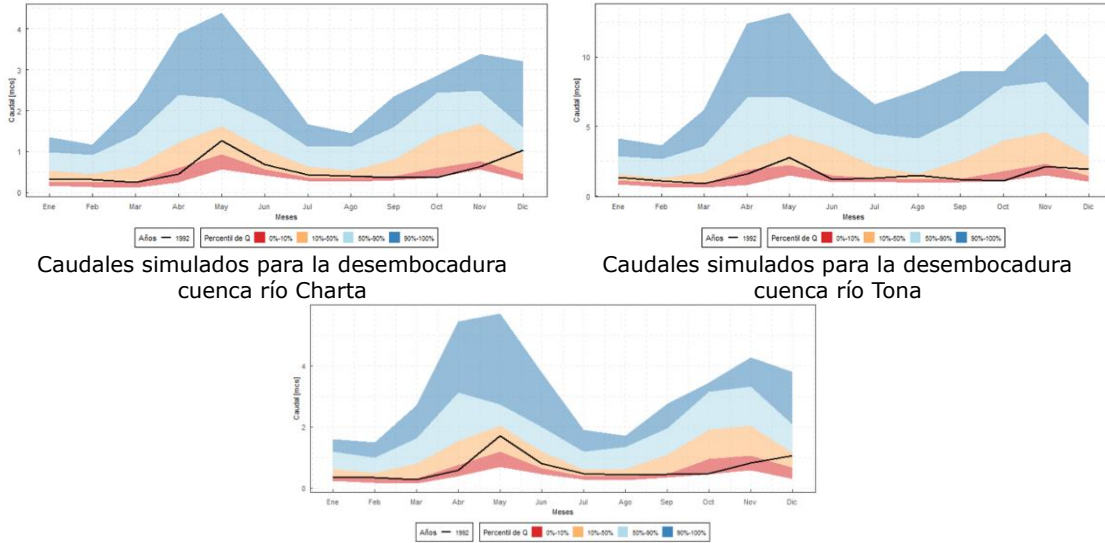
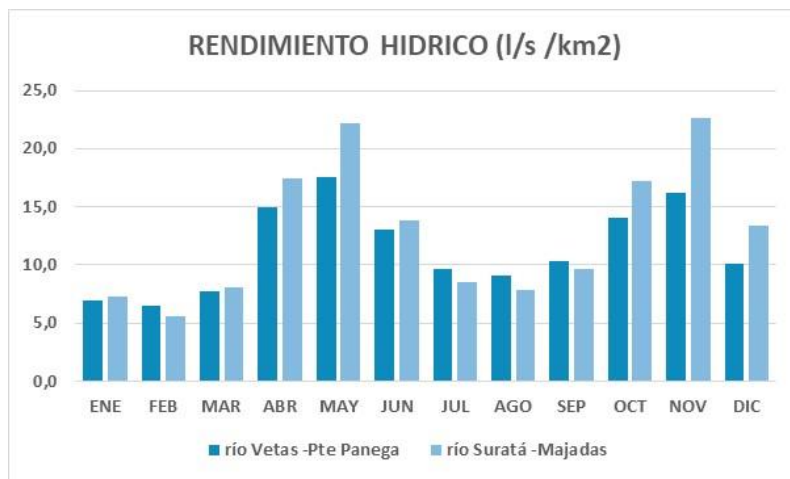


Figura 4. Caudales mensuales en puntos de la cuenca del Río Surata.

A continuación, se presentan los valores y gráfica de los rendimientos hídricos mensuales en dos estaciones hidrológicas de la zona.



Río - Estación	Altitud (msnm)	Periodo serie caudales	RENDIMIENTO HIDRICO ( l/s /km <sup>2</sup> )											
			ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Vetas - Puente Panega	1620	2002-2024	6,996	6,500	7,776	14,947	17,523	13,050	9,658	9,079	10,286	14,114	16,237	10,103
Surata - Majadas	760	1971-2024	7,285	5,555	8,038	17,460	22,157	13,824	8,582	7,909	9,688	17,197	22,629	13,353

Figura 5. Rendimiento hídrico en los ríos Vetás y Surata



Derivado de la información contenida en los estudios referidos, la variabilidad hídrica (en periodos secos principalmente) combinado con los cambios en precipitación y temperatura, pueden significar una reducción leve de los caudales que genera la cuenca en los horizontes referidos en los escenarios de cambio climático, y un mayor efecto de cambios en la variabilidad intra-anual.

Aunado a evaluar o contar con información sobre el rol y aporte relativo de los flujos subsuperficiales y aportes de agua subterránea en esta zona que puedan verse afectados en ríos tributarios en las diferentes escalas de minería en particular cuando se trate de minería subterránea.

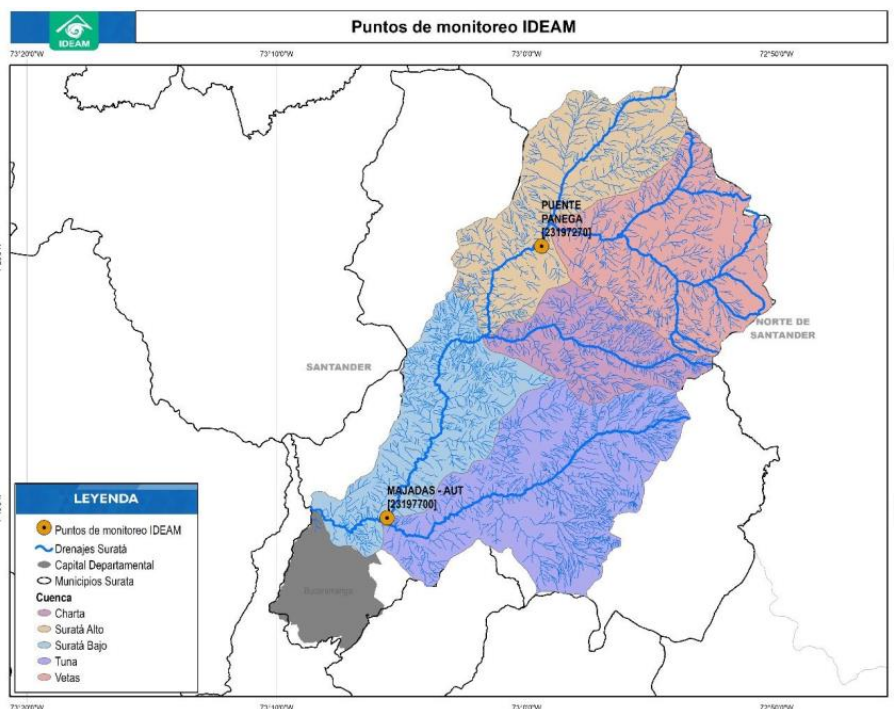
Como referencia a módulo de uso de agua del sector Minero consolidado en el ENA 2022, se tiene (sin diferenciar por ahora la escala de la minería), un valor de 10,74 m<sup>3</sup> de agua por gramo de producción\*, lo anterior servirá para proyectar las potenciales demandas de agua del sector y establecer los límites para procurar la sostenibilidad de aprovechamiento del recurso.

\*Fuente:

[http://www.upme.gov.co/SeccionMineria\\_sp/AREAS\\_INTERVENIDAS.pdf](http://www.upme.gov.co/SeccionMineria_sp/AREAS_INTERVENIDAS.pdf)

- **Análisis de los resultados del monitoreo de calidad de agua de las fuentes hídricas**

En la cuenca del alto Lebrija el IDEAM cuenta con dos puntos de monitoreo de calidad del agua que hacen parte de la red de referencia nacional, los cuales se iniciaron a visitar PUENTE PANEGA [23197270] en el año 2020 y MAJADAS [23197700] en 2021, y se tiene información disponible hasta el 2023.



**Figura 6.** Puntos de monitoreo ubicados en la subcuenca del Suratá, de la Red de Referencia Nacional de Calidad del Agua del Ideam

A continuación, se presentan las variables monitoreadas en los dos puntos.

**Tabla 3.** Variables monitoreadas en los puntos de la red de calidad del Ideam

PUENTE PANEGA [23197270]		MAJADAS [23197700]		
CARBONO ORGANICO TOTAL (COT)	SULFATO	CARBONO ORGANICO TOTAL (COT)	SOLIDOS TOTALES	MERCURIO TOTAL EN SEDIMENTOS
CONDUCTIVIDAD ELECTRICA	TEMPERATURA	CONDUCTIVIDAD ELECTRICA	SULFATO	ALUMINIO TOTAL EN AGUA
DEMANDA QUIMICA DE OXIGENO (DQO)	TURBIDEZ	DEMANDA QUIMICA DE OXIGENO (DQO)	TEMPERATURA	CADMIO TOTAL EN AGUA
FOSFORO REACTIVO DISUELTO	ALUMINIO POTENCIALMENTE BIODISPONIBLE	FOSFORO REACTIVO DISUELTO	TURBIDEZ	COBRE TOTAL EN AGUA
FOSFORO TOTAL	CADMIO POTENCIALMENTE BIODISPONIBLE	FOSFORO TOTAL	ALUMINIO POTENCIALMENTE BIODISPONIBLE	CROMO TOTAL EN AGUA
NITRATO	COBRE POTENCIALMENTE BIODISPONIBLE	NITRATO	CADMIO POTENCIALMENTE BIODISPONIBLE	HIERRO TOTAL EN AGUA
NITRITO	CROMO POTENCIALMENTE BIODISPONIBLE	NITRITO	COBRE POTENCIALMENTE BIODISPONIBLE	MANGANESO TOTAL EN AGUA
NITROGENO AMONIACAL	HIERRO POTENCIALMENTE BIODISPONIBLE	NITROGENO AMONIACAL	CROMO POTENCIALMENTE BIODISPONIBLE	NIQUEL TOTAL EN AGUA
NITROGENO TOTAL	MANGANESO POTENCIALMENTE BIODISPONIBLE	NITROGENO KJELDAHL TOTAL	HIERRO POTENCIALMENTE BIODISPONIBLE	PLOMO TOTAL EN AGUA
OXIGENO DISUELTO (OD)	NIQUEL POTENCIALMENTE BIODISPONIBLE	NITROGENO TOTAL	MANGANESO POTENCIALMENTE BIODISPONIBLE	ZINC TOTAL EN AGUA
pH	PLOMO POTENCIALMENTE BIODISPONIBLE	OXIGENO DISUELTO (OD)	NIQUEL POTENCIALMENTE BIODISPONIBLE	
SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	ZINC POTENCIALMENTE BIODISPONIBLE	pH	PLOMO POTENCIALMENTE BIODISPONIBLE	
SOLIDOS TOTALES	MERCURIO TOTAL EN SEDIMENTOS	SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	ZINC POTENCIALMENTE BIODISPONIBLE	

La evaluación nacional se presenta a partir del análisis del Índice de Calidad del Agua, que identifica sintéticamente las condiciones de la calidad del agua sobre la corriente a la altura de un punto de monitoreo. En el punto Puente Panega, las condiciones de calidad del agua se encuentran en categoría regular en límite de aceptable. En el monitoreo del 2022, donde se evidencia la categoría regular

en límite con calidad mala, una de las variables que influenciaron en ese resultado fue la conductividad eléctrica.

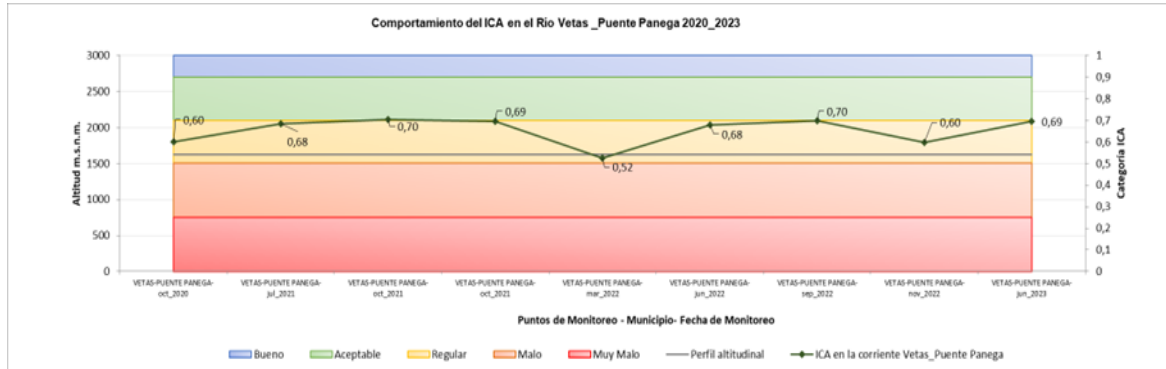


Figura 7. Comportamiento del ICA en la estación Puente Panegas

En cuanto a el punto majadas, las condiciones de calidad del agua se encuentran en categoría regular en límite con aceptable, en el monitoreo realizado en 2021, las condiciones fueron más al límite con categoría mala, una de las variables que influenciaron en ese resultado fue los sólidos suspendidos totales.

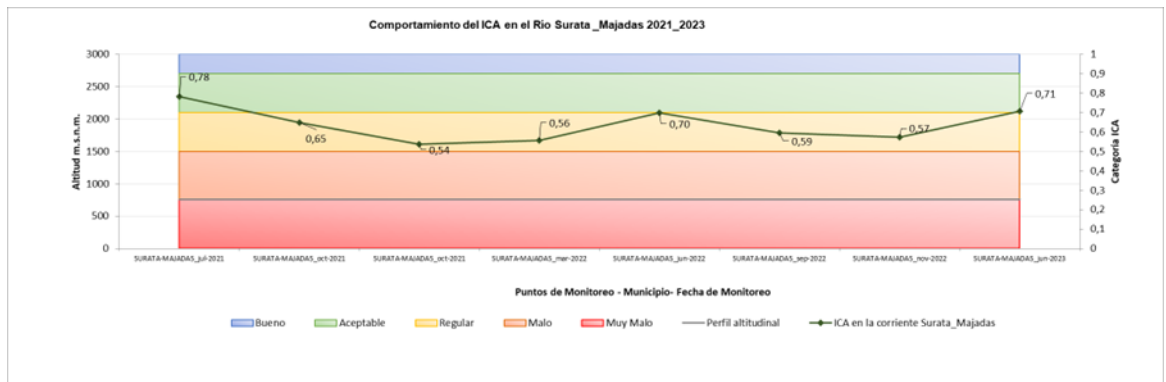


Figura 8. Comportamiento del ICA en la estación Puente Panegas

En los dos puntos de la red nacional se ha identificado concentración de mercurio, por tanto, se recomienda que desde el territorio se haga un monitoreo con mayor frecuencia de dicha variable, adicionalmente de Hierro y Aluminio en agua y sedimentos.

Es importante mencionar que en la zona de interés se ha identificado que la Corporación Autónoma Regional para la Defensa de la Meseta de Bucaramanga - CDMB tiene 15 puntos de calidad de agua, el Acueducto Metropolitano de



Bucaramanga - AMB posee ocho (8) puntos de monitoreo, si bien no se cuenta con un análisis de las condiciones de calidad en dichos puntos, los valores e indicadores de la calidad de agua en la red del Ideam, sugieren la necesidad de revisar otras fuentes de información y la necesidad de realizar monitoreo de calidad de carácter regional para un seguimiento de la calidad de agua en la región.

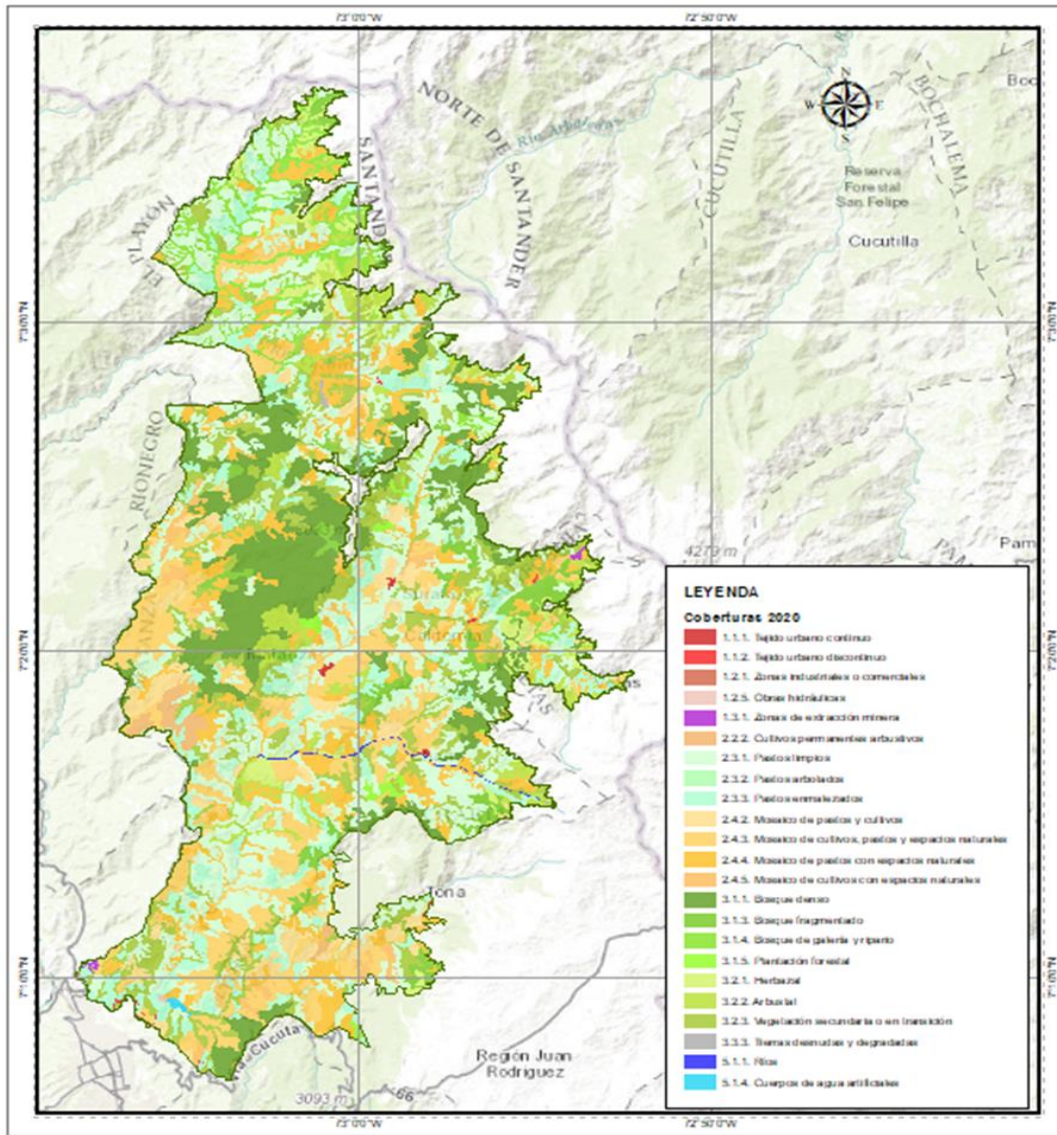
- **Análisis de dinámica multitemporal de coberturas de la tierra en el área propuesta.**

El IDEAM misionalmente elabora los mapas nacionales de coberturas de la tierra a escala 1:100.000, siguiendo la metodología CORINE Land Cover adaptada para Colombia, la cual estandariza una leyenda jerárquica y concertada por varias instituciones del país (IDEAM, 2010). En este momento, las versiones más actualizadas del mapa corresponden a los años 2018 y 2020, por tanto, permiten la comparación de los cambios que ocurren a escala regional en el país. Esta información es comparable cartográficamente para la identificación de cambios en las coberturas para este periodo de tiempo.

Con base en el área propuesta para la delimitación de la Reserva Temporal Santurbán se identificaron las coberturas de la tierra para el año 2018 y 2020, en la **Figura 9 se presenta el Mapa de Coberturas de la Tierra del periodo 2020 a escala 1:100.000 representado a nivel 3 de la leyenda nacional de coberturas de la tierra CORINE Land Cover**. Es de resaltar que tanto para el año 2018 como para el periodo 2020 se identificaron 28 unidades o tipos de coberturas, entre las que sobresalen los pastos limpios, los mosaicos de cultivos, pastos y espacios naturales, y los mosaicos de pastos con espacios naturales, los cuales representaron en conjunto en el año 2018 el 49,3% del área propuesta y el 47,4% en el año 2020.

También se resalta que en el cuarto lugar se encuentra el bosque denso alto de tierra firme con el 9,02% en el año 2018 y el 8,91% para el 2020 evidenciando una disminución de esta cobertura. No obstante, se encontró un aumento en las áreas de vegetación secundaria baja pasando de 5,49% en el año 2018 a 6,3% en 2020.

Ahora bien, también es importante señalar que, el 32% del área propuesta corresponde a la categoría de Bosques y áreas seminaturales que incluye entre otras las siguientes coberturas: vegetación secundaria baja, vegetación secundaria alta, bosque denso bajo de tierra firme, mosaico de pastos y cultivos, bosque de galería y ripario, herbazal denso de tierra firme no arbolado, arbustal denso, bosque fragmentado con vegetación secundaria y arbustal abierto.



**Figura 9.** Mapa de Coberturas de la tierra periodo 2020 para el área remitida, escala 1:100.000 representado a nivel 3 de la leyenda nacional de coberturas de la tierra CORINE Land Cover.

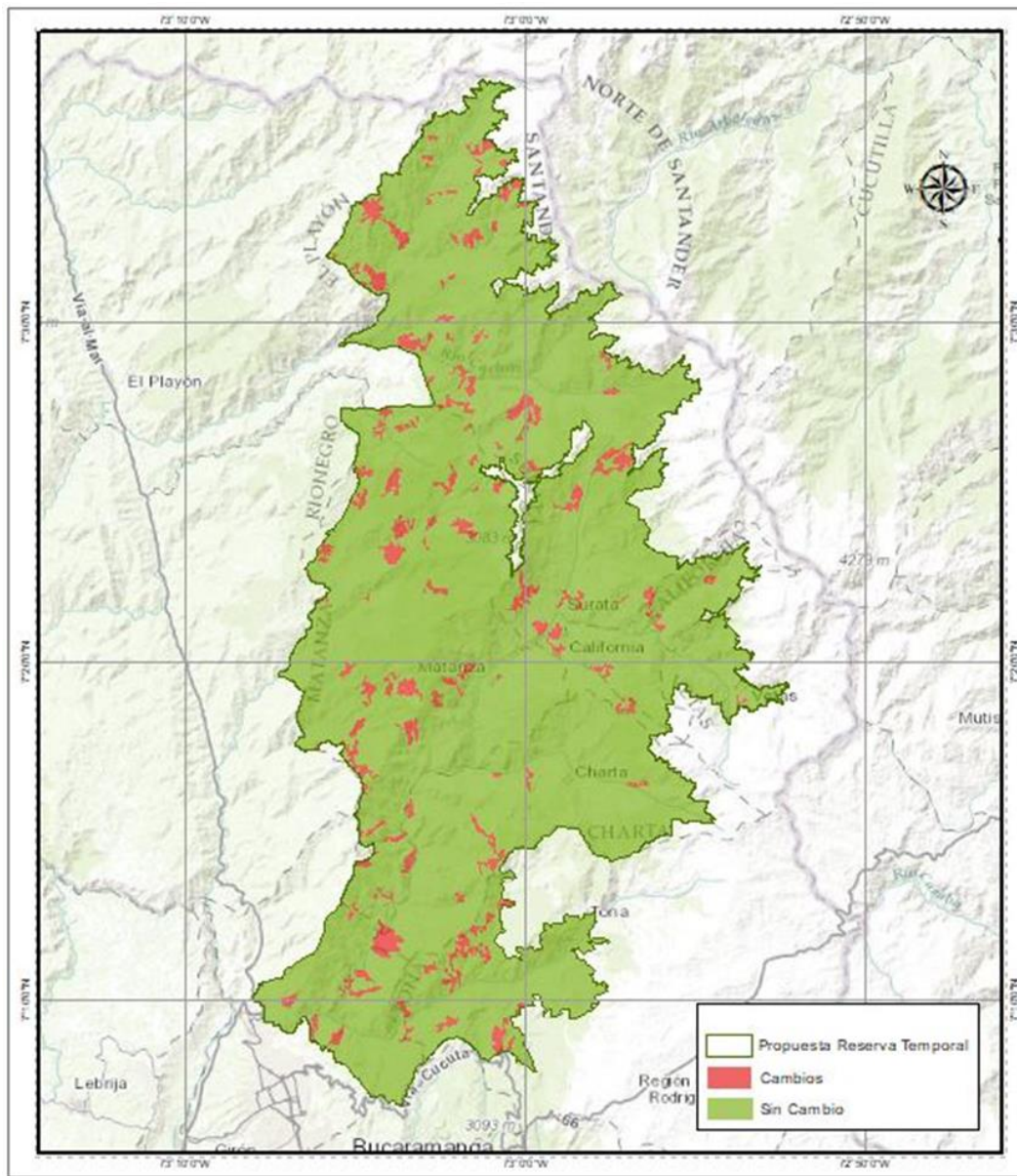


En la siguiente tabla se pueden observar las áreas correspondientes para las 28 unidades de coberturas identificadas en cada año.

**Tabla 4.** Áreas de coberturas de la tierra presentes, para todos niveles de la leyenda de cuberturas de la tierra CORINE Land Cover

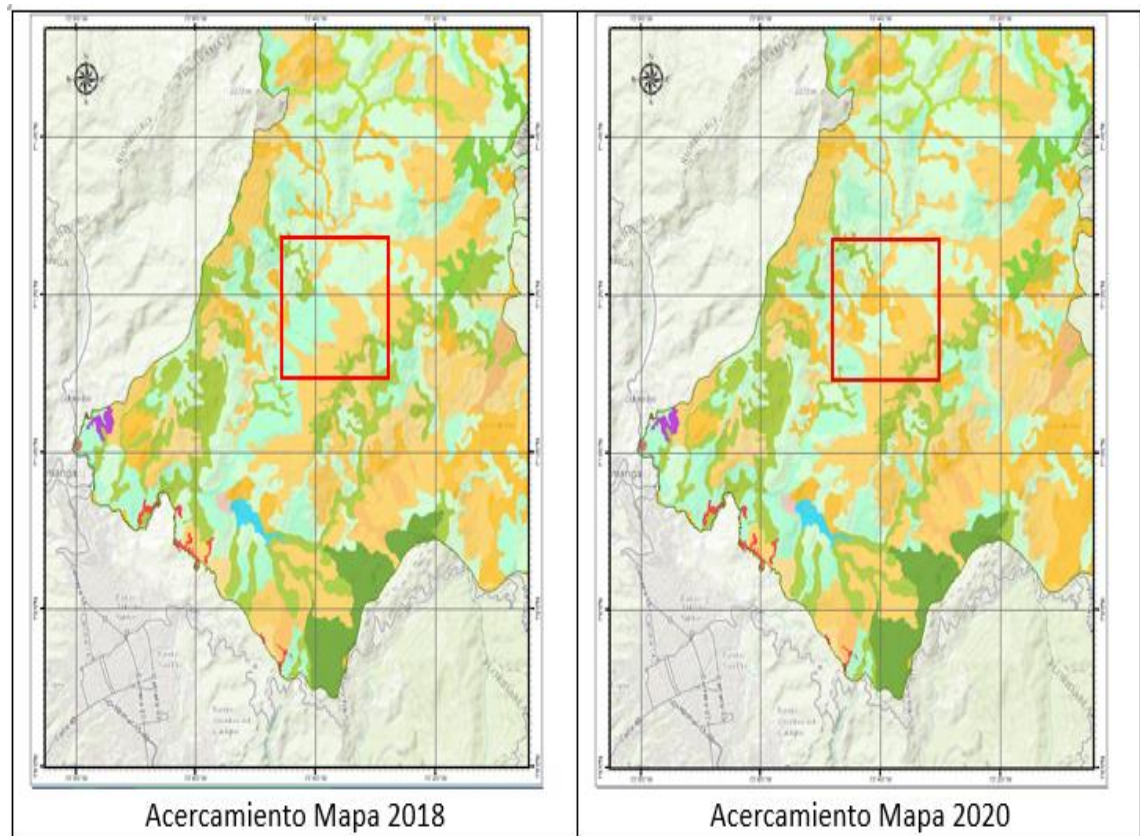
Coberturas de la tierra (escala 1:100.000, metodología CORINE Land Cover) para el área de la Propuesta de limitación de la Reserva Temporal Santurbán	Área por año			
	2018		2020	
	Hectáreas (ha)	Porcentaje (%)	Hectáreas (ha)	Porcentaje (%)
1.1.1. Tejido urbano continuo	70,93	0,09%	77,28	0,10%
1.1.2. Tejido urbano discontinuo	57,90	0,08%	57,90	0,08%
1.2.1. Zonas industriales o comerciales	5,34	0,01%	5,34	0,01%
1.2.5. Obras hidráulicas	17,59	0,02%	17,59	0,02%
1.3.1. Zonas de extracción minera	54,23	0,07%	54,23	0,07%
2.2.2.2. Café	603,32	0,79%	598,60	0,79%
2.3.1. Pastos limpios	19.735,85	25,96%	18.397,73	24,20%
2.3.2. Pastos arbolados	25,84	0,03%	25,84	0,03%
2.3.3. Pastos enmalezados	3.880,58	5,11%	5.788,08	7,61%
2.4.2. Mosaico de pastos y cultivos	2.891,00	3,80%	2.933,18	3,86%
2.4.3. Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales	9.443,98	12,42%	9.252,16	12,17%
2.4.4. Mosaico de pastos con espacios naturales	8.290,90	10,91%	8.410,27	11,06%
2.4.5. Mosaico de cultivos con espacios naturales	958,38	1,26%	968,88	1,27%
3.1.1.1.1. Bosque denso alto de tierra firme	6.855,56	9,02%	6.770,15	8,91%
3.1.1.2.1. Bosque denso bajo de tierra firme	2.949,20	3,88%	2.949,20	3,88%
3.1.3.1. Bosque fragmentado con pastos y cultivos	737,93	0,97%	730,90	0,96%
3.1.3.2. Bosque fragmentado con vegetación secundaria	1.581,93	2,08%	1.550,50	2,04%
3.1.4. Bosque de galería y ripario	2.658,83	3,50%	2.591,34	3,41%
3.1.5. Plantación forestal	383,74	0,50%	383,74	0,50%
3.2.1.1.1.1. Herbazal denso de tierra firme no arbolado	1.732,40	2,28%	1.722,06	2,27%
3.2.1.1.1.3. Herbazal denso de tierra firme con arbustos	374,90	0,49%	374,90	0,49%
3.2.2.1. Arbustal denso	1.682,20	2,21%	1.682,20	2,21%
3.2.2.2. Arbustal abierto	1.200,32	1,58%	1.200,32	1,58%
3.2.3.1. Vegetación secundaria alta	5.454,52	7,18%	4.491,82	5,91%
3.2.3.2. Vegetación secundaria baja	4.175,35	5,49%	4.788,48	6,30%
3.3.3. Tierras desnudas y degradadas	36,83	0,05%	36,83	0,05%
5.1.1. Ríos	97,53	0,13%	97,53	0,13%
5.1.4.1. Embalses	54,54	0,07%	54,54	0,07%

Para obtener la dinámica multitemporal de las coberturas de la tierra, se realizó el cruce de las capas correspondientes a los dos periodos, identificando aquellas áreas que presentan cambios tal cómo se muestra en la siguiente figura.



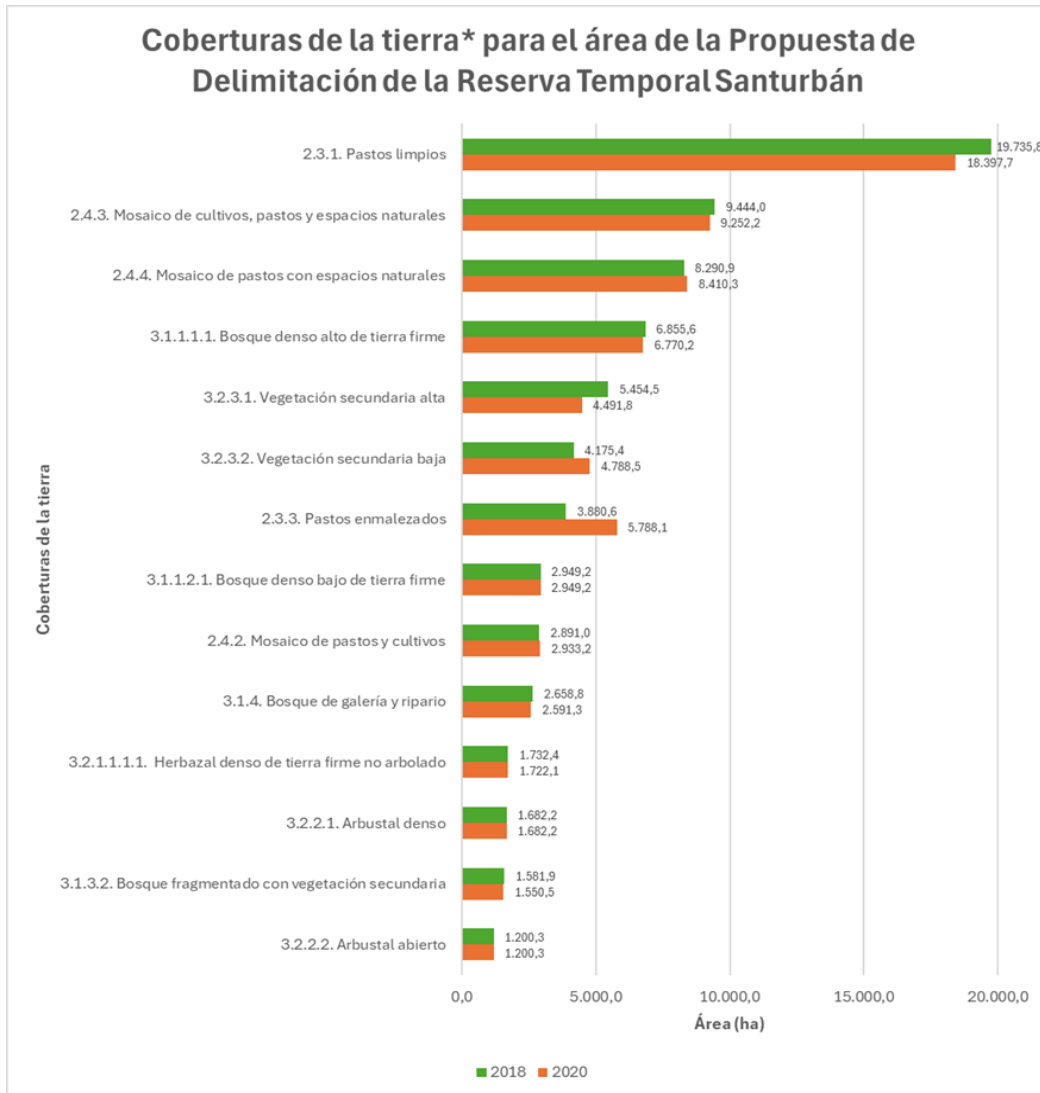
**Figura 10.** Mapa de las áreas de cambio de coberturas de la tierra que se presentaron entre los periodos 2018-2020.

Con base en este análisis de cambios se pueden identificar aquellos sectores en los que dan cuenta de la transformación del territorio cómo se presenta a continuación.



**Figura 11.** Zoom comparativo de áreas de cambio entre los periodos 2018-2020.

En general, en la dinámica de cambios analizada para un periodo de 2 años entre 2018 y 2020, para las 14 unidades de cobertura más representativas se encuentran: pastos limpios (disminuyó), vegetación secundaria alta (disminuyó), vegetación secundaria baja (aumentó), pastos enmalezados (aumentó), cómo se puede observar en la **Figura 12**. Además, sobresale un aumento del 2,51% correspondiente a pastos enmalezados, lo cual podría considerarse como el inicio de un proceso de recuperación, pero la especificidad del cambio se analiza a partir de los indicadores que se presentan en la siguiente sección.



**Figura 12.** Comparación de cambio de las 14 categorías más representativas en la zona.

Los cambios en categorías de coberturas de la tierra pueden tener un efecto sobre la oferta hídrica superficial u otras variables consideradas en la vulnerabilidad del territorio, sin embargo, es incierto este efecto. Dependiendo de la potencial explotación superficial este efecto puede acentuarse a negativo en cuanto a la oferta hídrica dependiendo de la magnitud.



## Indicadores de cambio

Finalmente, en el análisis de cambio se observa que la mayoría del área está bajo algún tipo de estabilidad, ya sea antropogénica o natural, lo que indica que no ha habido grandes transformaciones en el periodo analizado.

Las áreas de "Recuperación" y "Transformación" representan pequeños porcentajes, lo que sugiere cambios localizados y específicos. La baja proporción de "Recuperación" podría indicar que los procesos de restauración ecológica o regeneración natural no están extendidos, mientras que la "Transformación" sugiere que el uso de suelo es limitado pero relevante.

En la **tabla 5 y en la figura 13**, se pueden observar los datos de los indicadores de cambio y su ubicación espacial para el área propuesta para la Reserva Temporal de Santurbán.

**Tabla 5.** Indicadores de cambio de coberturas de la tierra presentes, para todos niveles de la leyenda de cuberturas de la tierra CORINE Land Cover

TIPO DE CAMBIO	ÁREA (ha)	%
Antrópico Estable	46.062,66	60,60
Natural Estable	28.501,15	37,50
Recuperación	448,27	0,59
Transformación	999,53	1,31

Como anexo se incluyen los mapas de coberturas de la tierra 2020 y cambio 2018-2020 en formato PDF.

contacto@ideam.gov.co