



**Propuesta de Investigación:  
Evaluación de indicadores  
de sostenibilidad territorial en departamento de Santander-  
Colombia**

**Autores:**

**Jorge Virgilio Rivera Gutiérrez  
Jorge Gerardo Concha Sánchez  
Carlos Esteban Mora Chaves  
Clara Inés Torres Vásquez  
Beatriz Elena Mojica  
Juan Sebastián Cárdenas  
Javier Alberto Pinzón Torres**

**Grupo de investigación en Medio Ambiente y Territorio  
GRIMAT**

**CÓDIGO EN EL BANCO DE PROYECTOS**

**9/08/2020**

**DIRECCIÓN DE INVESTIGACIONES Y EXTENSIÓN**

## CONTENIDO

<b>1. INFORMACIÓN GENERAL DEL PROYECTO .....</b>	<b>3</b>
<b>2. RESUMEN EJECUTIVO DE LA PROPUESTA .....</b>	<b>5</b>
<b>3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....</b>	<b>7</b>
<b>4. JUSTIFICACIÓN .....</b>	<b>13</b>
<b>5. OBJETIVOS .....</b>	<b>17</b>
5.1 OBJETIVO GENERAL.....	17
5.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	17
<b>6. ESTADO DEL ARTE .....</b>	<b>17</b>
<b>6. MARCOS REFERENCIALES .....</b>	<b>20</b>
<b>7. METODOLOGÍA .....</b>	<b>23</b>
<b>8. DISTRIBUCIÓN DE RESPONSABILIDADES.....</b>	<b>30</b>
<b>9. CRONOGRAMA DE TRABAJO .....</b>	<b>31</b>
<b>10. RESULTADOS ESPERADOS .....</b>	<b>33</b>
10.1 PRODUCTOS DE GENERACIÓN DE NUEVO CONOCIMIENTO – GNC .....	33
10.2 PRODUCTOS DE DESARROLLO TECNOLÓGICO E INNOVACIÓN - DTEI; ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.	
10.3 PRODUCTOS DE APROPIACIÓN SOCIAL DEL CONOCIMIENTO – ASC .....	33
10.4 PRODUCTOS DE FORMACIÓN DE RECURSO HUMANO – FRH .....	34
<b>11. PRESUPUESTO .....</b>	<b>35</b>
11.1 PRESUPUESTO GLOBAL.....	36
11.2 RECURSO HUMANO .....	36
11.3 MATERIALES, EQUIPOS Y SOFTWARE .....	37
11.4 SERVICIOS TÉCNICOS .....	38
11.5 DIVULGACIÓN Y PROTECCIÓN DEL CONOCIMIENTO .....	38
11.6 GASTOS DE VIAJE.....	39
11.7 OTROS.....	40
<b>12. IMPACTOS DEL PROYECTO .....</b>	<b>41</b>
<b>13. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>44</b>

## 1 INFORMACIÓN GENERAL

<b>Título</b>	<b>CARACTERIZACIÓN DE INDICADORES DE SOSTENIBILIDAD TERRITORIAL</b>				
<b>Palabras claves (Máximo cinco)</b>	<b>SOSTENIBILIDAD, ECOSISTEMAS, TERRITORIO</b>				
<b>Tipo proyecto</b>	Investigación	X	Extensión		Proyección
<b>Grupo(s) de Investigación</b>	GRIMAT				
<b>Línea(s) de Investigación</b>	Gestión del Territorio - Geomática - Modelación de Sistemas Ambientales – Biodiversidad y Sostenibilidad Ambiental				
<b>Director científico</b>	Jorge Concha Sánchez		<b>Formación</b>	Msc	
<b>Correo Electrónico</b>	jconcha@correo.uts.edu.co		<b>Teléfono</b>	3158019571	
<b>Duración (En meses)</b>	24 meses		<b>Presupuesto</b>	\$30.000.000	

<b>Título</b>	<b>CARACTERIZACIÓN DE INDICADORES DE SOSTENIBILIDAD TERRITORIAL</b>				
<b>Palabras claves (Máximo cinco)</b>	<b>SOSTENIBILIDAD, ECOSISTEMAS, TERRITORIO</b>				
<b>Tipo proyecto</b>	Investigación	X	Extensión		Proyección
<b>Grupo(s) de Investigación</b>	GRIMAT				
<b>Línea(s) de Investigación</b>	Modelamiento de sistemas ambientales, Geotecnia, Territorio,				
<b>Director científico</b>	Jorge Virgilio Rivera Gutiérrez		<b>Formación</b>	Magíster	
<b>Correo Electrónico</b>	jrivera@correo.uts.edu.co		<b>Teléfono</b>	3168768362	
<b>Coautor</b>	Jorge Gerardo Concha Sanchez		<b>Formación</b>	Magíster	
<b>Correo Electrónico</b>	jconcha@correo.uts.edu.co		<b>Teléfono</b>	3158019571	
<b>Coautor</b>	Clara Inés Torres Vásquez		<b>Formación</b>	Magíster	
<b>Correo Electrónico</b>	citorres@correo.uts.edu.co		<b>Teléfono</b>	3012224928	
<b>Coautor</b>	Carlos Esteban Mora Chaves		<b>Formación</b>	Magíster	
<b>Correo Electrónico</b>	cmora@correo.uts.edu.co		<b>Teléfono</b>	3168968916	
<b>Coautor</b>	Ricardo Lozano Botache		<b>Formación</b>	Magíster	

<b>Correo Electrónico</b>	ricardolozanobotache@gmail.com	<b>Teléfono</b>	3142978337
<b>Coautor</b>	Beatriz Elena Mojica	<b>Formación</b>	Magíster
<b>Correo Electrónico</b>	bmojica@correo.uts.edu.co	<b>Teléfono</b>	3008711774
<b>Coautor</b>	Juan Sebastián Cárdenas	<b>Formación</b>	Magíster
<b>Correo Electrónico</b>	jcardenas@correo.uts.edu.co	<b>Teléfono</b>	Magíster en sistemas
<b>Coautor</b>	José Aguilar	<b>Formación</b>	sistemas
<b>Correo Electrónico</b>	jlaguilar@correo.uts.edu.co	<b>Teléfono</b>	
<b>Coautor</b>	Javier Alberto Pinzón Torres	<b>Formación</b>	Biólogo, Ph.D
<b>Correo Electrónico</b>	japinzon@correo.uts.edu.co	<b>Teléfono</b>	3173425284

## 2 RESUMEN EJECUTIVO

Los objetivos de desarrollo sostenible, según el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo PNUD (2019) son estrategias propuestas por las Naciones Unidas como órgano colaborador en su implementación. Dentro de las principales líneas de los objetivos se encuentran la pobreza, la gobernabilidad democrática, la consolidación de la paz, adaptación al cambio climático, mitigación en el riesgo de desastres y la desigualdad económica.

Algunos datos suministrados por la PNUD (Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo PNUD , 2019), muestran que en el mundo existen 736 millones de personas que viven en extrema pobreza y 1300 millones de personas viven en la pobreza multidimensional mostrando un vacío muy importante en la solución de la problemática alrededor de la pobreza en las distintas dimensiones. Lo anterior a su vez ha promovido que 795 millones de personas presentan algún grado de desnutrición.

En la actualidad el desarrollo de la humanidad se desenvuelve alrededor de las ciudades, donde se ha identificado según Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo PNUD (2019), que 3.5 mil millones de personas viven en ciudades. Los factores contaminantes de las ciudades se identifican principalmente en el aire, el agua y la subutilización de suelos por el desconocimiento del tipo de suelo y su calidad. Se cree que el 80% del consumo de la energía y el 75% de las emisiones de carbono es generado en las ciudades

El aumento constante de los indicadores de crecimiento de las ciudades, el alto índice de urbanización, la sobrepoblación urbana y el deterioro de la calidad de vida de los territorios debe ser medido y conocido por los tomadores de decisiones para, con base en ella tomar medidas en uno u otro sentido.

El departamento de Santander, según Departamento Nacional de Planeación DNP (2018), se ubica en la región Centro Oriente, cuenta con una extensión de 30537 km<sup>2</sup>, una población de 2.100.704 habitantes y una densidad poblacional de 68.79 habitantes por km<sup>2</sup>. Desde el aspecto demográfico se muestra una pirámide poblacional que tiende a tener disminución en su base lo que nos indica que es un departamento con población que poco a poco se ha ido envejeciendo, donde 1038639 habitantes son hombres y 1062065 son mujeres, el 76.1% de la población se ubica en las zonas urbana.

Desde el aspecto económico el departamento muestra que los productos agrícolas predominantes están la piña, la papa, la caña panelera, palma aceitera, tomate y cebolla de

rama. El producto interno bruto PIB, según Departamento Nacional de Planeación DNP (2018), es generado principalmente por el sector de los servicios mostrando una participación de 68.57%, seguida de la industria manufacturera con 22.5%, la agricultura 5.98% y la extracción minera con 2.96%.

Desde los servicios ecosistémicos el departamento cuenta con 525.825 hectáreas de ecosistemas estratégicos donde sobresalen áreas de humedales, paramos, bosque seco tropical. El área del departamento amenazada por fenómenos hidrometeorológicos es de 651.703 Hectáreas predominando los eventos de inundaciones e incendios forestales y movimientos en masa.

Según Cancillería, PNUD MADS DNP IDEAM (2016), al rededor del cambio climático el departamento muestra indicadores de mucha emisión y poca absorción de gases de efecto invernadero. Finalmente, los sectores que mayormente aporta a la emisión de gases de efecto invernadero son el agrícola, forestal, energía y el sector pecuario.

El ordenamiento territorial busca reducir los desequilibrios alrededor del desarrollo espacial, facilitar la movilidad de las personas laboralmente activas, armonizar los usos y ocupación del territorio, identificar las tendencias de crecimiento y desarrollo económico, social, ambiental, cultural desde un enfoque prospectivo, como lo indica el Departamento Nacional de Planeación DNP (2013), lo anterior debe desarrollarse a partir de dinámicas de buena gobernanza donde predomine la transparencia, eficacia, eficiencia y transparencia.

De acuerdo con el mapa hidrográfico del IGAC, Santander cuenta con 15 ríos principales con caudales de gran importancia, entre los cuales se mencionan el río Chicamocha, el río Fonce, el río Lebrija, el río Carare, el río de Oro, el río Frío, el río Surata, el río Suárez y; más de 10.000 drenajes sencillos entre permanentes y semipermanentes.

Una de las actividades más importantes para la gestión del recurso hídrico es el monitoreo periódico de los cuerpos de agua. Esta actividad permite la detección temprana de cambios en la calidad del recurso hídrico, tornándose en una herramienta de vigilancia; por lo anterior, se pretende diagnosticar de manera sistemática la calidad ambiental de los sistemas loticos de las microcuencas de Santander, mediante el análisis de la comunidad de macroinvertebrados bentónicos.

Dentro del análisis de impactos ambientales que afectan los servicios ecosistémicos, se resaltan los factores de origen antrópico que afectan el equilibrio natural de los ecosistemas

fluviales y, es específicamente, en áreas rurales, el desarrollo de actividades agrícolas de regadío y las descargas de efluentes afectan negativamente la calidad del agua de ríos y quebradas; de esta manera y mediante la aplicación de índices bióticos y el análisis de la estructura de las comunidades macrobentónicas es posible cualificar dicha afectación. Las bases teóricas y la aplicación práctica del Biological Monitoring Working Party (BMWP), según la experiencia de varios investigadores, permiten evaluar la calidad de las aguas corrientes y, la idea es aprovechar el funcionamiento del BMWP, cuya base teórica es el principio de la relación directa que existe entre los cambios que sufren las comunidades de macroinvertebrados en su composición y estructura, bajo los efectos de agentes contaminantes vertidos en ríos y arroyos en las microcuencas de Santander; de tal manera que las perturbaciones en las poblaciones serán un reflejo del grado de contaminación de sus aguas corrientes; puesto que los niveles de identificación taxonómica de las familias es relativamente sencilla, barata y precisa para la determinación de los grados de contaminación en ríos y arroyos.

A través de este proyecto se quiere realizar el proceso de identificación, caracterización, parametrización y modelación de las variables que permiten afirmar una realidad territorial en términos de indicadores de la sostenibilidad que, de alguna manera lo modelan y, mostrarlas sobre una base cartográfica que permita su lectura, identificación y modificación de manera fácil y rápida. El proyecto tendrá impacto significativo en el modelo de desarrollo del territorio y permitirá mostrar una realidad dentro del contexto del “catastro” territorial desde diferentes visiones disciplinares. Para las Unidades Tecnológicas es una herramienta muy importante que apalanca la evaluación del territorio desde la variabilidad climática, cambios en el uso de suelo y subsuelo, uso de recursos naturales y manejo ecológico de los mismos o de los servicios ecosistémicos que presenta el Departamento de Santander

### **3 PLANTEAMIENTO DE LA PROBLEMÁTICA**

La contaminación de los recursos naturales es un elemento que afecta a la gran mayoría de personas en el mundo, se cree que 7 millones de personas mueren cada año a causa a la exposición de partículas finas en el aire contaminado, por otro lado, el 60% de las emisiones de efecto invernadero son producidas por las actividades generadoras de energía, principalmente en las grandes ciudades que han presentado un desarrollo desordenado y

pocas políticas públicas que definan claridad en los sistemas de disminución de contaminantes a la industria. La contaminación del agua superficial, subterránea, marítima es un fenómeno común sobre todo en América del Sur y algunas poblaciones de Europa central como la India y China. La tala de bosques y la depredación de áreas protegidas para complacer las demandas energéticas o la explotación de minerales pone cada vez más en peligro la extinción de especies y pérdida de suelos importantes como sustratos de ecosistemas que mantienen el equilibrio de servicios como el oxígeno, el agua, el bosque, la sombra, la fertilización, entre otros.

La falta de agua dulce afecta al 40% de la población, se cree que el 3% del agua del mundo es potable y la naturaleza no es capaz de reponerla al ritmo del consumo humano, el problema se presenta, principalmente, porque se utiliza este recurso para la producción industrial y agrícola, además, se genera el vertido de aguas residuales a las fuentes hídricas, aproximadamente el 80% de las aguas residuales se vierten en los cursos de agua sin eliminar la contaminación y 2.4 mil millones de personas en el mundo no tienen acceso a servicios básicos de saneamiento. Es importante promover la conservación de los bosques que aportan el 80% de agua dulce.

En Santander no se cuenta con procesos de ordenamiento territorial que involucre las comunidades, la biomasa, el gobierno, las empresas y las Instituciones de educación superior para que logren establecer estrategias de gobernanza de los territorios a través de la protección y la generación de empleo y desarrollo territorial.

El Departamento de Santander carece de desarrollo espacial, movilidad de las personas laboralmente activas, no ha podido armonizar los usos y ocupación del territorio, no tiene claro las tendencias de crecimiento y desarrollo económico, social, ambiental y cultural desde un enfoque prospectivo, como lo indica el Departamento Nacional de Planeación DNP (2013), no facilita la gobernanza territorial donde predomine la transparencia, eficacia, eficiencia y transparencia.

Colombia es reconocido a nivel mundial por su oferta hídrica con gran variedad de humedales, ciénagas, quebradas y demás ecosistemas estratégicos en las diferentes regiones; no obstante, estos ecosistemas son los más vulnerables, no solo a los cambios producidos por los fenómenos climáticos, sino por las diversas actividades antrópicas que han provocado un desequilibrio y una disminución en la calidad y cantidad de sus aguas (Rivera, 2012).

El departamento de Santander cuenta con una amplia red hídrica, que se ha visto alterada por grandes afectaciones a lo largo de los años, en respuesta a los cambios originados por la acumulación de sustancias de origen orgánico e inorgánico generadas por diversas actividades antropogénicas deteriorando así los servicios ecosistémicos que son prestados por este recurso. En la actualidad diversos estudios realizados por las autoridades ambientales en los municipios del departamento muestran que en el 80% de estas aguas no son aptas para el consumo humano, de acuerdo con lo estipulado en la Resolución 2115 de 2007, emitida por el Ministerio del Medio Ambiente (Alvarados, 2017).

Según La Organización Santander por Naturaleza (2017), el departamento de Santander cuenta con 87 municipios, de las cuales 57 municipios no cuentan con Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR), lo que supone que la descarga de aguas servidas es realizada directamente sobre las fuentes hídricas; convirtiendo los ríos y quebradas en alcantarillas abiertas (Tabla 1); en concordancia con lo anterior, se establece que el 65% de los municipios de Santander, realizan la descarga de sus vertimientos directamente sobre sus fuentes hídricas; de otro lado, según el estudio, el municipio de Bucaramanga no cuenta con PTAR; no obstante, el 11% de las aguas residuales de Bucaramanga son tratadas en la PTAR Río Frío, localizada en el km 4 anillo vial Floridablanca – Girón; lo que sugiere que el 89% de las aguas de Bucaramanga, se descargan directamente al Río de Oro, sin pasar por una PTAR.

**Tabla 1.** Fuentes hídricas contaminadas con descargas directas de aguas servidas en los municipios del departamento de Santander.

Municipios	Fuentes Hídricas Contaminadas
Girón, Floridablanca, Piedecuesta y Bucaramanga	Río de Oro, Río Frío
Aguada	Quebrada Innominada – Aguada
Albania	Quebrada Innominada
Aratoca	Quebradas Las Vegas y Leticia
Barichara	Quebrada Barichara
Bolívar	Quebrada Papagayos y Pozo Verde
Cabrera	Quebrada La Puya
Carcasí	Río Tunebo
Carmen de Chucurí	Quebradas Oponito, Centenario y San Domingo

Cepita	Río Chicamocha
Cerrito	Río Servitá
Charalá	Río Pimenta
Chima	Quebrada El Salto
Concepción	Río Servitá
Confines	Quebrada San José o Guayacana
Contratación	Quebradas La Renta y Sarna
El Guacamayo	Quebradas La Sarna y Los Lavanderos
El Playón	Quebradas Playonera y La Naranjera
Florián	Quebradas Las Raíces, Innominada y La Venta
Guadalupe	Quebradas La Chorrera, Llamera y Pava
Hato	Quebrada La Lajita
Jesús María	Quebradas Jesús, La Iglesia, Primavera y Matadero
Jordán Sube	Río Chicamocha
Landázuri	Quebrada La Negra
La Belleza	Quebradas Chico, La Quitaz y La Florida
Lebrija	Quebrada Las Raíces
Málaga	Quebradas Tajamar, Magnolia y Los Naranjitos
Macaravita	Campo Abierto
Mogotes	Río Mogoticos
Oiba	Quebrada La Guayacana
Onzaga	Río Susa y río Chaguaca
Peñón	Quebrada Grande – Infiltración
Puente Nacional	Río Suarez
Puerto Wilches	Ciénaga Yarigui y Caño Negro
Rionegro	Quebrada Rionegro
Sabana de Torres	Comuneros – Caño Negro Quebrada La Puyana
Santa Helena del Opón	Quebrada Cayetano, Campo Hermoso, Caño Centenario y Caño de la Carrera Sexta
San Vicente de Chucurí	Quebrada Las Cruces
San Joaquín	Quebrada Panamá
San Benito	Vertimiento El Coliseo

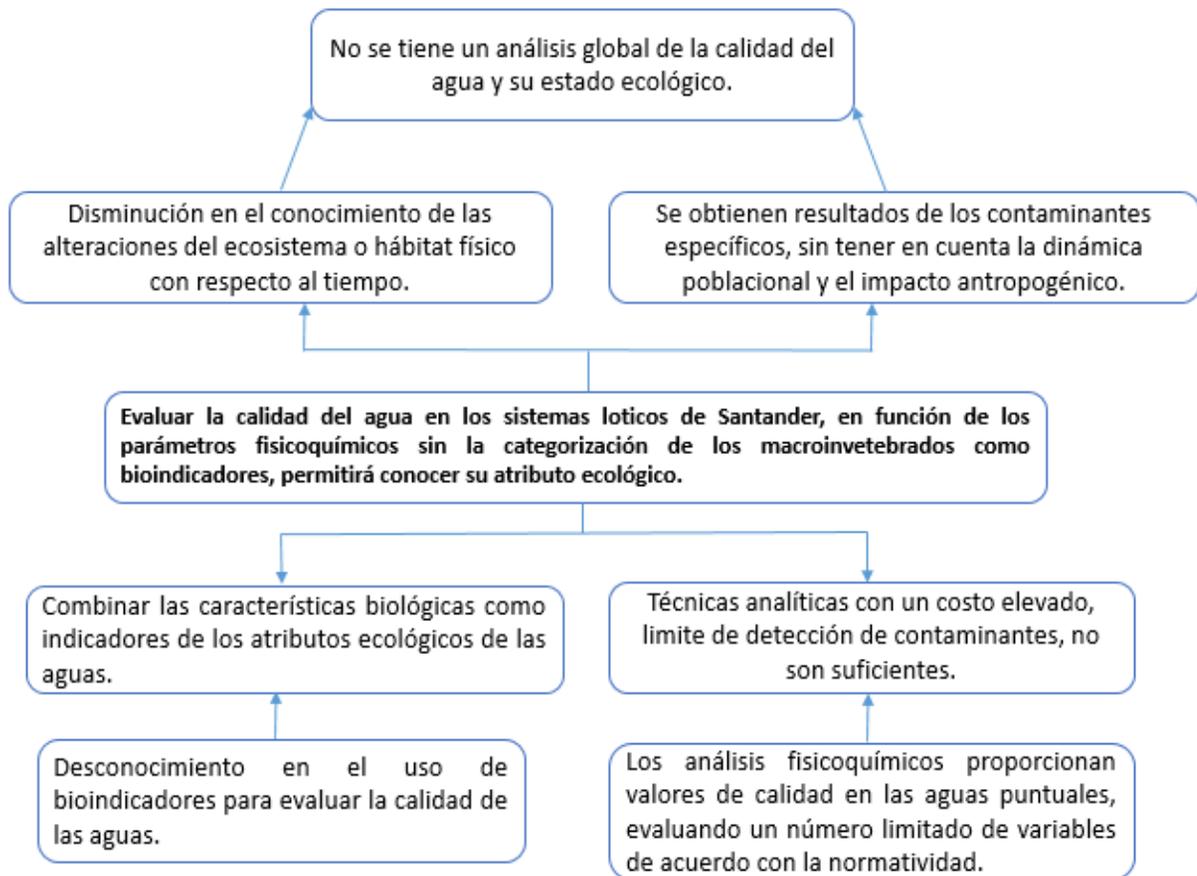
San Gil	Río Fonce
Simacota	Quebradas Puente Perros, Primavera, La Corrala y Matadero
Sucre	Filtración Quebrada Las Guamas
Socorro	Quebradas La Zancotea, Guayacana y Naranjitos
Suaita	Quebradas Machivita y Ricaute
Tona	Quebrada Tona
Villa Nueva	Quebrada Los Burros y Lacarrizalena
Veléz	Quebradas Palenque y Las Flores
Zapatoca	Quebradas La Uchuvala y Lenguerke

**Fuente:** Santander por Naturaleza (2017)

Otros factores que han ayudado al deterioro del agua en los sistemas loticos son las talas, quemas y eliminación de las coberturas naturales vegetales, generadas por la expansión de las fronteras agropecuarias, en especial de aquellas que abastecen acueductos urbanos y rurales, actividades que han influido significativamente en el deterioro en calidad y cantidad del recurso hídrico, como elemento articulador para la permanencia de los demás recursos naturales renovables y han generado alteración en el funcionamiento y dinámica de las cuencas hidrográficas (CDMB, s.f.).

Los análisis fisicoquímicos que se realizan en la actualidad tienen como función la identificación y cuantificación de contaminantes proporcionando valores de calidad en el agua puntuales; no obstante, estos no son suficientes pues no pueden analizar la alteración del hábitat físico con respecto al tiempo; es por este motivo que se deben utilizar índices biológicos que complementen estos análisis puesto que son métodos económicamente viables y confiables para el seguimiento del recurso agua (Álvarez, 2005). Considerando la presencia de organismos como indicadores de calidad del agua, la presente propuesta de investigación pretende esclarecer la siguiente pregunta: ¿la aplicación del Biological Monitoring Working Party (BMWP), se torna como una herramienta básica para evaluar la calidad de las aguas corrientes de las microcuencas de la región de Santander, sabiendo que existe una relación directa entre las comunidades de macroinvertebrados, como bioindicadores, y los agentes

contaminantes? ¿La metodología es viable para evaluar la calidad de las aguas, de acuerdo con la dinámica poblacional de los macroinvertebrados como organismos bioindicadores y el impacto antropogénico sobre los sistemas loticos de la región de Santander? (Figura 1).



**Figura 1.** Árbol de problemas sobre la calidad del agua en microcuencas del departamento de Santander.

Considerando las anteriores apreciaciones, el presente proyecto pretende dar respuesta al siguiente planteamiento: ¿la identificación de indicadores y bioindicadores se constituyen como herramientas técnico-científicas para la propuesta de alternativas de gobernanza socioambiental, económica y cultural, con miras para la sostenibilidad de los servicios ecosistémicos y conservación de la biodiversidad?

¿Podría evaluarse los indicadores de sostenibilidad Territorial del Departamento de Santander con el fin de establecer un proceso de gobernanza planificado?

## 4 JUSTIFICACIÓN

Los objetivos de desarrollo sostenible, según Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo PNUD (2019) son estrategias propuestas por las Naciones Unidas como órgano colaborador en su implementación. Dentro de las principales líneas de los objetivos se encuentran la pobreza, la gobernabilidad democrática, la consolidación de la paz, adaptación al cambio climático, mitigación en el riesgo de desastres y la desigualdad económica.

Algunos datos suministrados por la PNUD (Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo PNUD , 2019), muestran que en el mundo existen 736 millones de personas que viven en extrema pobreza y 1300 millones de personas viven en la pobreza multidimensional mostrando un vacío muy importante en la solución de la problemática alrededor de la pobreza en las distintas dimensiones. Lo anterior a su vez ha promovido que 795 millones de personas presentan algún grado de desnutrición.

En la actualidad el desarrollo de la humanidad se desenvuelve alrededor de las ciudades, donde se ha identificado según el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo PNUD (2019), que 3.5 mil millones de personas viven en ciudades. Los factores contaminantes de las ciudades se identifican principalmente en el aire, el agua y la subutilización de suelos por el desconocimiento del tipo de suelo y su calidad. Se cree que el 80% del consumo de la energía y el 75% de las emisiones de carbono es generado en las ciudades

El ordenamiento territorial busca reducir los desequilibrios alrededor del desarrollo espacial, facilitar la movilidad de las personas laboralmente activas, armonizar los usos y ocupación del territorio, identificar las tendencias de crecimiento y desarrollo económico, social, ambiental, cultural desde un enfoque prospectivo, como lo indica el Departamento Nacional de Planeación DNP (2013), lo anterior debe desarrollarse a partir de dinámicas de buena gobernanza donde predomine la transparencia, eficacia, eficiencia y transparencia.

A través de este proyecto se quiere realizar el proceso de identificación, caracterización, parametrización y modelación de las variables que permiten afirmar una realidad territorial en términos de indicadores de la sostenibilidad que, de alguna manera lo modelan y, mostrarlas sobre una base cartográfica que permita su lectura, identificación y modificación de manera fácil y rápida. El proyecto tendrá impacto significativo en el modelo de desarrollo del territorio y permitirá mostrar una realidad dentro del contexto del “catastro” territorial desde diferentes visiones disciplinares. Para las Unidades Tecnológicas es una herramienta muy importante

que apalanca la evaluación del territorio desde la variabilidad climática, cambios en el uso de suelo y subsuelo, uso de recursos naturales y manejo ecológico de los mismos o de los servicios ecosistémicos que presenta el Departamento de Santander (Tabla 2).

**Tabla 2.** Actores involucrados en el programa de Investigación

ACTOR	NECESIDAD	RECURSO
MINISTERIO DE AMBIENTE	Dar cumplimiento a la Política Ambiental y de recursos naturales de Colombia.	Recursos económicos- convenios-SINA
ANLA	Velar por un Desarrollo Sostenible Ambiental del País, a través de un Plan que no permitirá la minería en un Área protegida.	Recursos humanos-Asesores expertos
INSTITUTO DE INVESTIGACION DE RECURSOS BIOLÓGICOS ALEXANDER VON HUMBOLT	Espacio destinado para investigación científica de los recursos genéticos de la Flora y Fauna Nacionales	Conocimiento Flora y Fauna del territorio
CDMB Y CAS	Manejo ambiental del Departamento de Santander	Recursos económicos- Recursos humanos- Conocimiento del territorio
GOBERNACION DE SANTANDER	Asegurar la conservación de un ecosistema soporte del departamento de Santander	Recursos económicos- Convenios
ACUEDUCTOS DEL DEPARTAMENTO	Asegurar la conservación de una zona de recarga hídrica, perteneciente a las diferentes cuencas abastecedoras de agua en el departamento	Recursos económicos- Convenios
ALCALDIAS DEL DEPARTAMENTO	Asegurar la conservación de los ecosistemas soporte del departamento de Santander,	Recursos económico- Convenios

<p>ONG´s regionales y locales</p>	<p>Participación en formulación de plan de conformación de indicadores de sostenibilidad territorial</p>	<p>Conocimiento del Territorio- Posibles intermediarios del proceso</p>
<p>ORGANIZACIONES COMUNITARIAS Y GREMIALES Y COMUNIDAD EN GENERAL</p>	<p>Requieren participar en la construcción de un Plan de Manejo en su Territorio, corresponden a las Cooperativas Campesinas, Usuarios Campesinos, Juntas de Acción Comunal, Asociación de Juntas de Acción Comunal y Juntas Administradoras Locales.</p>	<p>Conocimiento del Territorio- Posibles intermediarios del proceso</p>
<p>UNIVERSIDADES</p>	<p>Impulsar procesos de formación superior e investigaciones en aspectos ambientales relacionados, como es el caso de UIS, Santo Tomás, Centros Regionales de Educación Superior (CERES) y el SENA.</p>	<p>Recursos humanos-Asesores expertos</p>
<p>UNIDADES TECNOLOGICAS DE SANTANDER</p> <p>DNP</p> <p>INGEOMINAS</p> <p>UNIDAD DE GESTIÓN DEL RIESGO</p>	<p>Formular un Plan de caracterización de los indicadores del desarrollo sostenible para el departamento de Santander, para preservar así los recursos hacia las futuras generaciones.</p> <p>Proveer de información y recursos para la gestión de proyectos</p> <p>Proveer de información y recursos para la gestión de proyectos</p> <p>Proveer de información y recursos para la gestión de proyectos</p>	<p>Recursos humanos-Asesores expertos</p> <p>Recursos humanos-Asesores expertos</p> <p>Recursos humanos-Asesores expertos</p> <p>Recursos humanos-Asesores expertos</p>

Una de las actividades más importantes para la gestión del recurso hídrico es el monitoreo periódico fisicoquímico de los cuerpos de agua. Esta actividad permite la detección temprana de cambios en la calidad del recurso (Burt, Howden & Worrall, 2014), al igual que se vuelve una herramienta de vigilancia; no obstante, el estudio de organismos como bioindicadores se ha constituido como un criterio válido y eficaz para evaluar la calidad del agua en sistemas lenticos y loticos. Los métodos aplicados, según García et al. (2017), sugieren ser económicos y confiables, puesto que utilizan índices bióticos para determinar el estado actual de un cuerpo de agua.

Según Roldán (2003), entre los organismos indicadores para determinar la calidad de agua están los macroinvertebrados, cuya abundancia, distribución y fácil recolecta, reflejan las condiciones de su hábitat, por tratarse de organismos sedentarios y de poca variación genética que responden rápidamente a los cambios ambientales.

En los sistemas loticos y lenticos de la región de Santander surge la necesidad de ampliar el conocimiento de los organismos que son utilizados como indicadores biológicos; por tales motivos, con la presente monografía se obtendrá información, mediante la recopilación de bibliografía especializada, sobre el uso de organismos, particularmente macroinvertebrados, en los diferentes ecosistemas loticos del país. Se pretende identificar los métodos de estudio, para determinar los índices biológicos de mayor confiabilidad y sostenibilidad que podrían ser utilizados; de acuerdo con las condiciones de los cuerpos de agua y sus características fisicoquímicas, para evaluar la relación de la comunidad biótica con el estado del agua en sistemas loticos de la región de Santander.

## 5 OBJETIVOS

### 1.1 Objetivo General

Caracterizar las variables indicadoras y bioindicadoras del desarrollo sostenible para el Departamento de Santander a través del análisis de sus componentes, con el fin de generar alternativas de solución socioambiental, económicas y culturales en la sostenibilidad de servicios ecosistémicos y conservación de la biodiversidad

#### 1.1.1 Objetivos Específicos

Identificar las variables que impacten los componentes de sostenibilidad en el Departamento de Santander, a través de estudios en las dimensiones ambientales, económicas y social con el fin de generar línea base.

Implementar un sistema de información web, a través de softwares, para gestionar los indicadores de desarrollo sostenible para el Departamento de Santander y facilitar la toma de decisiones de carácter territorial

Evaluar la calidad de agua, mediante la aplicación del Biological Monitoring Working Party (BMWP), para integral los índices de las variables fisicoquímicas con las variables biológicas en sistemas loticos de la región de Santander.

## 6 ESTADO DEL ARTE

Para la agencia de las Naciones Unidas para el Hábitat (UN-Hábitat), un indicador es *“el conjunto de instrumentos de gestión que permiten identificar la realidad urbana (territorial), y servir de base para la formulación de políticas, programas y proyectos que la mejoren en forma continuada y sostenible”*, definición que sirve como referente y modelo comparativo para los diferentes contextos que se analizarán en la construcción.

En el compendio titulado “Foros TIC y sostenibilidad”, el artículo “indicadores de sostenibilidad urbana de barriadas obsoletas”, define como alrededor de los indicadores se encuentra implícito el concepto del desarrollo sostenible, basado en objetivos, en términos de una multidimensionalidad de los mismos, para, desde medir las actividades y el uso de los recursos del territorio, y comparándolos desde un ideal para mostrar el exceso y/o falencia de los

mismos para ser posteriormente ajustados en los términos que define la iniciativa Local Government for Sustainability ICLEI (1994) que dice: “*aquel desarrollo que ofrece los servicios ambientales, sociales y económicos básicos a todos los miembros de una comunidad, sin poner en peligro la viabilidad de los sistemas naturales, construidos y sociales de los que depende la oferta de esos servicios*”, donde la condición básica es que no exista compromiso sobre los sistemas de soporte de los servicios, ya que se considera insustituible para la producción de los servicios del territorio.

Por otra parte, los autores de “*Bases para la definición de indicadores de desarrollo territorial y urbano sostenible*”, sostienen que, para que existan indicadores adecuados de sostenibilidad deben tenerse en cuenta la definición de los datos con la unidad de medida, periodicidad de la actualización, objetivo de ese indicador, método de cálculo y los valores que sirven de referencia ya sea en términos cuantitativos o cualitativos, que permitan definir los datos y su manera de presentación. Para definir el espacio de análisis se debe tener en cuenta el contexto territorial que se va a evaluar, definido como la división político-administrativa objeto del tratamiento, además de definir el aprovechamiento de los sistemas de información geográfica (SIG) como la manera idónea para lograr su representación.

En “*Métricas para el Desarrollo Sostenible*” se plantea la necesidad de definir una línea base que permita caracterizar el “estado cero” del desarrollo en un territorio, para comparado con el “estado ideal” de los ecosistemas, permitir mostrar la distancia entre lo que hay y lo que debería ser, es en este espacio donde se enfocan las propuestas para el mejoramiento o mantenimiento de las condiciones del desarrollo sostenible. Para ello se debe tener claro que los indicadores son parte indispensable de esta evaluación y que ellos pueden ser cuantitativos y/o cualitativos, y deben ser capaces de medir el estado ecosistémico de los territorios. Es de resaltar el enfoque propuesto, al mostrar que permite realizar juicios de valor al comparar las condiciones iniciales con el estándar y/o meta, por tanto, se reconocen las medidas en el tiempo de las variables del sistema que permiten mostrar tendencias sobre los estados ecosistémicos.

A su vez, en “*Indicadores urbanos*” resaltan que se deben definir las siguientes características, para que un indicador sea consistente: debe ser específico, consistente, explícito, sensible, disponible, descriptivo, ser claro y confiable; además que deben enlazarse con indicadores

macro p.ej. los objetivos del milenio (ODM), o de la agenda Hábitat (AH), para que sean consistentes en su totalidad.

Es a partir de estas definiciones que se construirán y caracterizarán los indicadores dentro de la presente investigación, teniendo en cuenta que mostrarán una realidad territorial y que esta debe ser tomada en cuenta para proponer acciones que tratarán de acercar la realidad existente en un instante del tiempo, al ideal de los ecosistemas o a una línea base. En ambos escenarios permitirán analizar las evoluciones que se han dado, en el primer caso identifican la distancia entre el “deber ser” y el “es” en una realidad, en el segundo escenario muestra “el cómo era” y lo compara con el “como es” en un instante específico del tiempo. Por otra parte, con el uso de los Sistemas de Información Geográfica se mostrarán la ubicación espacial, estado, propuestas de acciones y, sobre todo, posibilidad de una vez tomadas las acciones propuestas redefinir el estado ecosistémico y mostrar los efectos, de los indicadores dentro del territorio. Otro de los enfoques a tener en cuenta para la construcción de las variables que delimitan el trabajo sobre los indicadores de territorio, según Savard *et al.* (2011)<sup>1</sup> es el análisis de impactos de los diferentes ecosistemas entre sí cuando se realizan interacciones, la identificación de estrategias para maximiza la biodiversidad dentro de los ecosistemas en análisis y como se manejan las especies no deseadas dentro de los ecosistemas analizados y, como ecosistemas dominantes, (ej. Especie humana), redefinen esta relación, situación que debe ser descrita y analizada, dando relevancia a dos (2) variables muy importantes: el crecimiento demográfico y sus efectos sobre los ecosistemas, por una parte y, por la otra, la densidad de esas poblaciones en los ecosistemas bajo análisis. A la luz de esta reflexión se debe analizar la manera como se ha modificado el medio físico del territorio, como se articula e interactúa este con otros territorios y, como ha sido modificado el entorno desde lo físico y lo ambiental (ej: gestión del riesgo, microclima urbano, entre otros).

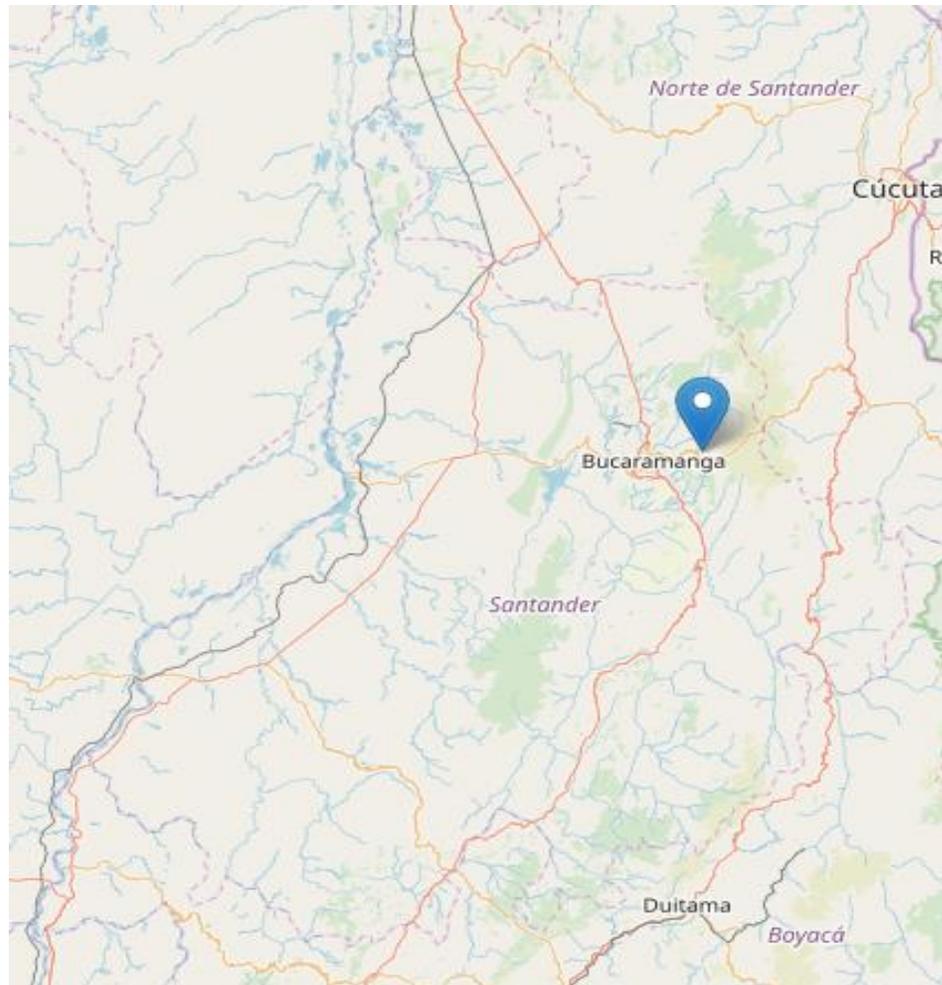
---

<sup>1</sup> Savard, Jean-Pierre & Bruce Falls, J. (2011). Influence of habitat structure on the nesting height of birds in urban areas. *Canadian Journal of Zoology*. 59. 924-932. 10.1139/z81-132.

## 7 MARCOS REFERENCIALES

### 7.1 MARCO ESPACIAL

La investigación será desarrollada en el área de influencia de las Unidades Tecnológicas de Santander, el Departamento de Santander; coordenadas de centroide  $7^{\circ}08'00''N$   $73^{\circ}00'00''O$  (Figura 2).



**Figura 2.** Departamento de Santander

## 7.2 MARCO TEÓRICO

Desde el análisis del estado del arte, se identifica que todo estudio da inicio desde una dimensión regional para posteriormente descender a lo local y, a partir de este punto se encontró que los indicadores parten desde un modelo de análisis que identifica una distancia a unos estados ideales por una parte o a unos estados iniciales o momento cero por la otra; además de ello se deben tener en cuenta cuatro ejes temáticos que reúnen las variables que permiten el análisis del territorio en su integralidad: eje que definen el modelo de territorio, eje que muestra la diversidad y/o complejidad, eje que muestran la eficiencia del funcionamiento y, eje de cohesión social territorial. A partir de este primer acercamiento al modelo, las variables a utilizar para definir estos ejes son: el análisis del suelo, el espacio público y su calidad, la movilidad y los servicios, los espacios verdes y la biodiversidad, el metabolismo territorial y, la cohesión social; correspondiendo grupos de variables a los diferentes ejes temáticos propuestos<sup>2</sup>.

Además de ello, las variables tienen que ser amarradas a referentes de carácter internacional, definiendo, además la calidad de los datos en términos de Unidad de Medida, (específica para cada tipo de dato), necesidad de actualización del dato (horizonte de modelación), objetivo (ajustado a las necesidades del objeto del trabajo), cómo se calculará (a partir de definir un modelo matemático que permita definirlo y modelarlo) lo que permita estandarizar la información, además de ello los valores que servirán como referencia, tomando en cuenta que deben existir unos valores o rangos mínimos y máximos y un estado ideal de esa variable, además de ello analizar la información en términos cualitativos y/o cuantitativo.

Una vez definidos los ejes y las variables se deben entrar a analizar cada una de las variables propuestas para construir el objetivo de la variable, su definición y/o relevancia, la fórmula de cálculo y los subindicadores que la componen para así definir la propuesta teórica del proyecto de indicadores de sostenibilidad territorial.

Además de ello para el DANE (Departamento Administrativo Nacional de Estadística de Colombia), las estadísticas del desarrollo sostenible se definen en unas dimensiones que incluyen dimensiones: económica, ambiental, social e institucional como los ejes temáticos a desarrollar dentro del análisis propuesto.

---

<sup>2</sup> Agencia d'Ecología Urbana de Barcelona. "Sistema de Indicadores y Condicionantes para ciudades grandes y medianas". Barcelona, España, 2010

### 7.3 MARCO CONCEPTUAL

El indicador descrito como “*el conjunto de instrumentos de gestión que permiten identificar la realidad urbana (territorial), y servir de base para la formulación de políticas, programas y proyectos que la mejoren en forma continuada y sostenible*”<sup>3</sup>, es el parámetro sobre el cuál se construye la información del territorio, el cual se define como el espacio físico donde se desarrollan todas las actividades de los ecosistemas existentes.

A su vez el campo de acción de esos indicadores es el territorio, explicado como *el recipiente y/o contenedor de unos eventos y escenarios que deben ser modelados y vinculados entre sí*, lo anterior tomando como concepto la evolución del modelo de cuantificación al modelo de análisis espacial para los análisis del territorio en su integralidad.

El modelo de territorio describe desde el “*cómo*”, los diferentes usos se apropian del espacio físico y las maneras de mostrar esa apropiación mediante unas variables, en la complejidad y/o diversidad se manejan conceptos de “*las maneras como se dan las interrelaciones*” entre los diferentes ecosistemas existentes en él, la eficiencia muestra el “*consumo energético*” necesario para su funcionamiento, y la cohesión muestra “*la fuerza y consistencia*” de las interrelaciones ecosistémicas entre sí. Los ejes temáticos se definen a través de unas variables que los modelan en todos sus componentes y muestran valores que los miden y caracterizan.

---

<sup>3</sup> <https://unhabitat.org/urban-knowledge/guo/> (agregado de los autores)

## 8 METODOLOGÍA

El proceso metodológico parte desde identificar los indicadores relativos de cada uno de los conceptos de análisis, para desde allí definir los indicadores que lo modelan, para así definir los índices que le otorgan un valor específico al (los) indicador y permiten definir una realidad en términos cualitativos y/o cuantitativos.

Para ello juntamente con las técnicas que permiten identificar las variables, se utilizarán unas herramientas que apoyarán el proceso y permitirán la recolección de información geoespacial para los cuál se plantea la utilización de métodos planimétrico, altimétrico, fotogramétrico, teledetección, metodología GPS y geodésicas, entre otras técnicas.

### 8.1 MÉTODO

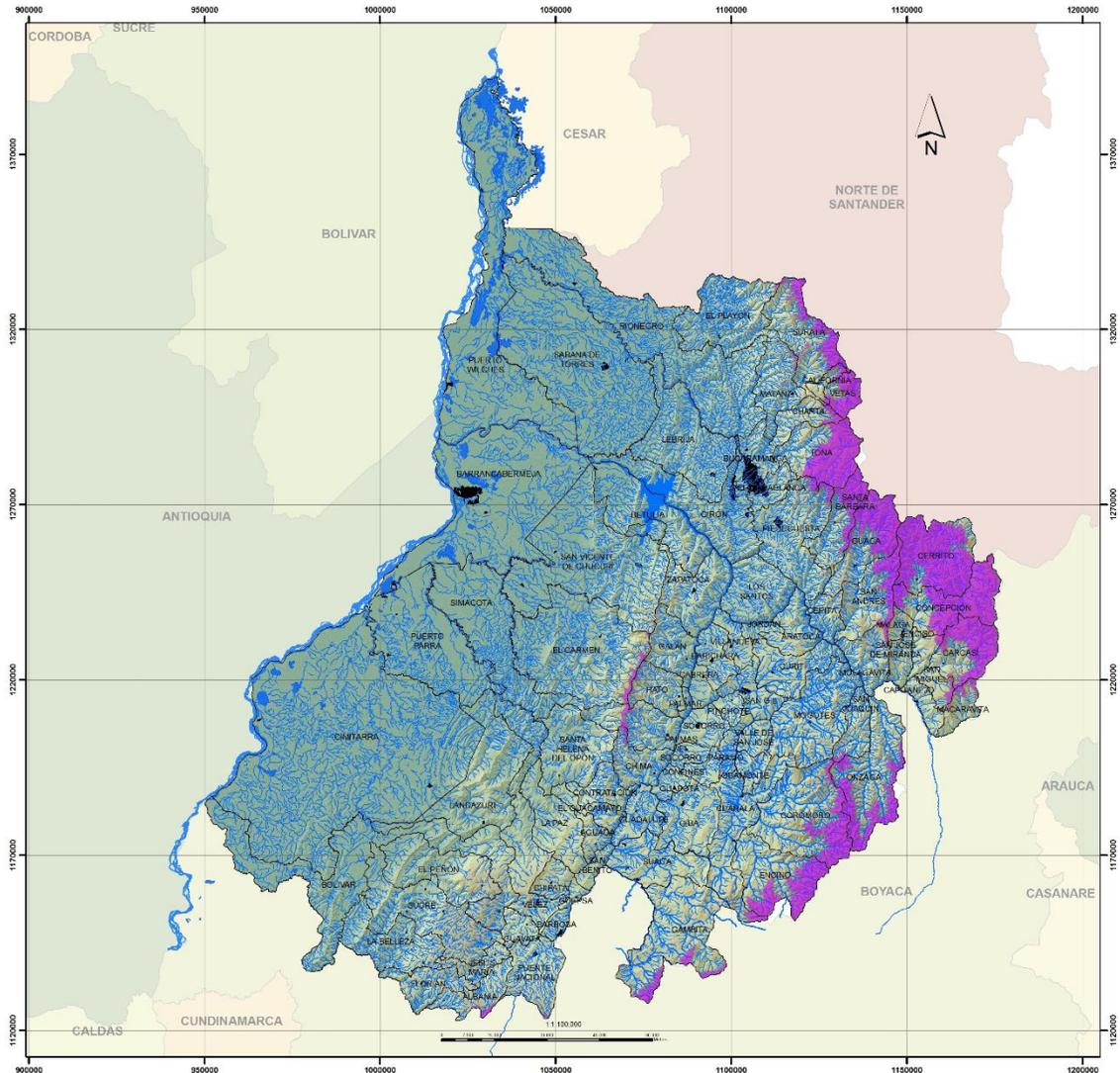
La presente investigación es de tipo explicativa, ya que mostrará los estados de las variables y se analizará y explicará la relación existente entre dos o más tipos de variables propuestas, el enfoque es mixto ya que algunas variables son cualitativas y otras cuantitativas, el método a utilizar será el inductivo ya que se recolectarán datos desde una realidad de territorio y se comparará con estándares o línea base, lo que permite comprobar la teoría de la sostenibilidad como un elemento propio del territorio.

Las variables que definen los indicadores del desarrollo sostenible a partir de la comparación desde un estándar o desde una línea base, se comparará con un estado real y así permitirá identificar el estado actual del indicador, y a su vez se tratará de explicar la razón de ese estado desde los modelos de indicadores del territorio.

**Hidrología.** La red hidrográfica del departamento de Santander está conformada por numerosos ríos, quebradas y corrientes menores, entre ellos se destacan por su importancia los ríos Magdalena, Carare, Lebrija, Opón, Sogamoso (formado por la confluencia del Chicamocha y del Suárez), Cáchira, Chucurí, Ermitaño, Fonce, Guaca, Guayabito, Horta, La Colorada, Nevado, Onzaga, Paturia, San Juan y Servitá. Existen también varias ciénagas localizadas en las proximidades del río Magdalena; entre ellas las más notables son Colorada, Doncella, El Llanito, Opón, Paredes, Rabón, Redonda, San Silvestre y Yariquíes. (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, s.f.).

Por su ubicación en la Cordillera Oriental, es un municipio productor de agua. Allí nacen 3 ríos: Oro, Manco y Lato (Hato) y 15 quebradas: La Mata, Honda, Faltriqueras, El Rasgón, Sevilla,

Guatiguará, Loro, La Vega, La Zorra, El Abra, El Gaque, Grande, La Chorrera, Las Pavas y Los Montes (Figura 3).



**Figura 3.** Red hidrográfica del departamento de Santander.

**Fuente.** Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (s.f.).

El municipio de Piedecuesta cuenta con una variedad de actividades económicas, y se encuentran agrupadas en los diferentes sectores de la economía como lo son: el sector primario (agricultura, ganadería y pesca). El sector secundario (abarca las actividades

artesanales y la pequeña industria). Y finalmente el sector terciario (restaurantes, droguerías, comercio hoteles y servicios en general). Entre las actividades agrícolas de mayor importancia que se desarrollan en el municipio, destacan las siguientes: los cultivos de mora en veredas de la parte alta del municipio, caña de azúcar y los cultivos de tabaco que se encuentran sobre el valle del Río de Oro.

## **8.2 TÉCNICA**

El análisis se realizará construyendo a partir de los determinantes de cada una de las características del desarrollo sostenible, indicadores que permitan visibilizar ese estado y mediante análisis desde los Sistemas de Información Geográfico, mostrar la realidad territorial, los índices que permitan medir los estados (que pueden ser cualitativos y/o cuantitativos) serán en gran medida el modelo a utilizar y a través de los diferentes estándares que definen el estado (bueno, regular, malo, etc), medir las distancias desde lo ideal hacia lo real y así poder mostrarlo en información cartográfica adecuada para la zonificación del estado ecosistémico de los indicadores del desarrollo en el departamento de Santander.

## **8.3 PROCEDIMIENTO**

El proyecto se desarrollará en varias tiempos y fases:

En un primer tiempo se determinarán los indicadores a utilizar en el departamento, para conformar así la base de medición, identificando cada indicador, con unos objetivos, unos determinantes que los modelan y caracterizan, unos modelos y/o métodos de cálculo y por último los parámetros que lo modelan en términos de una calidad.

En una segunda etapa se realizará la identificación de los mismos indicadores en el área de análisis, determinando el estado de estos, de acuerdo con los estándares de medición determinados en el contexto de la teoría del indicador analizada en la primera etapa.

En una tercera etapa se realizará el comparativo del estado, de la distancia entre una apropiación teórica y la realidad identificada, poniendo cifras y calidades a esos indicadores, además de ello posicionando mediante el SIG los diferentes análisis realizados en el departamento.

El departamento, tiene diferentes zonas y riquezas hídricas por naturaleza, aptas para realizar turismo sostenible social, incluyendo a las comunidades locales para que sean promotores y empresarios turísticos; entre estas zonas, se encuentra la región del río Fonce, río Suárez y el Magdalena Medio, rica en ciénagas, en las cuales, muchas poblaciones viven de la pesca y son zonas aptas para la práctica de deportes acuáticos, con un fuerte potencial para el Ecoturismo social e incluyente, con visión internacional; a hoy sin grandes avances.

Las cuencas en el área del departamento de Santander, está conformada por catorce subzonas hidrográficas, distribuidas de la siguiente manera:

1. Carare – Minero
2. Opón
3. Bajo y Medio Suárez
4. Sogamoso
5. Río Alto Lebrija
6. Río Lebrija en Cachira Norte
7. Río Lebrija medio
8. Río Cachira Sur
9. Afluentes directos Río Lebrija medio
10. Río Fonce
11. Río medio Chicamocha
12. Río Bajo Chicamocha
13. Chitaga
14. Drenajes directos al Río Magdalena, entre el Río Negro y el Río Carare.

### **8.3.1 FASE 1. ESTUDIO DE DIMENSIONES**

#### **PERIODO 1, (duración 2 años)**

1. Delimitación teórica del problema y de las variables que serán utilizadas, en esta fase se desarrolla el modelo teórico que será utilizado, delimitando variables, valores, rangos, es decir toda la construcción teórica de las variables a utilizar en el proyecto. Se espera que esta fase dure 6 meses.

2. Se realizará un análisis piloto de una zona donde se aplicarán las variables, se pretende iniciar con un análisis piloto, ya que permitirá por una parte probar la consistencia lógica y conceptual de variables e identificar los problemas que pueden presentarse, lo anterior se aplicará en una zona que está por definir; se espera que esta fase dure 1 año.

3. Se realizará el análisis de los componentes en relación con la zona de trabajo, se analizarán resultados y se concluirá y recomendará de acuerdo con lo encontrado en el análisis. Esta primera parte del trabajo está diseñada para ser desarrollada en 6 meses.

### **PERIODO 2 (duración 2 años)**

4. Posteriormente se inicia el trabajo sobre las diferentes zonas del departamento que serán objeto de análisis, aunque siempre teniendo en cuenta que, cada trabajo pondrá a prueba las variables y deberán ser analizadas a la luz de la nueva información, para mantener o reorientar los contextos de análisis. Las actividades por desarrollar serán las mismas planteadas para el tiempo 1 pero adaptándolas a la dimensión de la zona de trabajo. Esta zona se propone sea del tamaño de provincia y se trabajará sobre cada uno de los municipios que la integran.

### **8.3.2 FASE 3. INTEGRACIÓN DE LA INFORMACIÓN**

Tiempo 3. Duración máxima 1 año: Se realiza la consolidación de la información, para así mostrar el estado verdadero de los indicadores de sostenibilidad para todo el departamento a partir del análisis realizado en cada una de las partes que lo componen.

## **9 ACTIVIDADES PARA DESARROLLAR**

Se pretende identificar el estado actual de los indicadores del desarrollo sostenible para el departamento y proponer acciones encaminadas a lograr su manejo a través de diferentes mecanismos, tales como:

Caracterizar las variables que identifican el deterioro de los indicadores de sostenibilidad en el Departamento de Santander, apoyado en un SIG

- -Incorporar las variables que identifican el deterioro de los indicadores de sostenibilidad en el Departamento de Santander en una base cartográfica.

- Desarrollar estudios diagnósticos de recursos económicos, ambientales, ecológicos, servicios básicos, tenencia de la tierra para alimentar la plataforma con el uso de SIG y Teledetección en el Departamento de Santander.
- Desarrollar análisis diagnósticos de amenazas y vulnerabilidades para la generación de estudios de riesgos ante los desastres vinculados al cambio climático, con el uso de SIG y Teledetección en el Departamento de Santander.
- Identificar las coberturas rurales y urbanas por medio de análisis multi-temporales que permitan la identificación de tendencias de crecimiento o cambios de uso para mitigar el impacto negativo de las actividades humanas en los ecosistemas por medio del uso de SIG y Teledetección en el Departamento de Santander.
- Desarrollar inventarios de fuentes hídricas para el análisis de capacidades y sanidad de las fuentes de agua por medio del uso de SIG y Teledetección en el Departamento de Santander.
- Apoyar los procesos de legalización de barrios marginales para mejorar los indicadores de calidad de vida y acceso universal a los servicios básicos por medio de metodologías topográficas, catastrales y geomáticas en el Departamento de Santander.
- Desarrollar capacitaciones entre las comunidades para fortalecer la gestión del agua, el saneamiento, protección a los ecosistemas, buenas prácticas agrícolas de disminución de contaminantes del agua, conservación de bosques, montañas, humedales, ríos, acuíferos y lagos en el Departamento de Santander.
- Desarrollar estudios diagnósticos alrededor del ordenamiento territorial que promueva la urbanización inclusiva y sostenible, el acceso a viviendas y servicios básicos promoviendo sistemas de transportes sostenible y accesible en el Departamento de Santander.
- Promover la inclusión de medidas de reducción del riesgo de desastres en las políticas y estrategias departamentales
- Realizar un inventario de zonas verdes y espacios públicos de acuerdo con los lineamientos de seguridad, inclusividad y accesibilidad en las áreas urbanas, periurbanas y rurales que permitan promover una planificación regional y nacional integral con el uso de SIG y Teledetección en el Departamento de Santander.

- Integrar mediante una matriz, la relación del índice biológico BMWP (Biological Monitoring Working Party) y parámetros fisicoquímicos, para la evaluación de la dinámica poblacional en función de impactos antropogénicos y que se aplique a las microcuencas de la región de Santander.

## 10 DISTRIBUCIÓN DE RESPONSABILIDADES

**El Grupo en Medio Ambiente y Territorio – GRIMAT**, incluye los Programas académicos de Ambiental, Topografía y Estudios Geotécnicos. A través de los semilleros de Investigación: AQUARA, CENITH, SIEG, respectivamente.

Desde el área *Ambiental* realiza los impactos y estrategias de intervención a las zonas más afectadas por las actividades antrópicas del Departamento de Santander.

Desde el área *Topográfica* realiza el montaje de la información en SIG ArcGis(r), en una primera instancia y posteriormente incentivar la utilización de software de información geográfica libre. (GNU)

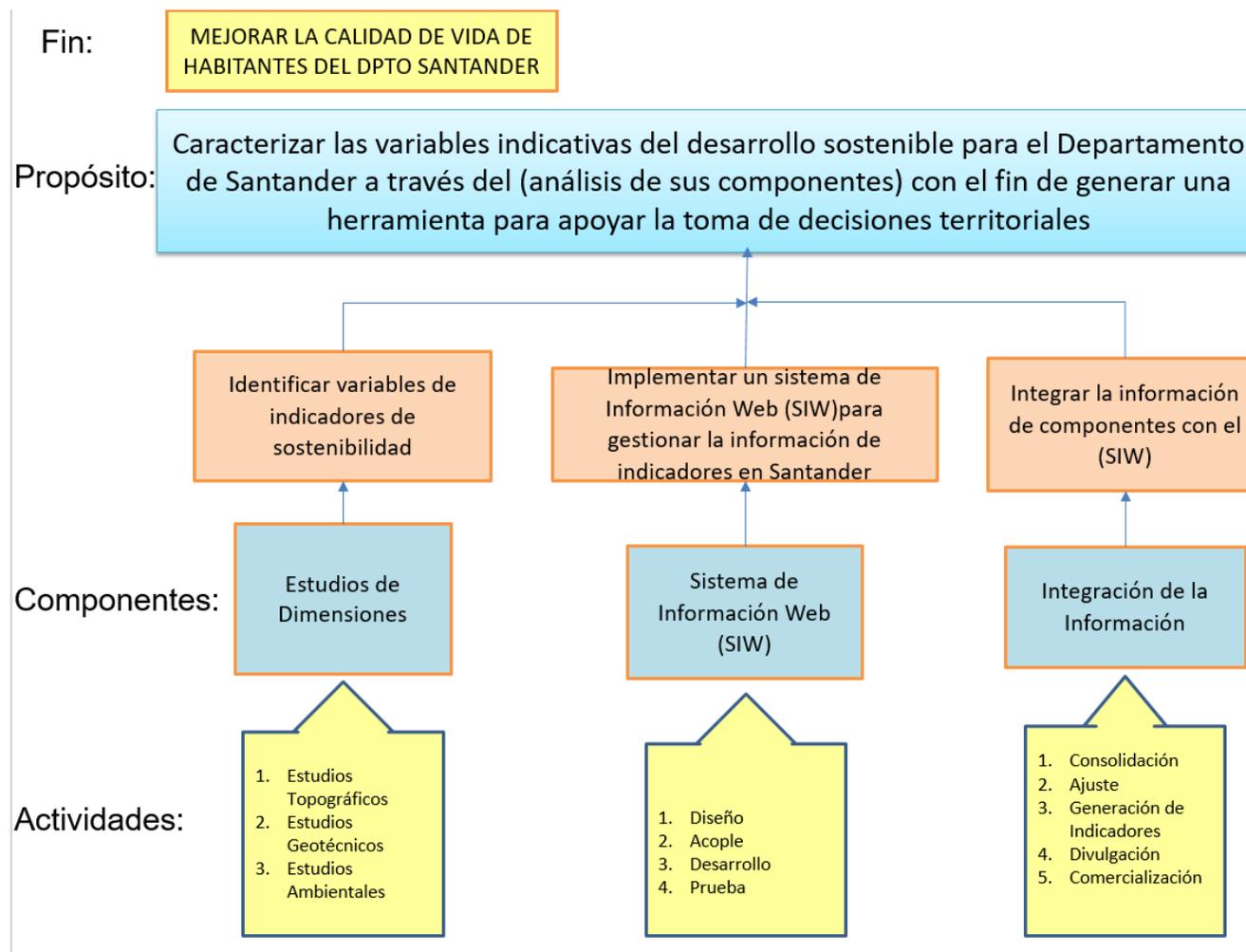
Desde el área de la *Geotecnia* realiza los estudios de suelo y subsuelo que involucren impactos a la biomasa relacionados con las actividades antrópicas de las zonas más vulnerables del Departamento de Santander.

**El Grupo de Investigación de Ingeniería de sistemas – GRIIS**, Semilleros: AZUL y SEIIS. Desarrolla el procesamiento y análisis de la información del estado de los indicadores a través del desarrollo y aplicación del sistema de Información Web (SIW).

**Grupo de Investigación en Nuevas Tecnologías - GNET**, Semillero: SISTEL. Desarrolla las telecomunicaciones para poder comunicar en tiempo real la información recopilada de las fuentes acopladas en las zonas vulnerables al SIW.

La dinámica de trabajo es a través del desarrollo de proyectos relacionados con cada programa académico, pero con un solo fin apoyado la evaluación de los indicadores de sostenibilidad para el territorio de Santander. Los proyectos serán apoyados por trabajos de grado basados en actividades en el aula, actividades de investigadores y actividades con semilleros para obtener la información necesaria para cargar el SIW y manejar dicha información con fines investigativos o la comercialización.





**Figura 5.** Ejemplo de EDT

**Fuente:** <https://formulaproyectosurbanospmipe.wordpress.com/2012/05/09/tema-n-5-la-estructura-de-desglose-del-trabajo-edt-segun-la-guia-del-pmbok-30-04-2012-sesion-10-segunda-parte/>

## 12 RESULTADOS ESPERADOS

Productos de Generación de Nuevo Conocimiento – GNC

**Tabla 1. Productos esperados de Generación de Nuevo Conocimiento**

Tipo Producto	Nombre o título del producto	Publicación, casa editorial o institución que otorga la patente
Artículo	Título del producto	Revista científica indexada en bases de datos avaladas por COLCIENCIAS
Libro	Título del producto	Editorial que cumpla requisitos de calidad para divulgación de libros resultado de investigación

**Tabla 2. Productos esperados de Desarrollo Tecnológico e Innovación**

Tipo de producto	Nombre del producto
Software	
Secreto empresarial	
Innovación en gestión empresarial	
Consultorías técnico-científicas	

Fuente: Nombre del autor que propone el proyecto

Los “tipos de producto” que serán tenidos en cuenta para este tópico son todos aquellos avalados por COLCIENCIAS en su modelo de medición vigente.

Productos de Apropiación Social del Conocimiento – ASC

Describen los procesos de divulgación orientados a generar construcción colectiva de conocimiento. Dentro de estos productos se tiene la participación en eventos científicos mediante ponencias, espacios de participación ciudadana en Ciencia Tecnología e Innovación CTel, estrategias para el fomento de la

CTel, y otros productos aprobados por COLCIENCIAS en su modelo de medición de grupos de investigación vigente. Estos resultados se deben presentar en la tabla 3.

**Tabla 3. Productos esperados de Apropiación Social del Conocimiento**

Tipo de Producto	Tipo de difusión
Evento científico	Ponencia Internacional
Evento científico	Ponencia Nacional

Fuente: Nombre del autor que propone el proyecto

Los “tipos de producto” que serán tenidos en cuenta para este tópico son todos aquellos avalados por COLCIENCIAS en su modelo de medición vigente.

#### Productos de Formación de Recurso Humano – FRH

Describen los resultados que corresponden a la formación de talento humano en investigación. Consisten en todos los trabajos de grado, en cualquiera de las modalidades aprobadas institucionalmente, articulados con el proyecto de investigación. Dependiendo de la dedicación asignada al proyecto de investigación, tiempo completo o medio tiempo, y de la dedicación del proyecto en semestres, deberá asociar un mínimo de 8 o 4 trabajos de grado por semestre de ejecución del proyecto. Estos resultados se deben presentar en la tabla 4.

**Tabla 4. Productos esperados de Formación de Recurso Humano**

# trabajos de grado	Modalidad	Objetivo relacionado
12	Trabajos de grado en monografía	# del objetivo
32	Trabajos de grado en investigación	# del objetivo
4	Trabajos de grado en desarrollo tecnológico	# del objetivo

Fuente: Nombre del autor que propone el proyecto

Los “tipos de producto” que serán tenidos en cuenta para este tópico son todos aquellos avalados por COLCIENCIAS en su modelo de medición vigente.

### **13 PRESUPUESTO**

Todas las tablas del presupuesto se plantean en miles de pesos. El presupuesto global es la tabla principal en la que se resumen todos los rubros requeridos para la ejecución del proyecto, y las siguientes tablas corresponden a la discriminación de los rubros requeridos para su ejecución. Los gastos en efectivo corresponden a todas las compras que se requieren realizar para la correcta ejecución del proyecto y los valores en especie corresponden al inventario de equipos que la institución ya posee o a la nómina de la institución. También se debe incluir el recurso humano de los estudiantes en modalidad de trabajo de grado como aporte en especie externo.



Estudiantes Tecnología(cantidad)	(16 est.*20h)	8000		2560000		0
<b>Total</b>						<b>12300000</b>

Fuente: Jorge Concha Sánchez

### 11.3 Materiales, Equipos y Software

Tabla 7. Descripción del rubro de materiales, equipos y software del proyecto

Descripción	Justificación	UTS		Externa		Total
		Efectivo	Especie	Efectivo	Especie	
Actualización de software de modelamiento ArcGIS a versión ArcInfo	El proyecto requiere de software de procesamiento de información geoespacial para generar los indicadores de sostenibilidad ambiental.		1200000 0			12000000
Imagen Satelital	Es necesario imágenes satelitales multibanda como insumo para la determinación de indicadores de sostenibilidad ambiental.	4000000				4000000
Receptor GPS doble frecuencia	Equipos requeridos para la realización de Georeferenciación de las variables del proyecto.		7000000 0			70000000
Estación Total	Estaciones totales para recolección de geoinformación para la identificación de variables		4500000 0			45000000
Vehículo Aéreo No Tripulado	Vehículo Aéreo no Tripulado		6500000			6500000
<b>Total</b>						<b>137500000</b>

Fuente: Jorge Concha Sánchez

**Tabla 7. Descripción del rubro de materiales, equipos y software del proyecto**

Descripción	Justificación	UTS		Externa		Total
		Efectivo	Especie	Efectivo	Especie	
Red Suber	Muestreos	1.800.000				1.800.000
Red Pantalla	Muestreos	700.000				700.000
Red D-net	Muestreos	600.000				600.000
Red Triangular	Muestreos	600.000				600.000
Red Van Veen	Muestreos	3.500.000				3.500.000
Red Peterson	Muestreos	2.800.000				2.800.000
Red Ekman	Muestreos	3.500.000				3.500.000
Placas de madera	Muestreos	400.000				400.000
Canasta de alambre	Muestreos	250.000				250.000
Balde para lavado	Muestreos	80.000				80.000
Microscopio electrónico	Muestreos		3.500.000			3.500.000
Estereoscopio	Muestreos		2.500.000			2.500.000
<b>Total</b>		<b>14.230.000</b>	<b>6.000.000</b>			<b>20.230.000</b>

#### 11.4 Servicios Técnicos

**Tabla 8. Descripción del rubro de servicios técnicos del proyecto**

Descripción	Justificación	UTS		Externa		Total
		Efectivo	Especie	Efectivo	Especie	
<b>Total</b>						

Fuente: Jorge Concha Sánchez

#### 11.5 Divulgación y Protección del Conocimiento

**Tabla 9. Descripción del rubro de divulgación y protección del conocimiento del proyecto**

	Descripción	Justificación	UTS		Externa		Total
			Efectivo	Especie	Efectivo	Especie	
<b>11.5 Divulgación y Protección del Conocimiento</b>	Ponencia en evento nacional	Se requiere la socialización de los avances de la investigación en la comunidad académica nacional.	500000				500000
	Ponencia en evento internacional	Se requiere la socialización de los avances de la investigación en la comunidad académica internacional. Este aporta a los productos de apropiación social de conocimiento del grupo de investigación.	4000000				4000000
	Publicación de artículo científico en revista indexada	Se requiere la socialización de los avances de la investigación en documentos escritos con rigurosidad científica que avale el proceso de investigación y aporte al grupo de investigación como producto de generación de conocimiento.	1800000				1800000
	Publicación de artículo científico en revista No indexada	Se requiere la socialización de los avances de la investigación en documentos escritos y aporte al grupo de investigación como producto de generación de conocimiento.	80000				80000
	<b>Total</b>						<b>6380000</b>

Fuente: Jorge Concha Sánchez

### 11.6 Gastos de viaje

Tabla 10. Descripción del rubro de gastos de viaje del proyecto

	Descripción	Justificación	UTS		Externa		Total
			Efectivo	Especie	Efectivo	Especie	
<b>11.6 Gastos de viaje</b>	Viajes a la zona de estudio	Es necesario realizar visitas al sitio de estudio para verificar y analizar los datos de indicadores	1200000				1200000

	de sostenibilidad					
<b>Total</b>						<b>1200000</b>

Fuente: Jorge Concha Sánchez

### 11.7 Otros

Tabla 11 Descripción del rubro de otros gastos requeridos en el proyecto

	Descripción	Justificación	UTS		Externa		Total
			Efectivo	Especie	Efectivo	Especie	
<b>11.7 Otros</b>	Impresión y papelería	Es necesario la impresión de documentos, cartas, procesos y demás elementos de apoyo en la investigación.	75000				75000
	<b>Total</b>						<b>75000</b>

Fuente: Jorge Concha Sánchez

## 14 IMPACTOS DEL PROYECTO

La propuesta de investigación desde su concepción tiene el espíritu de impactar el medio en el cual se piensa desarrollar. Es por ello que se tiene como metas de generación de nuevo conocimiento la generación de un artículo científico publicado en revista indexada, este artículo es resultado del proceso investigativo de esta propuesta. Por otro lado, la socialización de los resultados es de suma importancia para el proyecto para lo cual se pretende desarrollar una ponencia en evento nacional y una ponencia en evento internacional, lo mismo que la publicación de un artículo científico en revista no indexada. Lo anterior aportara a los productos de medición del grupo de investigación GRIMAT.

Los impactos sociales de este proyecto se evidenciarán en los indicadores de calidad de vida alrededor de la vivienda, ingreso, empleos, educación, comunidad, medio ambiente, salud y satisfacción de vida, ya que permitirá definir datos base de los estudios realizados en esta propuesta y facilitará identificar el impacto en la integralidad del ser en cuanto a estos indicadores. Por otro lado, el proyecto busca desarrollar actividades que faciliten el alcance de los objetivos de desarrollo sostenible, dentro de estos objetivos se tiene:

- Erradicar la pobreza en todas sus formas
- Terminar con todas las formas de hambre y desnutrición para 2030
- Lograr una cobertura universal de salud y facilitar medicamentos y vacunas seguras y asequibles para todos.
- Garantizar el acceso universal a salud reproductiva y sexual y otorgar a la mujer derechos igualitarios en el acceso a recursos económicos, como tierras y propiedades, son metas fundamentales para conseguir este objetivo.
- Mitigar la escasez de agua, es fundamental proteger y recuperar los ecosistemas relacionados con este recurso, como los bosques, montañas, humedales y ríos.
- Expandir la infraestructura y mejorar la tecnología para contar con energía limpia en todos los países en desarrollo, es un objetivo crucial que puede estimular el crecimiento y a la vez ayudar al medio ambiente.
- Estimular el crecimiento económico sostenible mediante el aumento de los niveles de productividad y la innovación tecnológica.
- Mejorar la seguridad y la sostenibilidad de las ciudades implica garantizar el acceso a viviendas seguras y asequibles y el mejoramiento de los asentamientos marginales.

- Reducir a la mitad el desperdicio per cápita de alimentos en el mundo a nivel de comercio minorista y consumidores para crear cadenas de producción y suministro más eficientes.
- Integrar las medidas de reducción del riesgo de desastres en las políticas y estrategias nacionales.
- Detener la deforestación también es de vital importancia para mitigar los impactos del cambio climático.
- Importancia de analizar las microcuencas de la región de Santander para determinar, a través de bioindicadores, la calidad del agua de los sistemas loticos y que la información sea publicada para conocimiento de la comunidad en general.

El impacto para las Unidades Tecnológicas de Santander UTS está vinculado directamente con los proyectos de grado en la modalidad de proyectos de investigación y monografías que se espera desarrollar 32 proyectos de grado a lo largo de un año, distribuidos en las distintas modalidades, lo cual, mejorara los indicadores de deserción y retención estudiantil. Por otro lado, con las ponencias en evento nacional e internacional y la publicación de un artículo científico en revista indexada y un artículo científico en una revista no indexada permitirá dar una mayor visibilidad a la institución en el ámbito académico y de investigación al promover los proyectos que mejoren la problemática social y se proyecten a alcanzar un desarrollo sostenible para los habitantes de área de influencia de las UTS.

La propuesta de investigación desde su concepción tiene el espíritu de impactar el medio en el cual se piensa desarrollar. Es por ello que se tiene como metas de generación de nuevo conocimiento la generación de un artículo científico publicado en revista indexada, este artículo es resultado del proceso investigativo de esta propuesta. Por otro lado, la socialización de los resultados es de suma importancia para el proyecto para lo cual se pretende desarrollar una ponencia en evento nacional y una ponencia en evento internacional, lo mismo que la publicación de un artículo científico en revista no indexada. Lo anterior aportara a los productos de medición del grupo de investigación GRIMAT.

Los impactos sociales de este proyecto se evidenciarán en los indicadores de calidad de vida alrededor de la vivienda, ingreso, empleos, educación, comunidad, medio ambiente, salud y satisfacción de vida, ya que permitirá definir datos base de los estudios realizados en esta propuesta y facilitará identificar el impacto en la integralidad del ser en cuanto a estos

indicadores. Por otro lado, el proyecto busca desarrollar actividades que faciliten el alcance de los objetivos de desarrollo sostenible, dentro de estos objetivos se tiene:

- Proponer acciones para mitigar la escasez de agua, es fundamental proteger y recuperar los ecosistemas relacionados con este recurso, como los bosques, montañas, humedales y ríos.
- Formular estrategias para expansión y utilización racional de la infraestructura y mejorar la tecnología para contar con energía limpia en todos los países en desarrollo, es un objetivo crucial que puede estimular el crecimiento y a la vez ayudar al medio ambiente.
- Estimular el crecimiento económico sostenible mediante análisis ecosistémico del entorno territorial del departamento para así promover aumento de los niveles de productividad y la innovación tecnológica.
- Mejorar la seguridad y la sostenibilidad de las ciudades implica garantizar el acceso a viviendas seguras y asequibles y el mejoramiento de los asentamientos marginales.
- Promover la inclusión de medidas de reducción del riesgo de desastres en las políticas y estrategias departamentales.
- Incentivar acciones para detener la deforestación y así mitigar los impactos del cambio climático.

El impacto para las Unidades Tecnológicas de Santander UTS está vinculado directamente con los proyectos de grado en la modalidad de proyectos de investigación y monografías que se espera desarrollar 32 proyectos de grado a lo largo de un año, distribuidos en las distintas modalidades, lo cual, mejorara los indicadores de deserción y retención estudiantil. Por otro lado, con las ponencias en evento nacional e internacional y la publicación de un artículo científico en revista indexada y un artículo científico en una revista no indexada permitirá dar una mayor visibilidad a la institución en el ámbito académico y de investigación al promover los proyectos que mejoren la problemática social y se proyecten a alcanzar un desarrollo sostenible para los habitantes de área de influencia de las UTS.

## 15 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Agencia d'Ecología Urbana de Barcelona. (2010). Sistema de Indicadores y Condicionantes para ciudades grandes y medianas. Barcelona, España.
- Aguado, Itziar & Etxebarria, Carmen & Barrutia, J.M. (2007). Indicadores de desarrollo humano sostenible: análisis comparativo de la experiencia española. University Library of Munich, Germany, revised.
- CEPAL (2012). Población, territorio y desarrollo sostenible. Comité especial sobre el desarrollo sostenible. Quito, Ecuador.
- Cirio, G.W. (2016). Territorio y lugar en las concepciones e instrumentos de planificación territorial municipal". El partido de Quilmes, Buenos Aires, Argentina, 2004-2014. Tesis de posgrado. Universidad Nacional de La Plata. Facultad de Humanidades y Ciencias de la Educación.
- Córdova B, G., & Romo A, M. d. (enero de 2016). Participación ciudadana en el ordenamiento ecológico local: Juárez, Chihuahua. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=41744004010>
- DANE, (2018). Resultados preliminares censo nacional de población y vivienda. Colombia.
- DANE. (30 de junio de 2015). Estimaciones de población 1985 - 2005 y proyecciones de población 2005 - 2020 Total municipal por área. [https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/...20/Municipal\\_area\\_1985-2020.xls](https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/...20/Municipal_area_1985-2020.xls)
- FAO. (2017). Servicios ecosistémicos y biodiversidad. <http://www.fao.org/ecosystem-services-biodiversity/es>
- Fundación ITZEA y ZIZUA. (2017). Convenios de Investigación ITZEA y ZIZUA - UTS. Bucaramanga: UTS.
- Gobernación de Santander. (2016). Plan de Desarrollo de Desarrollo Departamental 2016 - 2019. [http://www.santander.gov.co/images/cooperacion/plan\\_de\\_desarrollo.pdf](http://www.santander.gov.co/images/cooperacion/plan_de_desarrollo.pdf)
- IDEAM. (2018). Cambio Climático. Bogotá: IDEAM.
- IIRB - IVH. (2014). Valoración integral de la biodiversidad y sus servicios ecosistémicos. Aspectos conceptuales y metodológicos. <http://repository.humboldt.org.co:> <http://repository.humboldt.org.co/handle/20.500.11761/32547>
- IVH. (septiembre de 2017). Expedición Colombia BIO. Biodiversidad y conservación de los sistemas subterráneos y ambientes exocársticos asociados en El Peñón, Santander,

- Colombia. <http://repository.humboldt.org.co:> <http://repository.humboldt.org.co/handle/20.500.11761/32973>
- MADS. (2013). Análisis sobre los efectos de los humedales en el contexto del cambio climático, una aproximación. [www.minambiente.gov.co](http://www.minambiente.gov.co)
- MADS. (2017). La Gobernanza del agua. <http://www.minambiente.gov.co/index.php/component/content/article/1957-gobernanza-del-agua>
- MADS. (diciembre de 2016). Plan integral de gestión de cambio climático territorial del Santander. [http://www.minambiente.gov.co/images/cambioclimatico/pdf/aproximacion\\_\\_al\\_territorio/santander\\_pag.pdf](http://www.minambiente.gov.co/images/cambioclimatico/pdf/aproximacion__al_territorio/santander_pag.pdf)
- MEN. (2012). Recursos Educativos Digitales Abiertos. Colección: Sistema Nacional de Innovación Educativa con Uso de TIC: [http://www.colombiaaprende.edu.co/html/home/1592/articles-313597\\_reda.pdf](http://www.colombiaaprende.edu.co/html/home/1592/articles-313597_reda.pdf)
- MEN. (octubre de 2017). Plan Nacional Decenal de Educación 2016-2026. [http://www.plandecenal.edu.co/cms/media/herramientas/PNDE%20FINAL\\_ISBN%20web.pdf](http://www.plandecenal.edu.co/cms/media/herramientas/PNDE%20FINAL_ISBN%20web.pdf)
- Mesa BIO - CLIMA. (2018). MML - BIO-CLIMA. Bucaramanga: UTS.
- MINAGRICULTURA - Agronet. (09 de febrero de 2015). Agronet. Pares 14 REgión Santurbán: <http://www.agronet.gov.co/Noticias/Paginas/Noticia1267.aspx>
- Ministerio de Obras Públicas, Territorio y Medio Ambiente. (1996). Sistema Español de Indicadores Ambientales. Centro de Publicaciones del Ministerio, Madrid
- Ministerio de Vivienda, España, (2019). "Bases para la definición de indicadores de desarrollo territorial y urbano sostenible". Madrid
- Páramo, J. (abril de 1999). EAFIT. Deserción Univeritaria en Colombia: <file:///C:/Users/uts/Desktop/1075-3396-1-PB.pdf>
- Quiroga, R. (2001). Indicadores de sostenibilidad ambiental y de desarrollo sostenible, estado del arte y perspectivas. CEPAL, Santiago de Chile
- Ramírez, B.R. (2015) Espacio, paisaje, región, territorio y lugar: la diversidad en el pensamiento contemporáneo, México: UNAM, Instituto de Geografía: UAM, Xochimilco.
- Restrepo, R. (15 de octubre de 2013). Amazon. Aplicación de índices fisicoquímicos y biológicos para la determinación de la calidad del agua del río frío.: [http://s3.amazonaws.com/academia.edu.documents/32969219/restrepo\\_col.pdf?AWSAc](http://s3.amazonaws.com/academia.edu.documents/32969219/restrepo_col.pdf?AWSAc)

cessKeyId=AKIAIWOWYYGZ2Y53UL3A&Expires=1490136412&Signature=72dTzeXEP  
7h%2BgUzhtoufgpSyd0%3D&response-content-

disposition=inline%3B%20filename%3DAPLICACION\_DE\_INDICES\_FISICOQUIM

Savard, J.P. y Bruce F.J. (2011). Influence of habitat structure on the nesting height of birds in urban areas. *Canadian Journal of Zoology*. 59. 924-932. 10.1139/z81-132

SIMCO. (2018). Indicadores Mineros en Santander. <http://www1.upme.gov.co/simco/Paginas/default.aspx>

UN-CEPAL, (2012). Población, territorio y desarrollo sostenible. Santiago de Chile

UTS. (2018). Plan de Desarrollo Institucional 2012-2020 - Plan De Acción 2018. Bucaramanga: Repositorio UTS.