



**UNIVERSIDAD MILITAR  
NUEVA GRANADA**

**ANÁLISIS GEOESPACIAL DE TOPOGRAFÍA, HIDROLOGÍA, PLANEACIÓN Y RIESGOS ENFOCADO  
AL USO Y CAPACIDAD DEL SUELO PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN ESQUEMA DE  
ORDENAMIENTO TERRITORIAL (EOT) EN LOS MUNICIPIOS DE EL CHARCO, MOSQUERA Y  
SANTA BÁRBARA-ISCUANDÉ DE NARIÑO**

**PRESENTADO POR:**

**JUAN ANDRES LINARES BRICEÑO**

**UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA**

**FACULTAD DE ESTUDIOS A DISTANCIA**

**PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL**

**CAJICÁ, COLOMBIA**

**2021**

**ANÁLISIS GEOESPACIAL DE TOPOGRAFÍA, HIDROLOGÍA, PLANEACIÓN Y RIESGOS ENFOCADO  
AL USO Y CAPACIDAD DEL SUELO PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN ESQUEMA DE  
ORDENAMIENTO TERRITORIAL (EOT) EN LOS MUNICIPIOS DE EL CHARCO, MOSQUERA Y  
SANTA BÁRBARA-ISCUANDÉ DE NARIÑO**

**JUAN ANDRES LINARES BRICEÑO**

Tesis o trabajo de investigación presentada(o) como requisito parcial para optar al título de:

**Ingeniero Civil**

Director:

Ing. Siervo Andres Aguirre Benavides

Universidad Militar Nueva Granada

Facultad de Estudios a Distancia

Programa De Ingeniería Civil

Cajicá, Colombia

2021

Nota de aceptación

El trabajo de grado “Análisis geoespacial de topografía, hidrología, planeación y riesgos enfocado al uso y capacidad del suelo para la implementación de un esquema de ordenamiento territorial (EOT) en los municipios de El Charco, Mosquera y Santa Bárbara-Iscuandé de Nariño” presentado para optar por el título de Ingeniero Civil cumple con los requisitos establecidos y recibe nota aprobatoria.

---

Msc. Siervo Andres Aguirre Benavides  
Tutor del Trabajo de Grado

---

Jurado

---

Jurado

Bogotá, D.C., día 21 del mes Septiembre del año 2021

## *Agradecimientos*

*Agradezco inmensamente a la facultad de ingeniería y a todos aquellos docentes que, a través de sus conocimientos y enseñanzas sembraron en mí un amor infinito por la ingeniería civil y el saber.*

## Resumen

El ordenamiento territorial se establece como el máximo órgano de planificación y proyección con el que cuenta cualquier sociedad de hoy día, esta herramienta es la encargada de generar un riguroso análisis multidisciplinario que en función de las limitaciones, y dificultades que se identifiquen en un territorio, impartirá un conjunto de directrices, determinantes, estrategias, planes, programas y proyectos enfocados al desarrollo económico, social, urbanístico, industrial, rural, y cultural a mediano y largo plazo ocupando y usando el suelo de tal manera que este desarrollo siempre mantenga un enfoque sostenible.

Teniendo en cuenta la gran importancia que tiene el ordenamiento territorial en la proyección a futuro del desarrollo de una población, se encontró que en Colombia aproximadamente el 88% de los municipios no cuentan con una estructura de ordenamiento territorial actualizada. De ese porcentaje, tres municipios de Nariño (El Charco, Santa Barbara-Iscuande y Mosquera) no tienen formalmente ningún Esquema de Ordenamiento Territorial o algún mecanismo de ordenamiento que haga las veces de este, por lo cual no solo se enfrentan al problema de la falta de planificación y proyección de desarrollo a futuro, si no que tampoco cuentan con planes de mitigación de riesgos y amenazas que estos mecanismos proveen también.

Es por esto que se decidió dar un primer paso en este proceso y analizar e identificar las limitaciones, dificultades, y problemáticas que presentan estas zonas a través del estudio de las condiciones naturales intrínsecas de dichos tres municipios. Esto se realizó operando el software de sistemas de información geográfica ArcGIS, por medio de análisis geoespaciales de topografía e hidrología, de simulaciones de las mayores vulnerabilidades de riesgos y de modelaciones de oferta, demanda y conflictos socioambientales, en base a los servicios ecosistémicos y al uso, capacidad y cobertura que tiene suelo.

Se encontró que efectivamente existen muchos puntos críticos en cuanto a condiciones topográficas e hidrológicas que son actuales detonantes de riesgos y amenazas, pero que al ser identificados específicamente en cada lugar de las cabecera municipales, así como a sus alrededores, estos podrán ser evaluados de una manera más sencilla buscando directamente la resolución a dichos puntos críticos que requieren atención, de igual manera ya que se estudió a fondo la zona y se entendió el funcionamiento de la misma, se dedujeron recomendaciones que podrían solventar dichas problemáticas. También se modelaron los sistemas de oferta, demanda y conflictos, identificando las áreas y zonas que son críticas, así como las que son potenciales, discutiendo que programas y proyectos serían convenientes realizar en cada área dependiendo de su condición actual y del enfoque al desarrollo sostenible ambientalmente.

**Palabras clave:** plan de ordenamiento territorial, programas, proyectos, sistemas de información geográfica, riesgos, amenazas, hidrología, conflictos socioambientales, servicios ecosistémicos, ArcGIS.

## Contenido

Resumen.....	5
Introducción .....	13
Planteamiento del problema.....	16
Justificación .....	18
Objetivos .....	20
Objetivo general .....	20
Objetivos específicos.....	20
1. Marco Referencial .....	21
1.1 Modelos de Ordenamiento Territorial en Europa.....	23
1.1.1 El modelo británico.....	24
1.1.2 El modelo francés .....	24
1.1.3 El modelo alemán .....	24
1.1.4 El modelo español .....	24
1.1.5 El modelo italiano .....	25
1.2 Contexto en América del Norte .....	25
1.3 Contexto en América Latina.....	25
1.4 Contexto en Colombia .....	26
2. Marco teórico.....	30
2.1 Plan de Ordenamiento Territorial .....	31
2.2 Variables que tiene en cuenta el POT .....	32
2.3 Componentes del POT.....	32
2.3.1 Componente general .....	33
2.3.2 Componente urbano.....	33
2.3.3 Componente rural .....	33
2.4 Urbanismo .....	34
2.5 Normas urbanísticas.....	35
2.5.1 Normas urbanísticas estructurales .....	35
2.5.2 Normas urbanísticas generales .....	35
2.5.3 Normas complementarias.....	36
2.6 Esquemas de Ordenamiento Territorial .....	36
2.7 Sistemas de Información Geográfica.....	36
2.8 Información Geográfica .....	41

2.9	Recopilación de información geográfica .....	43
2.10	Modelos de Elevación Digital .....	45
3.	Marco Metodológico .....	46
3.1	Fase Metodológica 1: Recopilación de información .....	46
3.2	Fase Metodológica 2: Procesamiento y modelación de la información geográfica.....	49
3.3	Fase Metodológica 3: Aspectos de planeación y prevención de riesgos.....	51
3.4	Fase Metodológica 4: Desarrollo metodológico, análisis de resultados. ....	52
4.	Desarrollo Metodológico .....	53
4.1	Áreas de influencia: El Charco y Santa Barbara -Iscuande, Nariño .....	53
4.1.1	Procesamiento de mapa base .....	54
4.1.2	Procesamientos de superficie .....	56
4.1.3	Procesamientos de hidrología.....	61
4.1.4	Procesamientos oferta y demanda.....	66
4.1.5	Procesamientos conflictos socioambientales .....	68
4.1.6	Procesamientos vulnerabilidad climática y geológica .....	70
4.1.7	Simulación de inundación en las cabeceras municipales .....	72
4.2	Área de influencia: Mosquera.....	76
4.2.1	Procesamiento de mapa base .....	77
4.2.2	Procesamientos de superficie .....	78
4.2.3	Procesamientos de hidrología.....	83
4.2.4	Procesamientos oferta y demanda.....	87
4.2.5	Procesamientos vulnerabilidad climática y geológica .....	90
4.2.6	Simulación de inundación en la cabecera municipal.....	93
5.	Análisis De Resultados .....	96
5.1	Aspectos mitigación de riesgos.....	96
5.2	Aspectos de planeación .....	98
6.	Conclusiones .....	104



## Lista de Figuras

<b>Figura 1</b>	Área de Influencia de los Municipios El Charco y Santa Barbara-Iscuande delimitada...	54
<b>Figura 2</b>	Mapa base del área de influencia A, generado en ArcGIS.....	55
<b>Figura 3</b>	Modelo de pendientes del área de influencia A, generado en ArcGIS.....	57
<b>Figura 4</b>	Modelo de sombras del área de influencia A, generado en ArcGIS Desktop .....	58
<b>Figura 5</b>	Modelo de curvatura del área de influencia A, generado en ArcGIS .....	59
<b>Figura 6</b>	Modelo de aspecto del área de influencia A, generado en ArcGIS .....	60
<b>Figura 7</b>	Vectorización de las curvas de nivel del área de influencia A, generada en ArcGIS .....	61
<b>Figura 8</b>	Modelo de cuencas hidrográficas del área de influencia A, generado en ArcGIS.....	62
<b>Figura 9</b>	Modelación de las cuencas contribuyentes del área de influencia A en ArcGIS.....	63
<b>Figura 10</b>	Modelación de la longitud del flujo aguas abajo del área de influencia A en ArcGIS ...	64
<b>Figura 11</b>	Vectorización de los drenajes hídricos del área de influencia A, generada en ArcGIS..	65
<b>Figura 12</b>	Modelación de la oferta ambiental del área de influencia A, generada en ArcGIS .....	67
<b>Figura 13</b>	Modelación de la demanda del área de influencia A, generada en ArcGIS.....	68
<b>Figura 14</b>	Modelación de los conflictos del área de influencia A, generada en ArcGIS.....	69
<b>Figura 15</b>	Modelación de la amenaza climática del área de influencia A, generada en ArcGIS....	70
<b>Figura 16</b>	Modelación de amenaza geomorfológica del área de influencia A en ArcGIS .....	71
<b>Figura 17</b>	Modelación unidades cronoestratigráficas del área de influencia A, en ArcGIS .....	72
<b>Figura 18</b>	Simulación de inundación en el centro poblado de El Charco generada con ArcScene	73
<b>Figura 19</b>	Simulación de inundación en el centro poblado de Santa Bárbara con ArcScene.....	75
<b>Figura 20</b>	Área de Influencia del municipio Mosquera delimitada en Google Earth.....	76
<b>Figura 21</b>	Mapa base del área de influencia B, generado en ArcGIS.....	77
<b>Figura 22</b>	Modelo de pendientes del área de influencia B, generado en ArcGIS.....	79
<b>Figura 23</b>	Modelo de sombras del área de influencia B, generado en ArcGIS Desktop .....	80
<b>Figura 24</b>	Modelo de curvatura del área de influencia B, generado en ArcGIS .....	81
<b>Figura 25</b>	Modelo de aspecto del área de influencia B, generado en ArcGIS .....	82
<b>Figura 26</b>	Vectorización de las curvas de nivel del área de influencia B, generada en ArcGIS .....	83
<b>Figura 27</b>	Modelo de cuenca hidrográficas del área de influencia B, generado en ArcGIS .....	84
<b>Figura 28</b>	Modelación de las cuencas contribuyentes del área de influencia B, en ArcGIS.....	85
<b>Figura 29</b>	Modelación de la longitud del flujo aguas abajo del área de influencia B en ArcGIS ...	86
<b>Figura 30</b>	Vectorización de los drenajes hídricos del área de influencia B, generada en ArcGIS..	87

<b>Figura 31</b>	Modelación de la oferta ambiental del área de influencia B, generada en ArcGIS.....	88
<b>Figura 32</b>	Modelación de la demanda del área de influencia B, generada en ArcGIS.....	89
<b>Figura 33</b>	Modelación de los conflictos del área de influencia B, generada en ArcGIS.....	90
<b>Figura 34</b>	Modelación de amenaza climática del área de influencia B, generada en ArcGIS.....	91
<b>Figura 35</b>	Modelación de amenaza geomorfológica del área de influencia B, en ArcGIS .....	92
<b>Figura 36</b>	Modelación unidades cronoestratigráficas del área de influencia B, en ArcGIS .....	93
<b>Figura 37</b>	Simulación de inundación en el centro poblado de Mosquera con ArcScene.....	94
<b>Figura 38</b>	Cobertura del porcentaje de oferta en el área de influencia A. ....	98
<b>Figura 39</b>	Cobertura del porcentaje de demanda en el área de influencia A. ....	99
<b>Figura 40</b>	Cobertura del porcentaje de conflicto en el área de influencia A. ....	99
<b>Figura 41</b>	Cobertura del porcentaje de oferta en el área de influencia B.....	101
<b>Figura 42</b>	Cobertura del porcentaje de demanda en el área de influencia B. ....	101
<b>Figura 43</b>	Cobertura del porcentaje de conflicto en el área de influencia B.....	102

**Lista de anexos**

<b>Anexo 1</b> .....	109
<b>Anexo 2</b> .....	110
<b>Anexo 3</b> .....	111
<b>Anexo 4</b> .....	112
<b>Anexo 5</b> .....	113
<b>Anexo 6</b> .....	114
<b>Anexo 7</b> .....	115
<b>Anexo 8</b> .....	116
<b>Anexo 9</b> .....	117
<b>Anexo 10</b> .....	118
<b>Anexo 11</b> .....	119
<b>Anexo 12</b> .....	120
<b>Anexo 13</b> .....	121
<b>Anexo 14</b> .....	122
<b>Anexo 15</b> .....	123
<b>Anexo 16</b> .....	124
<b>Anexo 17</b> .....	125
<b>Anexo 18</b> .....	126
<b>Anexo 19</b> .....	127
<b>Anexo 20</b> .....	128
<b>Anexo 21</b> .....	129
<b>Anexo 22</b> .....	130
<b>Anexo 23</b> .....	131
<b>Anexo 24</b> .....	132
<b>Anexo 25</b> .....	133
<b>Anexo 26</b> .....	134
<b>Anexo 27</b> .....	135
<b>Anexo 28</b> .....	136
<b>Anexo 29</b> .....	137
<b>Anexo 30</b> .....	138
<b>Anexo 31</b> .....	139
<b>Anexo 32</b> .....	140

## Siglas

OT:	Ordenamiento Territorial.
POT:	Plan de Ordenamiento Territorial.
EOT:	Esquema de Ordenamiento Territorial
IGAC:	Instituto Geográfico Agustín Codazzi
IDEAM:	Instituto de Hidrología, Meteorología, y Estudios Ambientales.
SIAC:	Sistema de información ambiental de Colombia.
TVA:	Autoridad Única del Valle del Tennessee
COT:	Comisión de Ordenamiento Territorial
SIG:	Sistema de información Geográfica.
ERTS:	Earth Resources Technology Satellites.
NASA:	National Aeronautics and Space Administration.
USGS:	United States Geological Survey
ESRI:	Environmental Systems Research Institute.
LiDAR:	Light Detection and Ranging.
PALSAR:	Phrased Array type L-band Synthetic Aperture Radar.
ALOS:	Advanced Land Observing Satellite.
JAXA:	Japanese Aerospace Exploration Agency.

## Introducción

El ordenamiento territorial ha planteado para la sociedad un gran reto desde que se implantaron y establecieron las grandes urbes y asentamientos alrededor de todo el mundo. Las sociedades del siglo pasado observaron y comprendieron las implicaciones que tiene la necesidad de ocupar y utilizar el suelo para lograr los objetivos de desarrollo industrial, urbano y económico que estaban dentro de sus ambiciones y planteamientos políticos. Es por ello que a lo largo de la historia se han esmerado en generar diversos métodos para organizar el crecimiento de sus ciudades y áreas rurales, asumiendo amplios y complejos desafíos sociales, políticos, económicos y ambientales en gran medida. De esta manera, en su continua evolución a lo largo de la historia el ordenamiento territorial se conformó como el máximo instrumento de planificación del desarrollo de una sociedad, imponiendo directrices y determinantes en función a las características y limitaciones del espacio físico que se ocupa o se proyecta usar.

Un factor clave en todos los modelos y métodos de ordenamiento territorial es disponer con una base de información y datos geográficos que permita realizar los correspondientes estudios en todas las áreas que estos plantean, desde lo social y económico, hasta lo industrial y medio ambiental. Es claro que al ocupar el suelo y utilizar los recursos de un territorio hay que comprender cuál es su delimitación geográfica, y que abarca el área dentro de esta limitación, para bien, planear donde conviene realizar los diversos proyectos urbanos, sociales, industriales, económicos, agropecuarios, residenciales, y por lo contrario, establecer áreas donde no es conveniente ocupar el suelo, proyectando reservas ambientales ecológicas, que brinden un desarrollo equilibrado y sostenible del medio ambiente.

Dentro de los análisis que se realizan con información geográfica para las proyectadas actividades humanas que se harán sobre el suelo, se toman en cuenta todas las restricciones que el territorio presenta, así como una correspondiente evaluación y análisis de factores de riesgo con el fin

de generar planes de prevención y mitigación, todo con el fin de garantizar derechos tan fundamentales como el derecho a la vida y a una vivienda digna, siempre manejando un enfoque de protección a la población y al ambiente.

Abordando el contexto nacional, el ordenamiento territorial en Colombia se estipula bajo la Ley 388 de 1997, estableciendo un ámbito legal arraigado a la obligatoriedad de su cumplimiento para conseguir los objetivos que en él se plantean por medio de todas las pautas de planeación y desarrollo del uso y ocupación del suelo. Ahora bien, con el pasar de los años tras la concepción de dicha ley, se hace necesario el ejercicio de hacer un seguimiento y evaluación del estado de dicha política en cuanto a su cumplimiento, encontrando casos exitosos, pero también y en su mayoría, casos infortunados en los que diversas falencias de carácter administrativo, político y económico no han permitido un adecuado acogimiento a los propósitos de la ley. Especialmente el caso de tres municipios del departamento de Nariño, los cuales son El Charco, Mosquera y Santa Barbara-Iscuande, que, aunque en el año 2016 el IGAC tenía el propósito de reafirmar la política del ordenamiento territorial en este departamento planteando labores de recolección de información en dichos municipios, no se ha implementado formalmente ningún Esquema de Ordenamiento Territorial. A raíz de las malas gestiones y articulaciones administrativas y políticas, sumado a los problemas de desfinanciamiento que existen en cuanto al ordenamiento territorial en el país, solo se cuentan con planes de desarrollo de enfoque humanitario y ambiental, muy lejos de tener algún órgano de ordenamiento territorial.

Con el interés de estimular y apoyar el desarrollo de un Esquema de Ordenamiento Territorial en estos municipios que no cuentan con esta herramienta tan importante en el desarrollo uniforme, creciente y organizado que debe garantizarse y cumplirse dentro del marco legal del país y dentro del marco ético para la población, se plantea el desarrollo de análisis geoespaciales y estudios geográficos evocando evaluaciones rigurosas de la topología de la zona, condiciones hidrológicas, conflictos socio-ambientales a raíz de oferta y demanda agrológica del uso y la capacidad del suelo, sumado a estudios

de riesgos y planeación para generar recomendaciones de programas y proyectos en virtud de las conclusiones de los resultados.

Toda la ejecución de la investigación se desarrollara dentro de los diferentes secciones que se discuten a lo largo del documento, primero se considerarán aspectos de la identificación, formulación y justificación tanto de la problemática como de los objetivos que presenta la investigación, posteriormente se tratará el contexto histórico y conceptual por medio del marco referencial, el marco teórico, y una retrospección del estado de los procesos de ordenamiento territorial en los municipios a tratar. Con esto claro se da inicio al proceso metodológico con la recopilación de información geográfica pertinente para los estudios, y su posterior procesamiento para generar los análisis objeto del documento identificando los alcances y limitaciones que se presentaron y finalmente se encuentran los resultados de todos los estudios realizados, así como su correspondiente análisis para dar sustento a las conclusiones del estudio.

### **Planteamiento del problema**

En Colombia según la Ley 388 de 1977 de la constitución de Colombia, se establece la que sería a partir de esa fecha en adelante, la herramienta técnica y normativa a la que tendrían que recurrir todos los municipios del país para definir todas las estrategias, acciones, organizaciones, políticas y otros aspectos técnicos que se tendrían que realizar con el fin de administrar el uso del suelo. A esto se le llamó Plan de Ordenamiento Territorial, y busca con todos sus componentes organizar sistemáticamente el uso del suelo en función de su capacidad a mediano y largo plazo.

Es de importancia entender que esta ley establece que el sistema varía en función a la población que presente el municipio de estudio, de la siguiente manera:

- ❖ Para municipios con población superior a 100.000 habitantes se formulará un Plan de Ordenamiento Territorial.
- ❖ Para municipios con población entre 30.000 y 100.000 habitantes se formulará un Plan Básico de Ordenamiento Territorial.
- ❖ Para municipios con población inferior a 30.000 habitantes se formulará un Esquema de Ordenamiento Territorial.

Una idea importante que se extrae de esto, es que el Plan de Ordenamiento Territorial (POT de ahora en adelante) cumple una función primordial en el desarrollo y crecimiento de cualquier sociedad que se quiera establecer en un territorio. Teniendo en cuenta la gran necesidad de un POT para cada municipio de Colombia, se pudo hacer un seguimiento al respecto del estado de esta herramienta en general en todo el país, este se ha venido implementando desde el Instituto de Estudios del Ministerio Público, el Departamento Nacional de Planeación y el Instituto de Estudios Urbanos, reflejando que para el año 2020 después de más de 20 años de haber sido establecida dicha ley, aproximadamente el 88% de los POT de todos los municipios que componen el territorio nacional se encuentran desactualizados.



Gracias a este seguimiento se conoce que tres municipios pertenecientes al departamento de Nariño, no cuentan con un Esquema de Ordenamiento Territorial (EOT de ahora en adelante) los cuales son El Charco, Mosquera y Santa Barbara-Iscuande. Algo que a la fecha actual de este trabajo sigue en la misma condición, y que, aunque el Departamento de Nariño ha implementado programas de gestión ambiental con énfasis en saneamiento y suministro de agua en el Plan Todos Somos PAZcífico creado por el gobierno nacional en el documento CONPES 3847 de 2015, estos no se han implementado de manera completa y en su forma, no se ha establecido ningún instrumento de ordenamiento territorial en estos tres municipios. Lo cual implica que estas poblaciones van a enfrentarse a muchos problemas si no se hace algo al respecto, ya que no se estará utilizando el suelo de la manera adecuada y no se contará con planes de urbanización, desarrollo industrial y socioeconómico.

Al no tener disposición de estudios geográficos y espaciales actualizados de las áreas de influencia, los cuales constituyen la base para la formulación y el pertinente estudio multidisciplinar que este involucra desde la perspectiva de la planeación y el ordenamiento territorial, los municipios carecen de la capacidad de iniciar propuestas para el establecimiento formal de Esquemas de Ordenamiento Territorial.

Con base en dicha hipótesis se plantea la siguiente pregunta de investigación ¿Los estudios y análisis de carácter geográfico y espacial que se pretenden realizar tendrán la capacidad de proveer material relevante de planeación como programas, proyectos y prevención de riesgos y desastres?

### Justificación

Es claro que para todos los 1.103 municipios que conforman el país es de vital importancia el desarrollo de una sociedad sostenible, que tenga oportunidades equitativas para toda la población, en la cual exista y se cumpla el derecho a una vivienda digna, en la que se preserven y conserven áreas naturales, lugares declarados patrimonio nacional, zonas comunes de uso libre para toda la población, además proveer una infraestructura de servicios públicos, de vías y transporte, de salud y educación, y demás equipamientos urbanísticos que permitan tener un dinamismo y crecimiento socio-económico alto, prometiéndolo un constante progreso.

A partir de esto, se deduce entonces que esta herramienta (POT) resulta imprescindible en cualquier territorio, ya que planificará lo que va a ser la administración, la ocupación, y el uso del suelo de un territorio. Es evidente que una población que cuente con un POT desactualizado (es decir, que después de un tiempo no se cumpla con lo que se proyectó y planeo) o peor aún, que no cuente con ningún mecanismo de organización y ordenamiento territorial, va a enfrentarse a muchas dificultades porque se va a estar utilizando, ocupando y disponiendo del suelo y el territorio en general de manera incorrecta. Influyendo también de manera negativa en el inicio de conflictos socio-ambientales que no solo afectarán a la población sino también a los recursos naturales y al suelo que se esté utilizando de forma errada.

En el caso de los tres municipios de estudio, desde que se instauró la Ley 388 de 1997 no se ha desarrollado un EOT por parte de sus entes gubernamentales, por ello presentan los problemas anteriormente mencionados, junto a muchos más en el ámbito económico, ambiental y de desarrollo urbano. A raíz de la falta de una correcta administración, apoyo financiero por parte del gobierno y vacíos en la información geográfica y estudios de planeación para los municipios, ha sido imposible articular formulaciones que puedan llegar a convertirse en Esquemas de Ordenamiento Territorial para estos lugares (Comisión de Regulación de Comunicaciones, 2021).

Es por ello que en respuesta a dicha problemática, este trabajo tiene el fin de presentar una serie de análisis geomorfológicos del terreno, análisis de hidrología, análisis de planeación según la capacidad y el uso del suelo, que incluyen análisis de demanda y oferta agrológica, propuestas a nivel de planteamiento de programas y proyectos según sean los resultados de estos estudios, teniendo en cuenta los conflictos existentes por el uso del suelo, y finalmente un análisis de riesgos que afectan a las 3 poblaciones delimitadas en el departamento de Nariño con las que se va a trabajar (de ahora en adelante áreas de influencia), conociendo que esta información aporta significativamente en la formulación, la proyección y la propuesta final de un EOT por parte de sus entes gubernamentales. Esto se planea realizar con información geográfica actual del IGAC, del IDEAM y uso de imágenes satelitales, de radar y modelos de elevación digital de los satélites ALOS PALSAR y Landsat 8.

## Objetivos

### Objetivo general

- ❖ Analizar los sistemas topográficos, hidrológicos y ecosistémicos de los municipios El Charco, Santa Barbara-Iscuande y Mosquera, mediante el software especializado de información geográfica (ArcGIS), como estrategia para la implementación de un Esquema de Ordenamiento Territorial.

### Objetivos específicos

- ❖ Recopilar estudios previos junto con información y datos geográficos que permitan delimitar y acoger correctamente la problemática presente.
- ❖ Identificar cuáles son las falencias y debilidades que tiene el POT y el EOT en su desarrollo y forma en Colombia.
- ❖ Modelar la información y datos recopilados por medio del software ArcGIS para analizar y entender cuál es la situación actual de las áreas de influencia.
- ❖ Presentar los estudios y análisis espaciales por medio de mapas que permitan determinar las condiciones existentes que afectan de manera positiva y negativa a las áreas de influencia.
- ❖ Analizar los resultados de todos los estudios espaciales y modelaciones de riesgos realizadas en el trabajo.

## 1. Marco Referencial

El ser humano no es más que otro mamífero que con el pasar del tiempo fue encontrando el camino de su evolución acondicionándose a lo que el medio ambiente le imponía, según registros fósiles la aparición y evolución de los homínidos en el planeta tiene más de siete millones de años de historia (Cadena, 2013). Pero el integrante de esta familia que interesa es el Homo sapiens, el cual se desarrolló hace unos 195.000 años (Cadena, 2013), ya controlaba el fuego, tenía la noción de utilizar herramientas y gracias a su desarrollo de la comunicación entre sí, podía establecer grupos, ingeniar estrategias para cazar, y en general podía explorar y aprender de su entorno.

Lo que es de relevancia es que hace aproximadamente diez mil años empieza a tener control y conocimiento sobre las plantas y los animales y a raíz de esto deciden crear asentamientos en los que hacían cultivos primitivos de verduras, estableciendo de esta manera el sedentarismo (Hofmanová et al. 2016). Esto como es de intuir, no fue de un instante a otro, pasaron largos periodos de tiempo en que a veces retornaban al nomadismo, o probaban con diferentes lugares, pero en cuanto mejoró sus métodos de agricultura, empezó a asentarse con más seguridad en sitios específicos, principalmente se tienen registros arqueológicos del Medio Oriente, donde se cree, se ubicaron las primeras ciudades de la historia (Shelach-Lavi et al., 2019).

Es desde entonces hasta hoy día que la humanidad ha ganado más presencia en todo el planeta, y por ende ha ido alterando gradualmente al medio ambiente en consecuencia de sus actividades, factores de riesgo como como la deforestación, el aumento de la temperatura global, alteraciones del clima, entre otros son muy conocidos y son impactos negativos sobre el planeta y los recursos naturales que dispone (Espinoza, 2017).

Teniendo en cuenta esta línea temporal, y dichos impactos sumados a conflictos sociales, políticos, la humanidad empezó a incursionar en el Ordenamiento Territorial (OT de ahora en adelante)

planteándolo en respuesta a dichas problemáticas, pero principalmente a la necesidad de organizar y administrar la tierra. En todo el mundo se desarrollaron diversas estrategias y métodos de OT a causa de en su mayoría problemáticas sociales, que dieron pie al desarrollo de organizaciones específicamente para el OT abordando temáticas de catastro, cartografía, y registro de información de la tierra (Hildenbrand, 1997).

Es así como se establecen las políticas territoriales las cuales tienen como objetivo determinar mecanismos socio-económicos y regulatorios que constituyen cómo se distribuirá la tierra y que beneficios se podrán obtener de ella. Ahora bien, se hace un hincapié en la importancia que empiezan a cobrar entonces las disposiciones legales públicas que establezca un gobierno a través de estas políticas, ya que proporcionalmente avanza la sociedad, aumenta la necesidad del uso y disposición de la tierra, en consecuencia, el estado tendrá que empezar a controlar el uso del suelo por medio de limitaciones y condiciones por medio de leyes que apliquen en pro del desarrollo sostenible de la sociedad. En esta instancia, al obstáculo que se enfrentaban ahora las organizaciones que ejercían OT era una urgente y basta recopilación de información geográfica que permitiese realizar todos los procedimientos necesarios para el estudio de proyectos y toma de decisiones.

Las actividades de recopilación, generación, almacenamiento y divulgación de información geográfica tal como georreferenciación, delimitación política, delimitación administrativa y parcelaria, usos y capacidad del suelo, hidrografía, mapas de geografía y topografía, modelos de elevación digital, y mapas de transporte entre otros, representaban gastos exorbitantes para los gobiernos y entidades estatales encargadas de ello. Como ejemplo, en 1944, el Comité Estadounidense de Ciencias Cartográficas informó que el gasto federal anual en recopilación y generación de datos e información espacial estaba en un valor cercano a los 4.400 millones de dólares (Van Der Molen, 2004).

Sea cual sea el significado que le dé una entidad estatal, per se en su mayoría se tiene siempre el mismo objetivo de registrar, recopilar, administrar, actualizar y divulgar públicamente la información relacionada al uso y valor de la tierra y la propiedad por medio de legislaciones, políticas o leyes que regulen estas acciones, y se comprende que sea cual sea la metodología que se aplique en cualquier lugar, es muy importante que se haga un correcto seguimiento y análisis a todos los procesos después de reglamentados, con el fin de monitorizar un correcto avanza en estos y de ser necesario realizar las modificaciones pertinentes con el objeto de superar problemas que se den en el camino y se cumpla con el propósito inicial del OT.

De un OT dependen factores muy importantes en cualquier sociedad, como lo percibió el mundo y las sociedades, si se realizaba una buena gestión de OT, se optimizaban los usos de la tierra en procesos como la agricultura y la ganadería, se generaba un aumento de la actividad económica a través de estudios de planeación y proyección de los sectores laborales y empresariales, con esto se disminuye la tasa de desempleo y a su vez la pobreza, también se garantizaba el derecho a una vivienda digna y segura por medio de sectorizaciones e infraestructuras de servicios básicos y saneamiento, y a su vez también se empleaban métodos de conservación y aislamiento de recursos naturales para darles buen y medido uso. Es por ello y más que el OT pasó de ser una mera necesidad a ser establecido como una ciencia política y administrativa, que involucra tópicos socio-ambientales utilizando procesos técnicos y científicos en la década del 60 (Sanabria, 2014).

### **1.1 Modelos de Ordenamiento Territorial en Europa**

En Europa surgieron diversos modelos de OT que mantenían por lo general un mismo enfoque, pero ejecutado de diferentes maneras (Parejo, 2003; Hildenbrand, 1997).

### **1.1.1 El modelo británico**

Se centró inicialmente en el desarrollo urbanístico, por medio de la sectorización y construcción de infraestructura para un desarrollo económico ágil y eficaz, también integraron políticas ambientales y ecológicas para la preservación del medio ambiente. Posteriormente se empezaron a implementar reglamentaciones que buscaban llevar a cabo una planificación física estimulando el desarrollo industrial y regional con ciertas limitaciones teniendo en cuenta el marco ambiental y de preservación que ya venían manejando.

### **1.1.2 El modelo francés**

Aquí las primeras nociones de OT se dieron tras la segunda guerra mundial, proponiendo una orientación al desarrollo económico y regional. En su proceso posterior se centró mucho en la planificación económica por medio de Programas de Acción Regional, que aspiraban obtener mejoras en la planeación urbanística, uso y ocupación del suelo, y organización de entidades públicas y privadas.

### **1.1.3 El modelo alemán**

Este modelo fue fuertemente orientado hacia la organización y planeación urbana, de uso y ocupación del suelo y de programas para la infraestructura de la nación, siendo notable el gran esfuerzo que se quería hacer para el desarrollo físico, similar al Reino Unido. Posteriormente se instauran legislaciones federales para la planeación pública, conservación de los recursos y áreas naturales, y un desarrollo sostenible de la sociedad.

### **1.1.4 El modelo español**

Este modelo tuvo un inicio marcado por la planificación económica, en pro del desarrollo urbanístico sostenible y la preservación del medio ambiente con un enfoque a erradicar la desigualdad territorial y social. La labor pública de urbanismo entonces cobra gran importancia para la regulación de



la desigualdad territorial por medio de estrategias que unificaran los intereses públicos de desarrollo urbano, así como el incremento de oportunidades para la población e impulsar la economía.

### **1.1.5 El modelo italiano**

Este modelo fue fuertemente influenciado por los modelos de Alemania y Francia, creando métodos de planeación municipal que aglomeraban políticas de ordenamiento del territorio en diferentes competencias, tales como la administrativa, la legislativa y de urbanismo por medio de infraestructura y obras públicas, culturales y medio ambientales.

## **1.2 Contexto en América del Norte**

Un buen ejemplo de OT es el caso de la Autoridad Única del Valle del Tennessee (TVA), la cual es una empresa estadounidense que, por medio del denominado Plan integrado de gestión del Valle del Tennessee, lideró un megaproyecto de OT que concebía políticas territoriales, y de desarrollo socio-económico. Esta trabajó con diversas entidades locales con el objeto de dar suministro de energía eléctrica y de agua para usos industriales y agropecuarios, junto con legislaciones para aumentar oportunidades de empleo en el área agropecuaria, crear programas medio ambientales que incluían la recuperación de recursos naturales por medio de reforestación, recuperación y conservación del suelo, programas de vivienda y planeación y desarrollo urbanístico para áreas metropolitanas y delimitación de áreas de reservas naturales y parques nacionales (Corominas et al., 2014).

## **1.3 Contexto en América Latina**

Hablando de un escenario más cercano a Colombia, en América Latina se empezó el desarrollo regional desde 1940, y un factor de importancia fue el intento de replicar la metodología del desarrollo integrado de cuencas hidrográficas que hizo la TVA en la cuenca del valle del Tennessee, dando origen en Colombia a la Corporación Autónoma del Valle del Cauca (CVC), pero no se logró el alcance ni el éxito

que tuvo esta metodología en Estados Unidos, tanto en Colombia como en los demás países de América Latina que la implementaron (Massiris, 2012).

#### **1.4 Contexto en Colombia**

Posteriormente el OT en Colombia empezaría a adquirir un enfoque económico para el desarrollo territorial en la década del 80, a raíz del poco éxito que se obtuvo con las anteriores estrategias y la llegada de la economía de mercado, dictaminando que para tener una economía industrializada se debía contar con un desarrollo urbanístico acelerado. En este orden cronológico se empezó a planificar el uso del suelo para instaurar industrias en los mayores centros poblados, generando un impacto positivo económico y social, ya que se empezaba a construir más infraestructura y se generaban mayores oportunidades para la población. Y aunque las ciudades cada vez venían en aumento de población por el desplazamiento de las áreas rurales a las urbanas, como tal no se habían establecido políticas o regulaciones que indicaran estrategias de OT en el país, y lo que se trataba a planificación urbana, era meramente eso, una respuesta al modelo económico que se había adoptado sin tener en cuenta tópicos tan importantes como la prevención de riesgos y amenazas, usos del suelo, conservación ambiental, entre otros (Massiris, 2012).

En consecuencia, y ya que no solo Colombia estaba creciendo urbanísticamente de esta manera si no también la mayoría de países de América Latina, los entes administrativos de la época empezaron tomar conciencia del crecimiento desordenado que se estaba presentando, razón suficiente para impulsar el desarrollo de legislaciones y políticas que regulaban ciertas actividades de planificación urbana. Posterior a este avanzado desarrollo urbanístico y social que se iba presentando, en todo el mundo se empieza alertar sobre las consecuencias del desarrollo industrial y urbanístico que estaba incidiendo de manera negativa sobre el medio ambiente y las reservas de recursos naturales, de acuerdo con la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Ambiente y Desarrollo era una necesidad

urgente que las políticas públicas de todo el mundo empezaran a implementar regulaciones y legislaciones en pro del desarrollo sostenible y la conservación del medio ambiente (Arias et al., 2010).

En Colombia, por medio de la Constitución de 1991, se concibe el derecho colectivo a un ambiente saludable y en 1993 se establece la ley ambiental que buscaba como principal objetivo el desarrollo sostenible de la urbanización e infraestructura.

Como uno de los primeros pasos en la articulación de un OT en Colombia, se empiezan a posicionar diferentes organizaciones y entes territoriales que con propósitos político-administrativos que dieran origen a la Comisión de Ordenamiento Territorial (COT) para el estudio y formulación de la Ley Orgánica de Ordenamiento Territorial (Arias et al., 2010). Aunque esta ley no fue aprobada inicialmente, se inició un arduo trabajo en el área del ordenamiento y la planeación con enfoques urbanísticos y socio ambientales, dejando como resultados posteriores la Ley 99 de 1993 del Sistema Nacional Ambiental, la ley orgánica 152 de 1994 del Plan de Desarrollo, la Ley orgánica 128 de 1994 de Áreas Metropolitanas y la Política Urbana, Ciudades y Ciudadanía de 1995 con las cuales se quería dar funcionamiento a los procesos de planeación concibiendo políticas y regulaciones que buscaban formalizar los mecanismos del ordenamiento del suelo urbano y rural (Hernández, 2010). No fue sino hasta 2011 que se aprobó la Ley 1454 Orgánica de Ordenamiento Territorial.

Volviendo un poco cronológicamente y como principal interés de la investigación, en el año 1997 siguiendo las pautas de enfoque ambiental de la Constitución de 1991 y todo el avance previo en el área de OT, se implementa la Ley 388 de 1997, que define estructuradamente un mecanismo abordando temáticas de origen urbanístico, socio ambiental, económico, de infraestructura, de conservación, uso y ocupación del suelo, de prevención de riesgos y mitigación de amenazas, preservación ambiental por medio de reservas ambientales y parques nacionales, entre otros que buscaban un desarrollo sostenible de la sociedad colombiana.

Esta Ley ha tenido gran impacto en el país, aunque realmente a hoy, no es el esperado ni mucho menos proyectado desde que se estableció en 1997, de acuerdo al Informe Consolidado sobre el Estado y Avance del Ordenamiento Territorial en Colombia periodo 2012-2017 y en cumplimiento al artículo 8 de la Ley 1454 del 2011, aunque existen avances relevantes en cuanto a las legislaciones que establecen las estrategias de OT en el país y en la creación de instancias de ordenamiento como Comisiones Regionales y Municipales de OT, verídicamente no se cuenta con un registro formal de la creación oficial de algunas de estas instancias ni la institucionalización de políticas sostenibles de OT. Se encontraron avances significativos en el desarrollo físico del territorio que aglomera los ámbitos urbano, agropecuario y rural, por medio de la articulación en los sistemas de ciudades con la misión rural. Pero también se encontró la deficiencia que presentan muchas formulaciones del POT en muchos municipios que se han vencido y por lo tanto no cuentan con ningún tipo de instrumento de OT o tienen algún plan de desarrollo que se encuentra desactualizado, lo que genera limitaciones severas en el desarrollo de muchas poblaciones inflando estadísticas de pobreza y desigualdad en el país (DANE, 2020). Otra característica muy desalentadora que se encontró en este informe es que el desfinanciamiento en el ordenamiento territorial persiste, por la carente gestión del Fondo Nacional de Regalías para los proyectos de OT en el país.

Como resultado de este informe se pueden deducir algunas ideas, se hace paréntesis en los cambios necesarios en el seguimiento y monitorización de los procesos de POT a nivel nacional para consolidar y reforzar el carácter obligatorio del cumplimiento de estos instrumentos y el estudio del observatorio de OT, que pueda ser capaz dar seguimiento y publicar la información del estado actual de todos los POT. También se recomendó el dar reforma a ciertas normativas de gestión territorial con el objeto de incrementar la cantidad de recursos que se le da a la inversión de proyectos en el marco del Fondo Regional de Contratos Plan.

Es explícita la urgencia de garantizar el cumplimiento del POT en Colombia por medio de instrumentos de seguimiento y verificación, que permitan articular el proceso necesario para que el ordenamiento territorial tal como se establece en la Ley 388 de 1997 se haga una realidad, acelerando el desarrollo socio-económico del país, así como la calidad de vida de sus habitantes.

## 2. Marco teórico

La planeación y ordenamiento de un territorio se realiza en resumidos tres pasos: diagnóstico de la situación actual, identificación de conflictos generados por oferta y demanda de recursos y del uso del suelo, y finalmente la implementación de políticas a mediano y largo plazo que regulen todos los proyectos, programas y demás actividades multidisciplinarias que son necesarias para solventar los problemas identificados. Dichos conflictos se generan por los servicios ecosistémicos que tiene una determinada región, estos básicamente son el conjunto de características ambientales que ofrece dicha región al ser humano, como por ejemplo alimento, agua, materiales minerales, entre otros. Entonces estos servicios mantienen una oferta ambiental, que son básicamente las cualidades que tiene la naturaleza y que el humano puede aprovechar, y también tienen una demanda, que se compone de todas las necesidades que el humano necesita con el uso de dichas cualidades. Ahora, en el momento que se unen la oferta y la demanda, es fácil ver los conflictos generados por las discordancias entre ambas, por ejemplo, el humano puede tener la necesidad de cultivar alimento en un terreno específico, pero este puede tener baja fertilidad por alta saturación en aluminio, entonces sobre dicha área existirá un conflicto.

Otra cualidad muy importante que se tiene en cuenta en la planeación y el ordenamiento de un territorio, es la vulnerabilidad que este presenta de acuerdo a sus condiciones climáticas, geomorfológicas y en general a su ubicación geográfica. La vulnerabilidad se compone por todas las amenazas que el territorio le impone al ser humano, y se traduce en eventos naturales tales como inundaciones, sismos, movimientos en masa (derrumbes), incendios forestales, huracanes, terrenos con mucha pendiente, suelos inestables, entre otros. Estos se categorizan en la planeación como riesgos y se hace necesaria su identificación y evaluación para establecer planes de mitigación que los disminuyan en su gran mayoría.

Entonces de acuerdo a los conflictos y riesgos que se hayan identificado se generarán políticas por medio de planes, proyectos y programas que a través de su ejecución no solo den solución a dichos requerimientos, sino que también proyecten hacia el futuro el desarrollo de la sociedad.

## **2.1 Plan de Ordenamiento Territorial**

El Plan de Ordenamiento Territorial es un mecanismo social, político y económico por el cual se establecen una serie de aspectos técnicos, que aglomeran en general estrategias, acciones, normas y la administración de la futura utilización del suelo y desarrollo físico del territorio por parte de una población en específico. De forma más concisa, es una herramienta técnica y normativa que da las pautas para el futuro ordenamiento del territorio que va a tener un distrito o municipio en Colombia apoyándose puntualmente en la función social y ecológica de la propiedad, la prevalencia del interés general sobre el particular y la distribución equitativa de las cargas y los beneficios. Este se dictamina formalmente por medio de la Ley 388 de 1997, la cual lo define su concepto como:

“un conjunto de acciones político-administrativas y de planificación física concertadas, emprendidas por los municipios o distritos y áreas metropolitanas, en ejercicio de la función pública que les compete, dentro de los límites fijados por la Constitución y las leyes, en orden a disponer de instrumentos eficientes para orientar el desarrollo del territorio bajo su jurisdicción y regular la utilización, transformación y ocupación del espacio, de acuerdo con las estrategias de desarrollo socioeconómico y en armonía con el medio ambiente y las tradiciones históricas y culturales.” (Ley 388, 1997, art. 5)

Atendiendo a los aspectos técnicos del POT en él se instauran la visión y la misión de dichos planteamientos, expresadas por medio de una agrupación de objetivos, finalidades, instrucciones, políticas, normas y procederes que en conjunto van a determinar el enfoque y la administración que va a tener el crecimiento y la expansión física del territorio y el uso del suelo.

## **2.2 Variables que tiene en cuenta el POT**

El objeto del POT tiene en cuenta muchas consideraciones técnicas que ameritan se traten en este estudio para un óptimo análisis y estudio de la situación actual, es por ello que se deben desarrollar estrategias sobre el uso, la ocupación y el manejo del suelo, teniendo como premisa lo que se busca obtener económica, social, urbanística y ambientalmente. Ya con esto definido se buscará bosquejar e implantar los métodos y los medios de gestión y proceder que permitan llevar a cabo actuaciones urbanas y sectoriales estructuradamente, con el fin de instaurar lo que serán los proyectos y programas que garantizaran todo lo que se buscaba cumplir.

Pero para ello es necesario tener en cuenta ciertos aspectos o variables que afectan directa e indirectamente al territorio, la sociedad, el suelo y el medio ambiente. Dado a entender esto, será de gran importancia todo lo que se relacione con la conservación y la protección del medio ambiente, así como los recursos naturales, funcionamiento de parques nacionales, reservas forestales, usos del medio ambiente en zonas marinas y costeras, asumiendo y previniendo los riesgos y amenazas tanto climáticas como naturales para el asentamiento humano; las políticas y regulaciones acerca del uso y conservación de áreas o inmuebles determinados como patrimonio cultural de la Nación; la planeación y localización de toda la infraestructura básica de transporte, que incluye vías, puertos y aeropuertos, así como la infraestructura básica de servicios públicos, que incluyen suministro de energía eléctrica, suministro de agua potable y saneamiento; todos los planes a mediano y largo plazo del desarrollo metropolitano teniendo en cuenta las disposiciones y limitaciones tratadas anteriormente (Ley 388, 1997, art. 10).

## **2.3 Componentes del POT**

El plan de ordenamiento territorial con el objeto de organizar todo el desarrollo del territorio municipal, contempla tres componentes, estos son:



### **2.3.1 Componente general**

En él se tratan todos los procederes, proyectos, y políticas que buscan llevar a cabo el desarrollo físico metropolitano y urbano por medio de acciones a corto y mediano plazo (8 años). Estas se pueden resumir en la identificación y definición de acciones territoriales estratégicas que permitan organizar el territorio en función a su aprovechamiento y competitividad que garanticen el cumplimiento de los objetivos económicos y sociales que se busquen obtener, adoptando políticas de largo plazo (12 años) en cuanto al manejo, uso, y ocupación del suelo y de todos los recursos naturales. En este componente también se clasificará el territorio en suelo urbano, rural y de expansión urbana, implementando perímetros específicos y finalmente estudios del desarrollo de la infraestructura intraurbana que comprenden redes de servicios públicos y transporte, así como la coordinación rural-urbana que se busca (Ley 388, 1997, art. 12).

### **2.3.2 Componente urbano**

En este componente se encontrarán todas las políticas y regulaciones de corto y mediano plazo (8-12 años) que tienen como objetivo la administración del desarrollo y la ocupación del espacio físico que ya previamente fue clasificado como suelo urbano y suelo de expansión urbana. Aquí se contempla el modelo estructural socio-económico proyectado por medio de la localización y el diseño de la infraestructura vial, la localización de áreas verdes y parques, la localización de áreas de riesgo y amenaza, estrategias para el desarrollo de viviendas de interés social, mejoramiento integral atendiendo la demanda de vivienda y la ubicación en general del asentamiento humano, y finalmente la formulación de planes y operación de macroproyectos urbanos teniendo en cuenta el alcance, la delimitación y el área que se pretende usar (Ley 388, 1997, art.13).

### **2.3.3 Componente rural**

Este componente busca garantizar el correcto uso del suelo clasificado como rural, por medio de acciones públicas, suministro de equipamientos básicos e infraestructura adecuada para la población

que ocupará dicha área y finalmente asegurar una buena correlación entre los asentamientos urbanos y rurales. Para lograr esto se implementan políticas, señalamientos y delimitaciones de las áreas de uso, conservación y protección de los recursos naturales, de amenazas y riesgos, zonas suburbanas y centros poblados rurales con el fin de estudiar las previsiones necesarias y orientar la utilización de suelos correctamente a zonas de producción agropecuaria, forestal o minera y la infraestructura de servicios públicos (agua potable, saneamiento, suministro eléctrico) y equipamiento social (salud, educación) (Ley 388, 1997, art. 14).

## **2.4 Urbanismo**

El POT en el ámbito urbanístico intercede con el fin de brindar todas las funciones públicas a la población, teniendo esto en cuenta se trazan objetivos específicos que harán lo que se planea realidad. En este sentido se tendrá que proveer a la población con una infraestructura propia de la sociedad actual, es decir que cuente con vías públicas óptimas para transporte que atiendan los requerimientos locales y a la articulación de rural-urbana que será trascendental en el desarrollo físico-económico de la población y espacios públicos de uso común garantizando asentamientos de vivienda (Ley 388, 1997, art. 8).

Todo ello considerando previamente los análisis de amenazas y riesgos climáticos y naturales, buscando un desarrollo sostenible que atienda a los cambios en el uso del suelo para adecuarlo según sea el interés, con la premisa de que en cada aspecto ha primado la seguridad y la calidad de vida de los habitantes, por medio de una disposición igualitaria del suelo y su uso para el desarrollo social brindando oportunidades y beneficios equitativamente (Ley 388, 1997, art.8).

## **2.5 Normas urbanísticas**

Las normas urbanísticas que considera el POT moderan el uso y la ocupación que se le va a dar al suelo a fin de su posterior aprovechamiento. Es por esta regulación necesaria que se instauran las pautas urbanísticas mínimas que se deben tener, estas son (Ley 388, 1997, art. 15):

### ***2.5.1 Normas urbanísticas estructurales***

Estas normas tienen el propósito de hacer cumplir los objetivos trazados por medio de políticas y programas en el componente general.

A raíz de esto, jerárquicamente, predominan en cuanto a las demás normas y son claras en que son estas las que clasifican y delimitan los suelos, definen los espacios y los procederes de los centros urbanos e históricos, los espacios designados a la construcción de las redes de servicios públicos primarios, así como infraestructura de transporte, espacios libres de uso común como parques y zonas verdes, y en general todo el espacio público.

Por otra parte, también aglomera las áreas que fueron designadas para preservación y conservación de recursos naturales y zonas de riesgo y amenaza geo climática.

### ***2.5.2 Normas urbanísticas generales***

Estas normas son las que propician el uso del suelo y la intensidad con la que se planea usar, por medio de procederes y métodos que permitan parcelar, urbanizar y construir consolidando el desarrollo de las zonas que le competen al suelo urbano y suelo de expansión. En este orden de ideas, proveen e imponen derechos y obligaciones a todo aquel que sea propietario de un terreno para construcción. Estas normas tienen en cuenta características constructivas tales como aislamientos de seguridad, volumetría y en general información de diseño para los procesos de construcción, determinación de prioridades que no se hayan tenido en cuenta en el componente general como la adaptación a nuevos programas, proyectos y macroproyectos urbanos.

También es de gran importancia en estas normas que se dicten las especificaciones de la infraestructura vial, de las redes de servicios públicos, de las cesiones urbanísticas gratuitas, así como las excepciones que se tendrán cuando se generen conflictos de uso por conservación y preservación.

### **2.5.3 Normas complementarias**

Estas normas atienden a las acciones y normatividad que contemplaron los componentes general y urbano en cuanto a la ejecución y desarrollo de los programas y proyectos, por medio de la distinción de terrenos e inmuebles de construcción prioritaria, la ubicación de áreas para vivienda de interés social y la ejecución de prevención de riesgos reubicando asentamientos humanos que se encuentren en zonas de alto riesgo.

## **2.6 Esquemas de Ordenamiento Territorial**

Los EOT atienden a las estrategias de ordenamiento territorial cuando la población que allí habita es inferior a 30.000 habitantes, estos deben contar con objetivos, estrategias y políticas planteadas a mediano y largo plazo en cuanto al uso, ocupación y desarrollo del suelo. Al igual que en el POT tiene en cuenta todos sus componentes, normas, variables y demás aspectos técnicos que ya se trataron anteriormente, difiere de él en que la proyección urbanística será menor y por ende la actividad económica, agrológica y social y en general toda la actividad que realice dicha población sobre el suelo, será menor a la de un casco urbano de más población, por ejemplo, los más siete millones que tiene Bogotá en la actualidad. Pero en su forma, se ejecutan las mismas cosas en un POT que en un EOT, todo depende drásticamente del dinamismo del crecimiento urbano y la economía del municipio a tratar (Ley 388, 1997, art. 17).

## **2.7 Sistemas de Información Geográfica**

Los sistemas de información geográfica han evolucionado a un ritmo muy acelerado desde la década del 60 cuando estaban en auge en cuanto a investigación y aplicación académica las

computadoras y su influencia en diversas áreas del saber, respondiendo a la gran necesidad de automatizar y optimizar procesos de análisis geográfico que en su época resultaban rudimentarios y largos.

En 1963 se desarrolló formalmente el primer Sistema de Información Geográfica computarizado (de ahora en adelante SIG) en Canadá con Roger Tomlinson como líder investigador, permitiendo empezar planes de parcelación en dicho país, luego en Estados Unidos entre 1964 y 1965 se crearon softwares de mapeo en las universidades Harvard y NorthWestern, uno muy reconocido fue SYMAP, y en contraste a su éxito se siguió investigando y refinando todos los procesos de creación de mapas y análisis espacial a mano de los mejores geógrafos, y científicos especializados en computación y modelos numéricos con los que se contaba.

En de 1969 Jack Dangermond que pertenecía al Laboratorio de Gráficos por Computadora de Harvard fundó el Instituto de Investigaciones de Sistemas Ambientales, aplicando toda su investigación en computación de mapeo y análisis espacial con el objeto de dar consultoría a planificadores y administradores de recursos de tierras y territorios en Estados Unidos en cuanto a la toma de decisiones en base a las características geográficas con las que contaban. Con ello se ratificaba el gran impacto que tenían estos SIG en la resolución de problemas complejos de planeación, administración y ordenamiento del momento, y en esa misma línea de trabajo el nuevo instituto ESRI (siglas provenientes de su nombre en inglés "Environmental Systems Research Institute, Inc.") siguió investigando y desarrollando nuevos métodos computacionales de mapeo, análisis espacial e información geográfica.

Con el colosal y rápido avance que tenían las computadoras fue posible generar mejoras y más avances en sus modelos computacionales de SIG para abordar problemas a nivel mundial en un contexto real considerando una cantidad de factores tanto geográficos, espaciales, y climáticos muy precisos, que generaban aplicaciones y soluciones adecuadas y versátiles a muchos ámbitos desde planeación y

ordenamiento territorial, así como identificación de problemas ambientales. Con este significativo e innovador avance en el área de los SIG, ESRI concibió y lanzó al mercado en 1981 el primer producto comercial de SIG en el mundo (ESRI, Aeroterra, 2021).

Con esta contextualización se quiere dar a entender que los SIG hoy en día y en vista hacia el futuro le dan la aptitud a la humanidad de comprender el medio físico en el que se encuentra, y ayuda a considerar todas las variables que presenta espacial y climáticamente la naturaleza en el planeta, para que con eso sea posible dar soluciones a todo tipo de problemáticas que involucren físicamente y ambientalmente un territorio en específico. Desde análisis espaciales del planeta hasta estudios climáticos, demográficos, sociales, políticos y en general de cualquier actividad humana cuantificable o cualificable, pueden ser representados por medio de un SIG. Por medio de una vasta base de datos e información de todo tipo que día a día se recopila de todo el planeta y la sociedad, van aumentando las capacidades que tienen los SIG para que su aplicabilidad y eficiencia sea aprovechada en todos los campos del saber que existen (ESRI, Aeroterra, 2021).

Entrando más profundamente en el concepto de los SIG y sus aplicaciones, hoy en día es de gran interés en muchas áreas el realizar análisis espaciales multitemporales, es decir, superponiendo sobre un terreno una determinada información de interés en diferentes puntos del tiempo, ya que de esta manera es muy fácil encontrar patrones o ciertas características que se presenten en alguna época del año, con el fin de generar predicciones y poder traducir esto en medidas y planes que contrarresten una situación que no sea deseable para algún asentamiento humano o para el medio ambiente.

Así cómo es posible superponer información de diferentes épocas para realizar estos análisis, también es de gran interés el superponer información que comprende ámbitos diferentes pero que ayudan a entender en conjunto más claramente el medio que se quiere estudiar, por ejemplo, las curvas de nivel son líneas equidistantes unas de otras que representan en un mapa la variación de altura que se

presenta en un área, estas se obtienen ya sea por estudios topográficos o por medios digitales como con los Modelos de Elevación Digital, que es un tema a abordar más adelante, en cuestión estas curvas de nivel pueden ayudar a comprender mejor la hidrología de la misma zona ya que nos indicará intuitivamente por donde será más probable que se formen ríos, lagunas y diferentes cuerpos de agua.

Ahora, teniendo en cuenta que se tenga una base de información geográfica que incluya curvas de nivel, cuerpos de agua, división de cuencas hidrográficas, y a su vez información climatológica como datos de precipitación mensuales, con esta recopilación y superposición de información en un SIG será mucho más fácil el poder generar un plan de prevención de riesgos y amenazas naturales para asentamientos humanos, a partir de lo sencillo que será identificar las zonas con peligro de derrumbe que tengan pendientes muy pronunciadas y presenten tendencias de precipitación elevadas, gracias a las curvas de nivel y los datos de precipitación.

También se pueden evaluar vulnerabilidades que permitan generar mecanismos de prevención de riesgos por inundación denotando con las curvas de nivel, los cuerpos de agua, información de precipitación y las divisorias de agua (las líneas o filos generalmente más elevados de las zonas montañosas que dividen el curso del agua lluvia de un área con otra adyacente) que en las zonas que sean más deprimidas o cóncavas del terreno o que estén cercanas a cuerpos de agua existe el riesgo de que se eleve el caudal súbitamente por un evento de precipitación. Identificando que esas áreas serán muy peligrosas para la población, por lo cual se debe evitar en su totalidad su uso para asentamientos, mitigando así posibles desastres y daños.

Estas son características muy básicas en cualquier tipo de planeación y ordenamiento territorial y es claro ver en ese pequeño ejemplo que en conjunto estas variables forman un mecanismo que le permite a los profesionales evaluar, cuantificar y entender el funcionamiento que tiene la naturaleza en cualquier lugar de planeta, para tomar acciones y decisiones en muchos ámbitos, desde la planeación y

ordenamiento de un territorio, hasta la planeación y estudios de factibilidad de un proyecto. Pero hay que tener claro que todo esto es posible asumiendo que primero se debe contar con una robusta base de datos que permitan ilustrar correctamente los mapas y demás análisis espaciales que se realicen.

En resumen, los SIG son un aglomerado de métodos, técnicas, procesos, información y softwares que son necesarios para realizar estudios y análisis espaciales multitemporales en cualquier escala para cualquier lugar del planeta permitiendo a su vez generar modelaciones actuales y futuras al encontrar algunas tendencias o patrones específicos. Entre sus ventajas frente a métodos manuales anteriores destacan que este es capaz de soportar grandes cantidades de información y debido a los métodos y algoritmos matemáticos y computacionales con los que ejecuta sus funciones el tiempo que ocupa en realizar cálculos es incalculablemente menor, también ofrecen la función de superponer capas de mapas que contengan información de interés al igual que relacionar esta información en sistemas de tablas ordenadas, y por esto se han vuelto imprescindibles a la hora de ejecutar procesos que involucren planeación en general, como ordenamiento territorial, gestión de riesgos, gestión logística, estudios científicos, entre incontables más.

En el caso de que se requiera establecer un SIG para un ente organizador, planificador, gubernamental, científico, académico y en general a cualquier tipo de cliente o uso personal o privado, se debe tener en cuenta que hay que tener establecido un orden jerárquico de acciones que permiten hacer del SIG un mecanismo eficiente y adecuado. Lo primero es identificar la problemática o necesidad que se quiera atender, diferenciando cuáles son las variables e incógnitas que se tienen para poder resolverla, luego se procederá a generar propuestas que lleven a una específica lista de la información que se necesita para proseguir con la adquisición de datos, si la información necesaria es de libre uso se podrá disponer de ella, pero en caso contrario que sea de pago alguno, se recomienda comprarla para no trabajar con información secundaria o parcial que no contemple las variables completas que se



necesitan, al igual que con el software del SIG, en caso de no poseer licencia alguna habrá que evaluar cual SIG es conveniente y permite realizar lo que se busca al menor costo posible.

Tras esto es necesario establecer una escala de trabajo y organizar, re proyectar, recortar, y en general ajustar la información obtenida al perímetro y sistema de coordenadas del área que se va a tratar, con el fin de poder manejarla de forma más organizada, local y específica, si se tienen bases de datos con información de distintas épocas en las que quizás algunas variables que representan lo mismo están nombradas o expresadas de diferentes maneras, o algún caso similar es imperativo hacer los cambios necesarios para que toda la información sea consistente y uniforme a lo largo de todo el área. Después de esto ya queda finalmente realizar los procedimientos y métodos necesarios en el SIG que brinden solución a las problemáticas o necesidades inicialmente establecidas.

## **2.8 Información Geográfica**

La información geográfica que marca el punto de partida para un procesamiento en un SIG, hace referencia a todo el conjunto de objetos específicos que componen la superficie terrestre y se encuentran dentro de un sistema de coordenadas. Topológicamente estos objetos tienen formas, y dimensiones cuantificables, así como una posición que ocupa en el espacio la cual también es cuantificable en un sistema de coordenadas. Estos objetos serán tratados de ahora en adelante como entidades geográficas y están asociados a unas características o atributos que bien pueden representarse geográficamente, por medio de una ilustración de la entidad en cuestión asociada a una ubicación en el planeta, o bien pueden representarse alfanuméricamente, a través de tablas de datos que contienen mediciones o características de la entidad a tratar, permitiendo de este modo una vinculación de atributos gráficos y alfanuméricos.

Esta información puede verse representada gráficamente de dos formas:

- ❖ Vectores: Son información ilustrada por puntos, líneas y polígonos.

- ❖ Ráster: Son información ilustrada en píxeles.

Cada tipo de modelo de información tiene sus ventajas y desventajas, pero en su esencia cada uno tiene su propósito y en juntos permiten realizar un mejor trabajo. El modelo de datos vectorial responde a expresar una determinada información por medio de puntos, líneas y polígonos que se encuentran correspondientemente referenciados en un sistema de coordenadas específico, guardando así siempre una posición relativa. El modelo de datos ráster conforma una codificación de datos geográficos representando por medio de celdas o píxeles, un valor promedio o prominente en un territorio, y al juntarse un grupo de píxeles se conforma una matriz de celdas, la cual se puede decir que es una discretización de la información o variable que los constituye.

Como previamente se señaló, cada modelo de información tiene sus limitaciones y en función de ellas se utilizan para diversos análisis, el modelo vectorial es muy bueno en cuanto a la precisión de su información ya que está compuesta por puntos, líneas y polígonos, que son fáciles de medir y su posición siempre será constante, permitiendo medir correctamente distancias y áreas, mientras que la precisión del modelo ráster depende totalmente de la resolución (tamaño de los píxeles o celdas) que posea. Si tiene una alta resolución va a tener una matriz de celdas generosa que permitirá realizar mediciones con una precisión aceptable, mientras que, si se tiene una matriz de celdas pobre, la precisión en las mediciones será obsoleta.

Se deduce entonces que, en el análisis de mediciones de distancias y áreas el modelo vectorial es mucho más preciso que el ráster, permitiendo generar análisis espaciales más veraces y apegados a la realidad, pero cuando se trata de generar modelaciones tridimensionales los ráster tienen mayor capacidad de procesamiento y son los más indicados para este tipo de operaciones.

Otro buen uso que se le da al modelo de datos vectoriales es el de operaciones topológicas y delimitaciones de áreas de interés, mientras que el modelo de datos ráster es mejor en operaciones de álgebra de mapas y representación de información con heterogeneidad.

Este tipo de información se almacena en diversos formatos como por ejemplo el de AutoCAD (.DXF o .DWG), el de ESRI Triangular Irregular Networks (TIN), el de Keyhole Markup Language (.kml o .kmz) en modelos vectoriales, y en modelos ráster se encuentran Geo TIFF (.tiff o .tif), ERDAS IMAGINE (.img), uno muy usado por el común Joint Photographic Experts Group (.jpeg o .jpg) y uno muy usado para aplicaciones en SIG el Digital Elevation Model (.dem).

A su vez esta información se agrupa en un Geodatabase o en un Shapefile; el primero es formato que ofrece una compilación de bases de datos geográficos denominados datasets, que pueden ser Feature Classes (clase característica), Ráster Datasets (set de datos ráster) y Attribute tables (tablas de atributos), y permite la creación de árboles de directorios (mecanismos para estructurar la información organizada y jerárquicamente); y el segundo es un formato vector (es decir que solo soporta feature classes de puntos, líneas y polígonos) muy utilizado para la administración y la distribución de información geográfica, este contiene un aglomerado de archivos que guardan individualmente diversas bases de datos, diferentes sistemas de coordenadas, permitiendo la ubicación topológica y la revisión o edición de todas las entidades geográficas que la componen.

## **2.9 Recopilación de información geográfica**

El registro o la recopilación de información geográfica se realiza mediante 4 principales fuentes: mapas o digitalizaciones, registros tomados en campo, documentos e información secundaria y sensores remotos, siendo los últimos los que más han tomado auge durante las últimas décadas con el avance en la tecnología satelital y de radar. Los sensores remotos se basan en el principio de la teledetección, que es conceptualmente y aplicado a la temática en cuestión localizar e inspeccionar las entidades

geográficas de un área específica por medio de la medición de las radiaciones reflejadas por la tierra (radiación electromagnética) o las radiaciones emitidas por el sensor (ondas electromagnéticas en la tecnología radar y ondas de sonido en la tecnología sonar).

Las aplicaciones que tienen estas clases de percepción remota en los SIG abordan el mapeo del relieve preciso de grandes áreas del planeta, estudios climáticos, monitoreos ambientales como temperatura, erupciones volcánicas, cambios en los glaciares, entre muchas más. Las ventajas que presentan estas fuentes de información para los SIG son entre las más destacables dan un registro completo y constante de una visión panorámica de todo el planeta, detección de información sobre áreas no visibles del espectro electromagnético, permite recopilar información de manera más rápida y eficiente y que no se dependen de mediciones u observaciones de campo.

Dentro de estos sensores encontramos una clasificación, dependiendo de la manera en que detecten la información, están los sensores pasivos, estos detectan la información de alguna fuente de energía que se encuentre en su entorno, es decir que pueden detectar información de alguna interacción física con su entorno tal como detección de ondas electromagnéticas, detección de temperatura, detección de vibraciones, y como tal cualquier tipo de radiación, según esté diseñado el sensor. Por lo general estos sensores operan dentro del espectro electromagnético visible, un gran ejemplo de estos aplicado en los SIG fueron los satélites que cumplían funciones de recopilación de información geográfica en alta resolución de todo el mundo pertenecientes a la misión Landsat inicialmente llamada ERTS (Earth Resources Technology Satellites) operada por la NASA (National Aeronautics and Space Administration) y por el USGS (United States Geological Survey). Desde el primer lanzamiento el 23 de julio de 1972 hasta el último puesto en órbita el 11 de febrero de 2013, se generó una cantidad descomunal de información geográfica para aplicarla en prácticamente todos los ámbitos científicos y socioambientales del planeta. El Landsat 8 corresponde al último satélite puesto en órbita,

genera imágenes de hasta 11 bandas espectrales, que permiten ver diferentes patrones según se combinen.

Ahora, los sensores activos emiten radiación electromagnética usualmente en la banda de microondas, lo que les permite tener ciertas ventajas, en el caso de los SIG, los satélites pueden producir su propia radiación (microondas) para penetrar la atmósfera y obtener imágenes sin obstrucciones visuales por parte de nubes utilizando la tecnología LiDAR (Light Detection and Ranging) que emplea rayos de luz láser con el propósito de medir distancias entre un objeto y el sensor en cuestión.

Esta tecnología se utiliza para generar modelos de elevación digital tridimensionales georreferenciados, un gran ejemplo de estos sensores es el satélite PALSAR (Phrased Array type L-band Synthetic Aperture Radar) desarrollado por la misión ALOS (Advanced Land Observing Satellite) de la JAXA (Japanese Aerospace Exploration Agency) en colaboración con la NASA, la cual estuvo activa desde el 2006 hasta el 2011.

Esta misión generó millares de modelos de elevación digital y fotografías multibanda con el fin de contribuir a los campos del mapeo, monitoreo de desastres, y en general la observación de la superficie terrestre. Los productos de estos sensores son imágenes digitales que tienen toda su información almacenada en forma de números en matrices de celdas, es decir que componen un ráster, y dependiendo de la intensidad con la que el sensor haya detectado la onda en cierto punto, la celda correspondiente a ese punto tendrá un valor numérico.

### **2.10 Modelos de Elevación Digital**

Son productos de sensores activos, estos se obtienen en formato ráster, y conceptualmente reproducen una modelación matemática tridimensional de valores de altimetría con respecto al nivel del mar en una zona específica, es por esto que son de gran utilidad en los SIG, ya que permiten modelar la superficie terrestre distinguiendo el relieve con gran precisión.

### 3. Marco Metodológico

Conforme con el carácter de la investigación aplicada que se realizó, los procesos metodológicos utilizados se categorizaron en estudios cuantitativos, destinando todos los datos, información, análisis, modelaciones y simulaciones realizadas, a la resolución de la pregunta de investigación inicialmente planteada.

- ❖ El proceso de recopilación de datos se basó en la recuperación, consulta y documentación de información geográfica en conjunto con información documental de la situación actual de las áreas de influencia en materia de OT que sea significativa para establecer una línea base.
- ❖ El proceso de modelación y simulación del análisis espacial se fundamentó en el procesamiento, operación y manejo de la línea base por medio de un software especializado, para representar los resultados que serán relevantes para los objetivos clave de la investigación.
- ❖ El proceso de asignación de proyectos y programas, así como de prevención de riesgos y mitigación, se constituyó por la correcta interpretación, manejo de las bases de datos de los análisis y simulaciones espaciales en el software, con el fin de obtener los resultados finales.

Por tanto, se presenta el siguiente diseño metodológico, este manifiesta una relación clara y concisa entre cada fase de la intervención del proyecto con el fin de respetar los principales objetivos a través del desarrollo de cada fase de la metodología.

#### 3.1 Fase Metodológica 1: Recopilación de información

Realizar una revisión bibliográfica del marco referencial y teórico, considerando los aspectos más relevantes y de mayor impacto del ordenamiento territorial en un contexto global y nacional

identificando los alcances, las limitaciones, los logros y las experiencias obtenidas en relación con la investigación, junto con la recopilación de la información geográfica pertinente.

***Actividad 1: Buscar y recopilar artículos y documentos científicos de carácter investigativo referentes al estado del arte del ordenamiento territorial abordando un contexto global y nacional.***

- ❖ Revisar e indagar en las bases científicas de la biblioteca de la universidad militar nueva granada, bibliografía pertinente al marco referencial global y nacional del ordenamiento territorial.
- ❖ Buscar información documental en bibliografía externa por medio de documentos académicos, artículos y publicaciones científicas y legislaciones nacionales
- ❖ Identificar y dividir la bibliografía encontrada útil para la investigación en documentación histórica, documentación investigativa y documentación legal
- ❖ Buscar y recopilar información histórica de los sistemas de información geográfica

***Actividad 2: Identificar el origen, los objetivos, los modelos y las tendencias que ha tenido el ordenamiento territorial a lo largo de la historia***

- ❖ Identificar la problemática que dio origen al ordenamiento territorial desde una perspectiva histórica.
- ❖ Analizar el desarrollo, evolución y el impacto socio-económico, político y ambiental del ordenamiento territorial en todo el mundo.
- ❖ Describir los modelos y tendencias más representativas de ordenamiento territorial en Europa y Estados Unidos.
- ❖ Introducir el primer modelo de ordenamiento territorial que se dio en América Latina.

***Actividad 3: Presentar cómo se ha desarrollado el ordenamiento territorial en Colombia con el objeto de comprender sus aspectos positivos y negativos.***

- ❖ Analizar la influencia y repercusiones que tuvo el modelo de ordenamiento territorial adoptado en América Latina.
- ❖ Identificar los principales métodos de ordenamiento territorial, así como los primeros entes encargados de su operación.
- ❖ Describir históricamente el desarrollo y evolución del ordenamiento territorial desde un enfoque legal, partiendo de las leyes que lo regulaban.
- ❖ Verificar el estado actual del ordenamiento territorial identificando sus fortalezas y sus debilidades.

***Actividad 4: Realizar un seguimiento de la situación actual en cuanto a ordenamiento territorial de las áreas de influencia a investigar.***

- ❖ Búsqueda de información relacionada al ordenamiento territorial o políticas sociales adoptadas.
- ❖ Identificación específica de la ausencia actual de un órgano de ordenamiento territorial o algún mecanismo alternativo.
- ❖ Revisión de los aspectos positivos y negativos que presentan en función a su ubicación geográfica.
- ❖ Descripción y análisis de las problemáticas que se presentan por la poca gestión administrativa y gubernamental.

***Actividad 5: Delimitar y recopilar la información geográfica necesaria de las áreas de influencia para la investigación.***

- ❖ Delimitar áreas de estudio teniendo en cuenta la escala de trabajo y limitantes geográficas en Google Earth Pro.



- ❖ Recopilar bases de datos referentes a cartografía base, capacidad y mapas de suelos del sitio web de datos abiertos del IGAC.
- ❖ Recopilar bases de datos referentes a cobertura y uso de suelos del sitio web de datos abiertos del SIAC.
- ❖ Recopilar bases de datos referentes a amenazas geológicas del sitio web de datos abiertos del SGC.
- ❖ Identificar y obtener los modelos de elevación digital del sitio web del ASF de uso restringido accesible sólo por usuarios registrados.
- ❖ Identificar y obtener las imágenes multiespectrales del sitio web USGS de uso restringido accesible sólo por usuarios registrados.

### **3.2 Fase Metodológica 2: Procesamiento y modelación de la información geográfica**

Emplear el software de sistemas de información geográfica (ArcGIS) por medio del procesamiento de las bases de datos obtenidas para realizar análisis geoespaciales comprendiendo estudios topológicos de superficie, de hidrología y de reproyección de coordenadas.

#### ***Actividad 1: Preparación de la configuración de partida en ArcGIS***

- ❖ Establecer en el data frame el sistema de coordenadas Colombia MAGNA con origen Oeste.
- ❖ Definir el layout view con la escala de trabajo establecida y los módulos de información que serán necesarios.
- ❖ Establecer el árbol de directorios que responda a la información y bases de datos geográficas obtenidas, los procesamientos y las diagramaciones.
- ❖ Crear un File Geodatabase que contendrá la información ya procesada.

- ❖ Definir el árbol de directorios que tendrá el File Geodatabase que responda a la información base, los estudios de planeación, estudios de riesgo y vectorizaciones.

### ***Actividad 2: Preparación de la información para el procesamiento***

- ❖ Importar las áreas de influencia delimitadas en Google Earth Pro.
- ❖ Reproyectar las áreas de influencia al sistema de coordenadas definido.
- ❖ Reproyectar y cortar toda la información cartográfica del IGAC en las áreas de influencia.
- ❖ Reproyectar y cortar toda la información cartográfica de planeación y riesgos obtenida del IGAC, del SIAC y del SGC.
- ❖ Ajustar la simbología y las categorías que se quieren mostrar en la diagramación.
- ❖ Importar los modelos de elevación digital obtenidos en la ASF.
- ❖ Reproyectar, cortar y unir los modelos de elevación digital.
- ❖ Importar las bandas de la imagen satelital multiespectral obtenidas en el USGS.
- ❖ Componer la imagen satelital multiespectral de la primera a la séptima banda.
- ❖ Cortar la imagen satelital multiespectral para el área de influencia.

### ***Actividad 3: Procesamiento para los análisis geoespaciales de superficie***

- ❖ Modelación de ráster para pendientes.
- ❖ Modelación de ráster para modelo de sombras.
- ❖ Modelación de ráster para curvatura.
- ❖ Vectorización de curvas de nivel.
- ❖ Modelación de ráster para aspecto.

### ***Actividad 4: Procesamiento para los análisis geoespaciales de hidrología***

- ❖ Vectorización de la red de drenaje superficial.

- ❖ Modelación de ráster para cuencas hidrográficas o divisoria de aguas.
- ❖ Modelación de ráster para puntos de fluidez en las áreas de influencia.
- ❖ Modelación de ráster para longitud más larga del caudal principal.

### **3.3 Fase Metodológica 3: Aspectos de planeación y prevención de riesgos**

Analizar y procesar en el software de sistemas de información geográfica (ArcGIS) la información y bases de datos de amenazas geológicas, capacidad, cobertura y mapas del suelo abarcando estudios de oferta y demanda, conflictos socio ambientales y prevención y mitigación de riesgos

#### ***Actividad 1: Procesamiento para los análisis geoespaciales de oferta, demanda***

- ❖ Definición de aspectos base para definir la oferta.
- ❖ Modelación shapefile de oferta.
- ❖ Definición de aspectos base para definir la demanda.
- ❖ Modelación shapefile de la demanda.

#### ***Actividad 2: Procesamiento para los análisis de conflictos socio ambientales definiendo planes y proyectos***

- ❖ Superposición shapefiles de oferta y demanda.
- ❖ Modelación shapefile de conflictos socioambientales.
- ❖ Estudio y análisis de las soluciones más viables y sostenibles medioambientalmente.
- ❖ Asignación programas y proyectos.

#### ***Actividad 3: Procesamiento para los análisis de vulnerabilidad definiendo zonificación de riesgos geológicos y climáticos***

- ❖ Definición de aspectos de riesgo climático.
- ❖ Modelación shapefile de zonificación para riesgos climáticos.

- ❖ Definición de aspectos de riesgo geológico.
- ❖ Modelación shapefile de zonificación para riesgos geológicos.
- ❖ Simulación tridimensional de inundación en cascos urbanos de las áreas de influencia.

### **3.4 Fase Metodológica 4: Desarrollo metodológico, análisis de resultados.**

#### ***Actividad 1: Desarrollo metodológico, análisis de resultados y conclusiones.***

- ❖ Describir los resultados obtenidos por medio de todos los procesamientos.
- ❖ Analizar los resultados en base a las pautas y consideraciones establecidas.
- ❖ Concluir cuales fueron los resultados más relevantes y sus implicaciones en el impacto.

#### 4. Desarrollo Metodológico

A continuación, se presentará el desarrollo de las etapas de procesamiento y resultados en el software especializado de información geográfica ArcGIS, dando a entender las operaciones realizadas en el software textualmente en conjunto con los resultados y productos más relevantes.

Para llevar un desarrollo de los resultados apropiado se van presentar primero los procesamientos realizados en el espacio que abarca a dos de las tres áreas de influencia (El Charco y Santa Barbara-Iscuande) de ahora en adelante designada como área de influencia A, y posteriormente los procesamientos realizados en la tercera y última área de influencia (Mosquera), de ahora en adelante designada como área de influencia B.

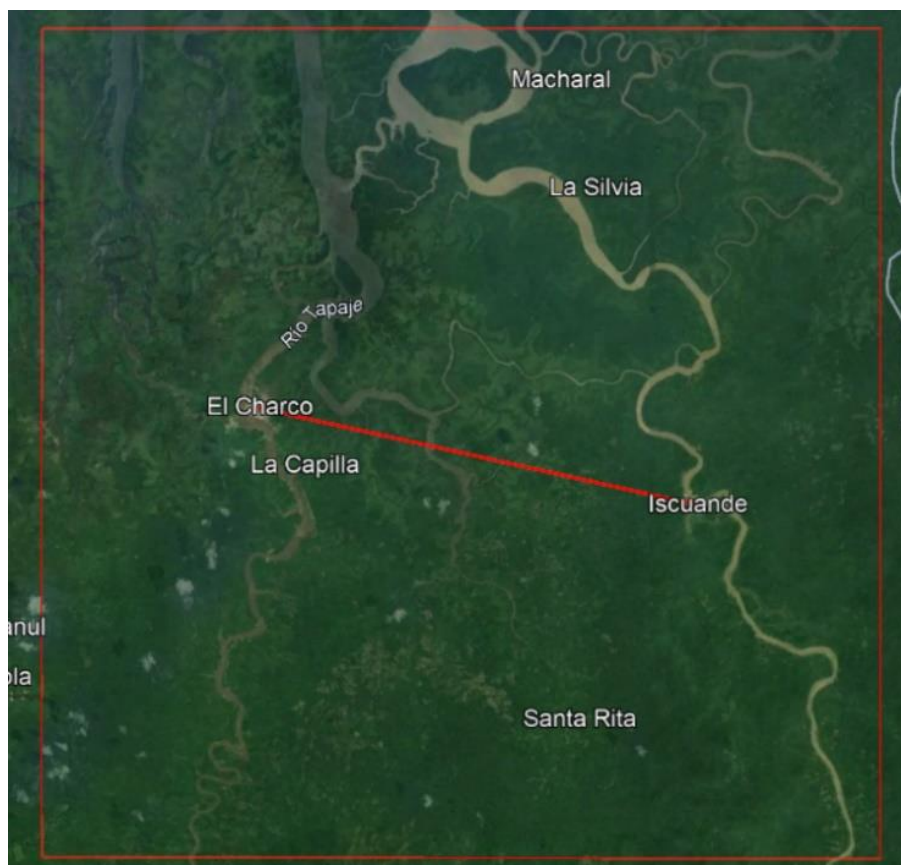
##### 4.1 Áreas de influencia: El Charco y Santa Barbara -Iscuande, Nariño

Se agruparon estas dos áreas de influencia debido a que en la escala de trabajo definida inicialmente (Escala 1:50.000) el área cartografiable mínima es de  $40.000 m^2$ . La cabecera municipal de El Charco cuenta con un área de  $498.000 m^2$ , y la de Santa Barbara-Iscuande con un área de  $262.000 m^2$ , lo cual hace posible trabajar en áreas pequeñas de manera local y precisa, así como trabajar con áreas más grandes que involucren los aspectos de topografía e hidrología con más veracidad.

Una vez esto definido se procedió a delimitar en Google Earth Pro el polígono que agrupo a las dos áreas de influencia para poder ser trabajadas en escala 1:50.000.

El polígono que se diseñó para agrupar a las dos cabeceras municipales abarca un área de  $753 km^2$  en un perímetro de  $110 km$ , estas se encuentran separadas entre sí por una distancia aproximada de  $15 km^2$ , tal como se muestra en la Figura 1.

**Figura 1** Área de Influencia de los Municipios El Charco y Santa Barbara-Iscuande delimitada



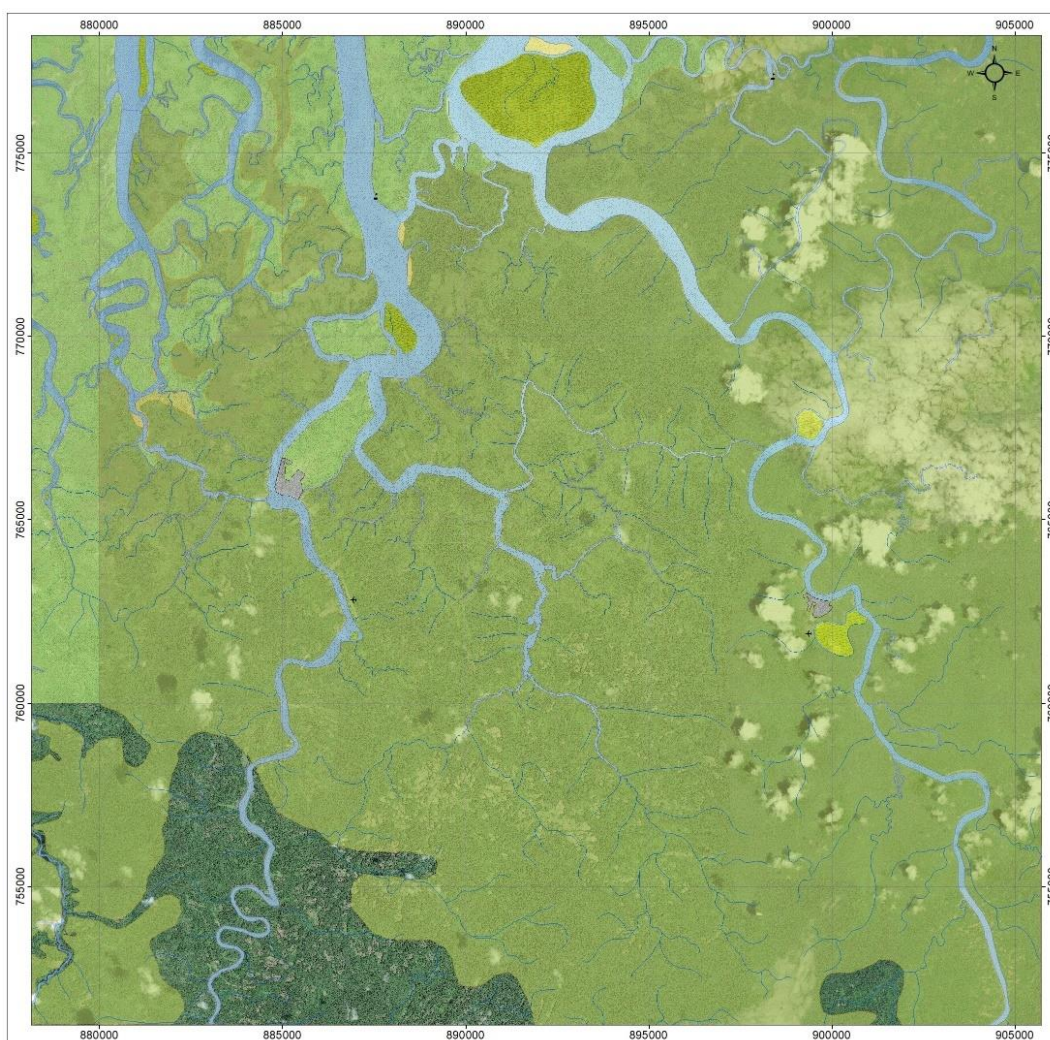
*Nota.* Adaptado de Google Earth Pro, s.f., [Área de influencia El Charco Santa Barbara-Iscuande en Nariño, Colombia]. Todos los derechos reservados 2021 por Google. Adaptado con permiso del autor.

En el software ArcGIS tras haber ejecutado las operaciones de preparación para procesamiento en cuanto al sistema de coordenadas (MAGNA Colombia Oeste) y los módulos de información necesarios para las diagramaciones (información del mapa, convenciones, mapa de referencia, escala y flor de los vientos) se dio inicio a los procesamientos.

#### **4.1.1 Procesamiento de mapa base**

Este consistió en operaciones de reproyección, corte y ajuste de simbología de la cartografía base obtenida del IGAC para identificar las características geomorfológicas presentes en el área de trabajo, tal como se ve en la Figura 2. La diagramación completa se puede ver en el anexo 1.

**Figura 2** Mapa base del área de influencia A, generado en ArcGIS



Dentro de lo más importante que fue posible identificar en la información cartográfica base, se notó que la cabecera municipal de El Charco estaba desactualizada en su tamaño, por lo cual fue necesario realizar operaciones de edición y ajuste del área a la ocupada actualmente, que es mayor a la antigua, y la cabecera de Santa Barbara-Iscuande ni siquiera estaba dentro de las bases de datos, siendo así se agregó y se le asignó toda la información geométrica necesaria para realizar los estudios.

También fue destacable la ausencia total de infraestructura vial, y en lo referente al transporte aéreo en la cabecera de El Charco se encontró una pista de aterrizaje improvisada a 3 km hacia el sur siguiendo el río Tapaje, y en Santa Bárbara otra pista de aterrizaje improvisada en las inmediaciones

suroccidentales de la misma, evidentemente ambas pistas no cuentan con ninguna infraestructura adecuada, y representan un riesgo tanto para el transporte aéreo como para la población de Santa Barbara, que esta adyacente a dicha pista.

En general el terreno es muy boscoso y hay mucha presencia de manglares hacia la zona noroccidental, en la cual se empiezan a formar los deltas de los ríos. En la topografía se evidencio que el área en su forma tiende a ser muy plana, con lo cual es correcto deducir que existirán altos riesgos de inundación en las zonas perimetrales que están junto al rio Tapaje en el caso de El Charco, y el rio Iscuande en el caso de Santa Barbara. Igualmente es muy probable que existan riesgos de inundación para la cabecera de El Charco en la zona nororiental, ya que se encuentra rodeada por un área de manglar, de cualquier manera, esto se determinara con más certeza en los estudios geoespaciales de topología e hidrología.

#### ***4.1.2 Procesamientos de superficie***

En este apartado se priorizo la caracterización de la topología con alta precisión, es decir representando las variaciones de altura en intervalos de 1 m, esto en respuesta a la tendencia plana que presenta el terreno en general, identificando puntos críticos que probablemente requieran atención en la mitigación de riesgos. En cuanto a las operaciones realizadas, estas se procesaron con el modelo digital de elevacion, por medio de modelaciones de mapas de pendiente, sombra, curvatura, aspecto y la vectorización de las curvas de nivel.

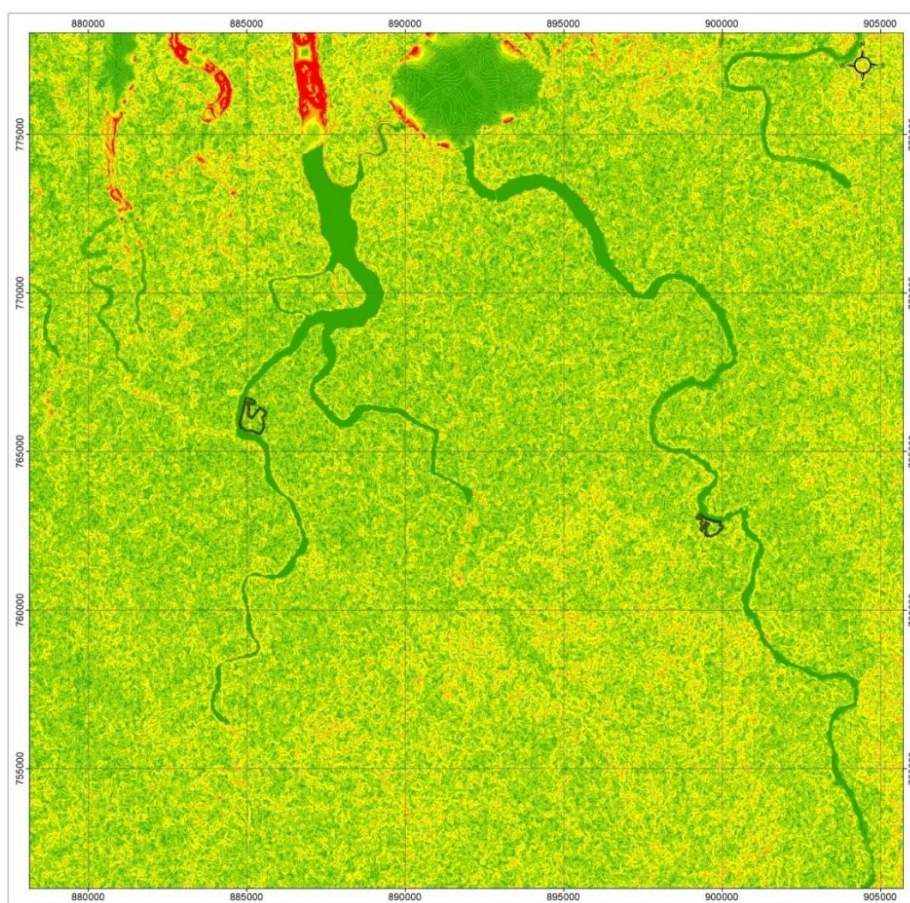
##### **4.1.2.1 Modelaciones pendientes**

Como se ve en la Figura 3, se utilizó el método de aumento por porcentaje para generar el modelo de pendientes de todo el terreno y se reclasifico la simbología para mostrar los intervalos según la clasificación del IGAC (A,B,C,D,E,F,G para pendientes de 3,5,12,25,50,75 y 100% correspondientemente). En las cabeceras municipales y sus alrededores se observó que las pendientes



son bajas, oscilando en el intervalo de 3-5% (categoría A) por lo cual no deberían existir riesgos en ninguna zona por derrumbes o movimientos de masa, igualmente habrá que evaluar el tipo de suelo y su vulnerabilidad más adelante. En la diagramación las áreas rojas del modelo muestran las zonas con más pendiente y altura y en las zonas verdes las áreas con menos pendientes o menos altura y la delineación negra representa los centros poblados. La diagramación completa se puede ver en el anexo 2.

**Figura 3** Modelo de pendientes del área de influencia A, generado en ArcGIS

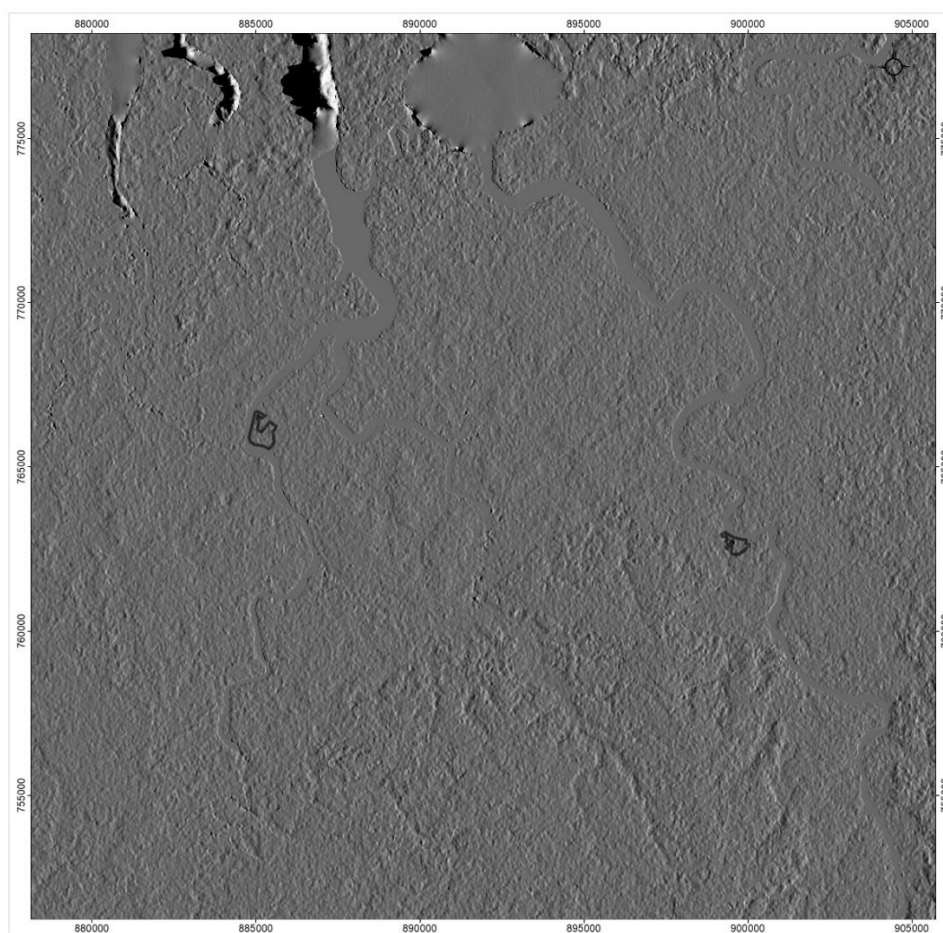


#### 4.1.2.2 Modelo de sombras

Como se ve en la Figura 4, el modelo de sombras se generó con un azimut de  $90^\circ$  a una altitud solar de  $25^\circ$ , este presenta de una forma más visual la topografía del terreno. Fue posible observar

relieves en la zona noroccidental del área de trabajo, específicamente aguas abajo del río Tapaje y el estero Mundo Nuevo. Al revisar el modelo de elevación digital en dichas zonas este presenta información altimétrica corrupta, muy posiblemente por errores en el método de interpolación de la altura. Ya que dicha zona está alejada de las áreas de influencia (en promedio 16 km) y adicionalmente estas aguas abajo, el error es despreciable para los análisis que se realizaran. En la diagramación se puede ver como las áreas con más brillo (blancas) tendrán más curvatura y altura que las más grises o negras, la delineación negra corresponde a las áreas de los centros poblados. La diagramación completa se puede ver en el anexo 3.

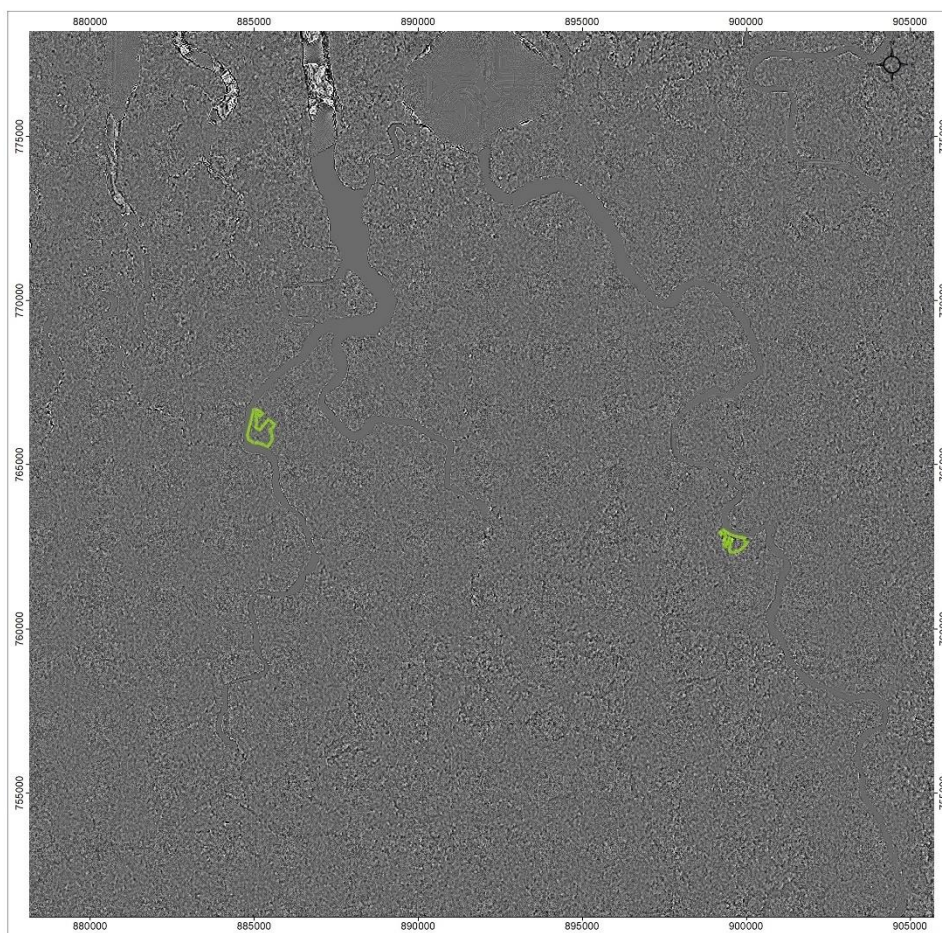
**Figura 4** Modelo de sombras del área de influencia A, generado en ArcGIS Desktop



#### 4.1.2.3 Modelo curvatura

Como se ve en la Figura 5, en la modelación de la curvatura se facilita la visualización de las zonas más cóncavas (áreas más oscuras) y las zonas más convexas (áreas más claras) en el área de trabajo, la delineación verde corresponde a las áreas de los centros poblados. En la cabecera municipal de El Charco se evidencia una zona muy oscura hacia el sur-oriente, y en Santa Barbara se denota también una zona oscura en las inmediaciones con el río Iscuande, por lo cual será de gran importancia estudiar dichas zonas en el análisis hidrológico, teniendo en cuenta que puede ser un factor de vulnerabilidad por inundación. La diagramación completa se puede ver en el anexo 4.

**Figura 5** Modelo de curvatura del área de influencia A, generado en ArcGIS

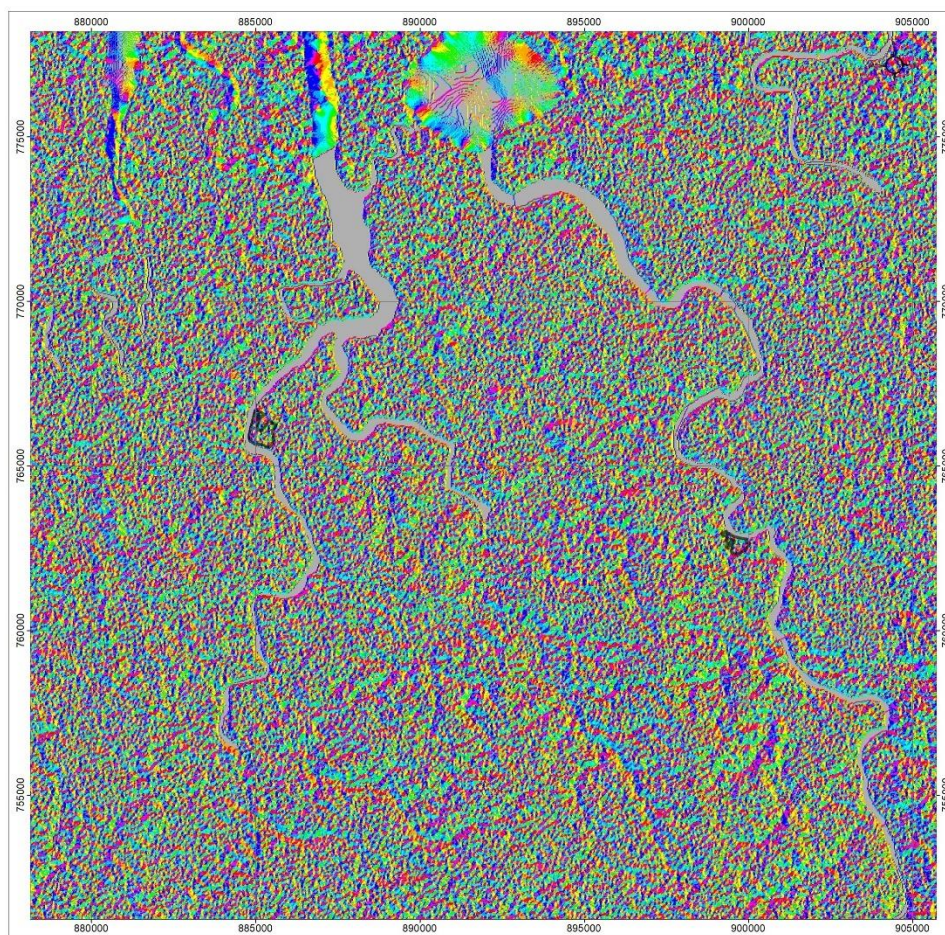


#### 4.1.2.4 Modelo de aspecto

Como se ve en la Figura 6, este modelo determina la orientación que tiene cualquier zona del terreno en base a su relieve, es decir que muestra hacia que dirección es posible ver la superficie en cuestión desde otro punto, en la diagramación cada color corresponde a una orientación geográfica, es decir, noroeste, sureste, etc. La delineación negra corresponde a las áreas de los centros poblados.

Esto es de interés gran interés al evaluar exactamente hacia que dirección va a fluir el agua en cualquier pixel del ráster, como tal no muestra el funcionamiento del sistema hídrico del área, pero permite identificar zonas de interés específicas. También es muy útil en labores de paisajismo cuando se estén desarrollando futuros proyectos urbanos. La diagramación completa se puede ver en el anexo 5.

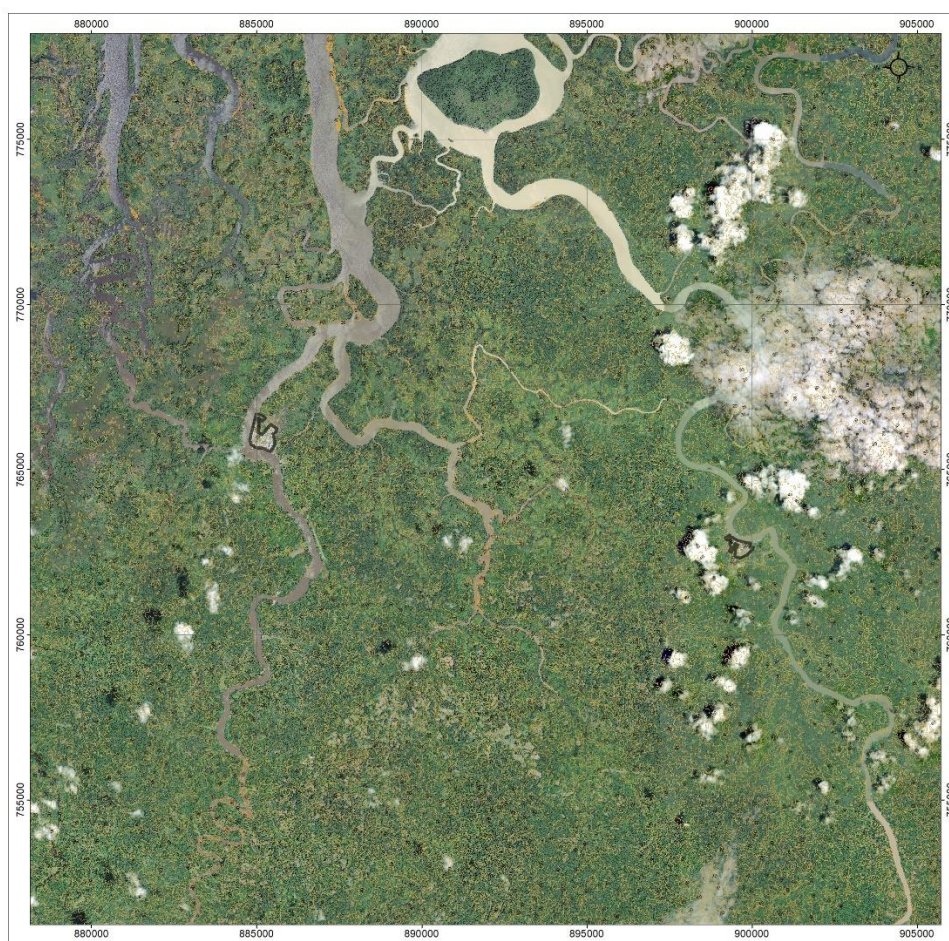
**Figura 6** Modelo de aspecto del área de influencia A, generado en ArcGIS



#### 4.1.2.5 Vectorización curvas de nivel

Como se ve en la Figura 7, para la vectorización de las curvas de nivel se tomaron intervalos de altura de 1 m, diferenciando fácilmente de esta manera los relieves que se presentan en el área y que van a ser útiles para análisis posteriores en el apartado de evaluación de riesgos y amenazas. En la diagramación las líneas naranjas representan las curvas de nivel en intervalos de 1 m y la delineación negra corresponde a los centros poblados. La diagramación completa se puede ver en el anexo 6.

**Figura 7** Vectorización de las curvas de nivel del área de influencia A, generada en ArcGIS



#### 4.1.3 Procesamientos de hidrología

Los procesamientos de hidrología tienen como objeto la modelación del funcionamiento del sistema hídrico. Las operaciones realizadas se realizaron con el mismo modelo de elevación digital, pero

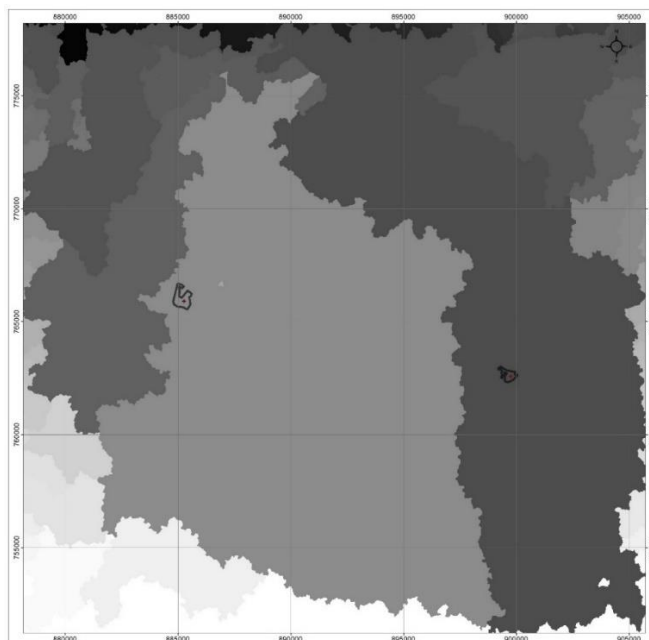
corrigiendo las redundancias por sumideros. Los procesamientos se basaron en la generación de modelaciones de las cuencas hidrográficas, cuencas contribuyentes a las áreas de influencia, longitud del flujo aguas abajo y la vectorización de los drenajes hidrológicos.

#### 4.1.3.1 Modelo de Cuencas Hidrográficas

Como se ve en la Figura 8, el modelo de cuencas hidrográficas permite visualizar de manera muy precisa las divisorias de agua presentes en el terreno. Las divisorias de agua son de gran importancia en el análisis hidrológico ya que permiten delimitar la cuenca específica que afecta a cada área de influencia, dando a entender por cuales ríos específicamente se va a ver afectado y que repercusiones tiene en la evaluación de vulnerabilidad por riesgo de inundación.

En cada cabecera municipal se georreferenció un punto de fluidez en rojo, que tendrá utilidad en el siguiente procesamiento hidrológico. Las diferencias de color en escala de grises representan las cuencas hidrográficas, y la delineación negra corresponde a los centros poblados. La diagramación completa se puede ver en el anexo 7.

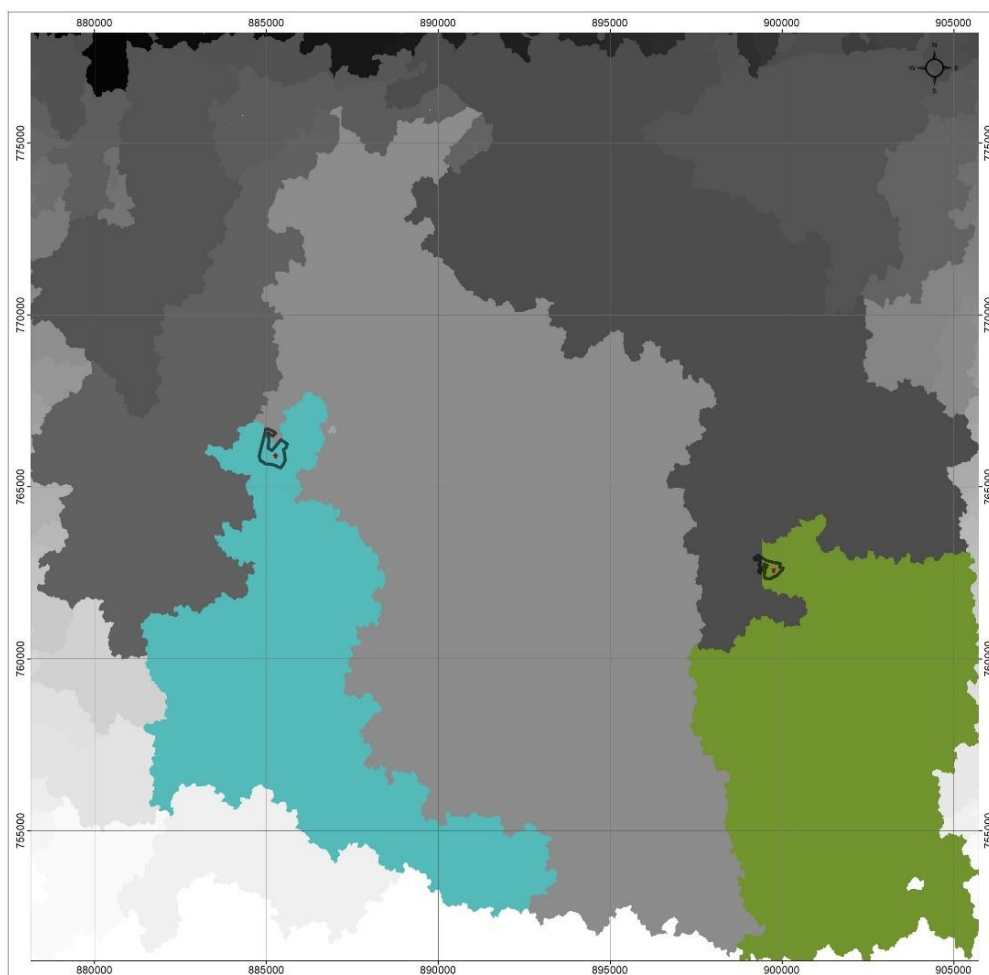
**Figura 8** Modelo de cuencas hidrográficas del área de influencia A, generado en ArcGIS



#### 4.1.3.2 Cuencas Contribuyentes

Como se ve en la Figura 9, por medio de este procesamiento fue posible identificar fácilmente cuales son las microcuencas que afectaran directamente a los ya establecidos puntos de fluidez en cada cabecera municipal representadas por la delineación negra. En la cabecera municipal de El charco se tendría vulnerabilidad claramente por el flujo aguas abajo del rio Tapaje y por el área nororiental de manglares, mientras que en Santa Barbara se identifica vulnerabilidad por el flujo aguas abajo del rio Iscuande y por la zona sur en la que se encuentra la isla Asmino. La diagramación completa se puede ver en el anexo 8.

**Figura 9** Modelación de las cuencas contribuyentes del área de influencia A en ArcGIS

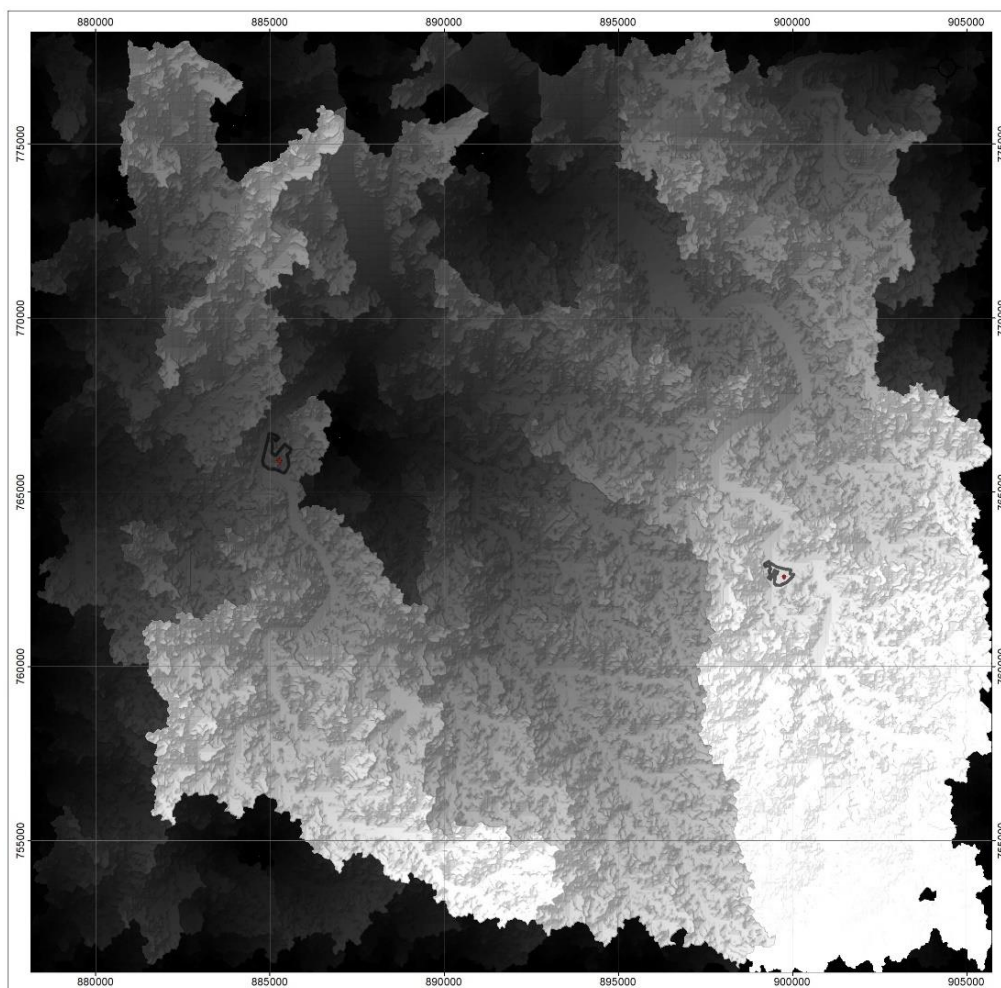


#### 4.1.3.3 Longitud del flujo aguas abajo

Como se ve en la Figura 10, este modelo representa de una forma explícita por medio de cual cuenca se drena el mayor volumen de agua en todo el territorio, indicando en las áreas blancas por donde fluye el mayor caudal disminuyendo gradualmente hacia las áreas más oscuras, en donde por lo contrario se drena poco caudal. La delineación negra corresponde a los centros poblados.

En el caso de ambas áreas de influencia se confirma que el mayor riesgo de inundación por flujo de caudal está en las zonas perimetrales adyacentes a los ríos principales de cada cuenca contribuyente. La diagramación completa se puede ver en el anexo 9.

**Figura 10** Modelación de la longitud del flujo aguas abajo del área de influencia A en ArcGIS





#### 4.1.3.4 Vectorización drenajes hídricos

Como se ve en la Figura 11, este procesamiento refleja cómo va a fluir el agua dentro de las cuencas por acción de la gravedad en función a su topología, con dicha representación se pueden definir los brazos, esteros, ríos y quebradas componen un sistema hídrico típico en este tipo de cuencas.

Es útil también para evaluar posibles rutas futuras que puedan tener estos cuerpos de agua, ya que no todos son permanentes, hay muchos que son intermitentes y cambian de rumbo. Las variaciones en el color azul resultan del orden del flujo, donde el color azul más claro drena agua hacia el azul más oscuro. La delineación negra corresponde a los centros poblados. La diagramación completa se puede ver en el anexo 10.

**Figura 11** Vectorización de los drenajes hídricos del área de influencia A, generada en ArcGIS



#### **4.1.4 Procesamientos oferta y demanda**

Los procesamientos de oferta y demanda se realizaron teniendo en cuenta pautas específicas que establecen niveles en función a la línea base que se tiene.

En la oferta se definieron 5 categorías que responden a la capacidad del uso del suelo para producción agrícola sin deteriorar el mismo por largos periodos de tiempo.

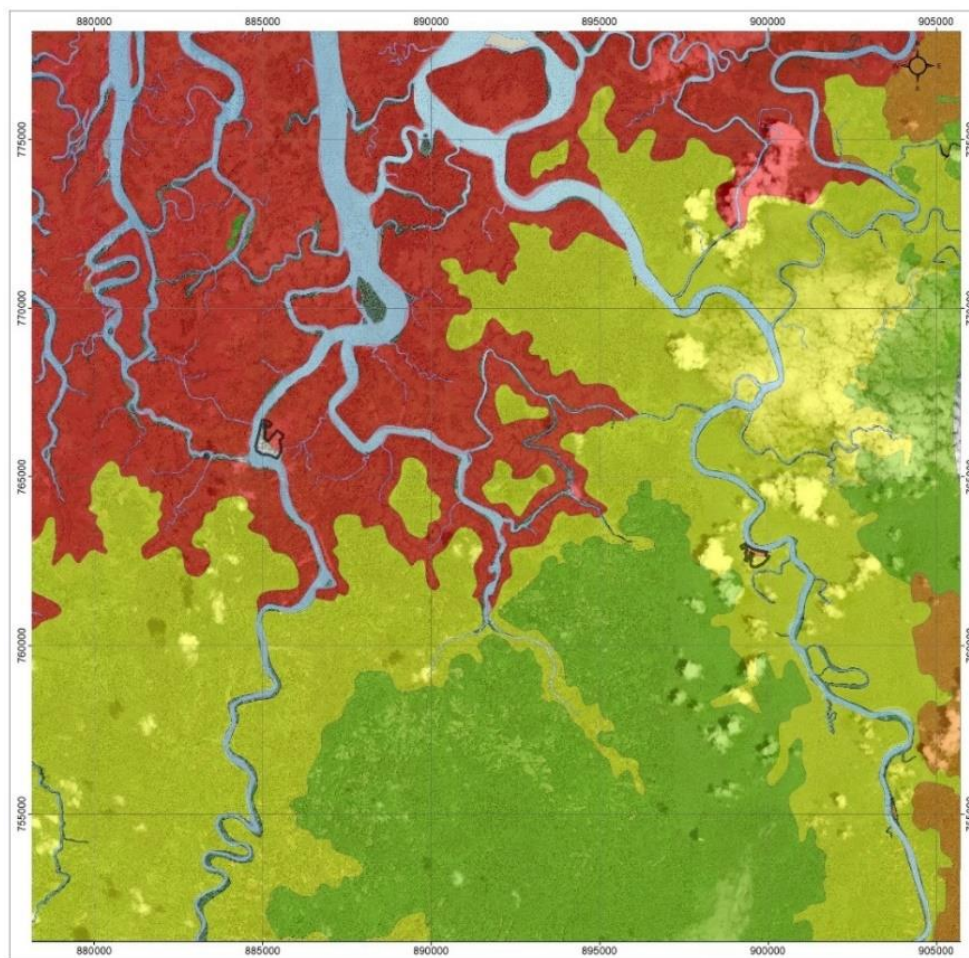
En la demanda también se definieron 5 categorías en función a el uso agrícola que se le da al suelo por la población actualmente.

##### **4.1.4.1 Modelación oferta**

Como se puede ver en la Figura 12, para este procesamiento se definieron 5 categorías que tienen como objeto identificar, a nivel de servicio ecosistémico, la capacidad que tiene el suelo de soportar cultivos de plantas y alimentos por largos periodos de tiempo sin deteriorar el suelo en el proceso, garantizando así un desarrollo sostenible. Estas categorías se establecieron en base a la clase del suelo en el Sistema de Clasificación de Tierras por Capacidad de Uso, entonces según el intervalo de clase se estima la oferta, siendo de clase 1 a 4 alta (áreas verde oscuro), 5 media alta (áreas verde claro), 6 media (áreas amarillas), de 7 a 8 media baja (áreas naranjas) y 8 baja (áreas rojas). La diagramación completa se puede ver en el anexo 11.

Hay que recalcar que también de esta manera se puede observar que de la oferta y demanda del territorio se puede ver como es el comportamiento de la resiliencia que tiene el terreno según sus características bióticas. La resiliencia es la medida en la que un territorio compuesto por un ecosistema que ofrece una cantidad determinada de servicios físicos puede adaptarse a cambios repentinos o de largo plazo. En la diagramación las áreas delineadas en negro representan los centros poblados.

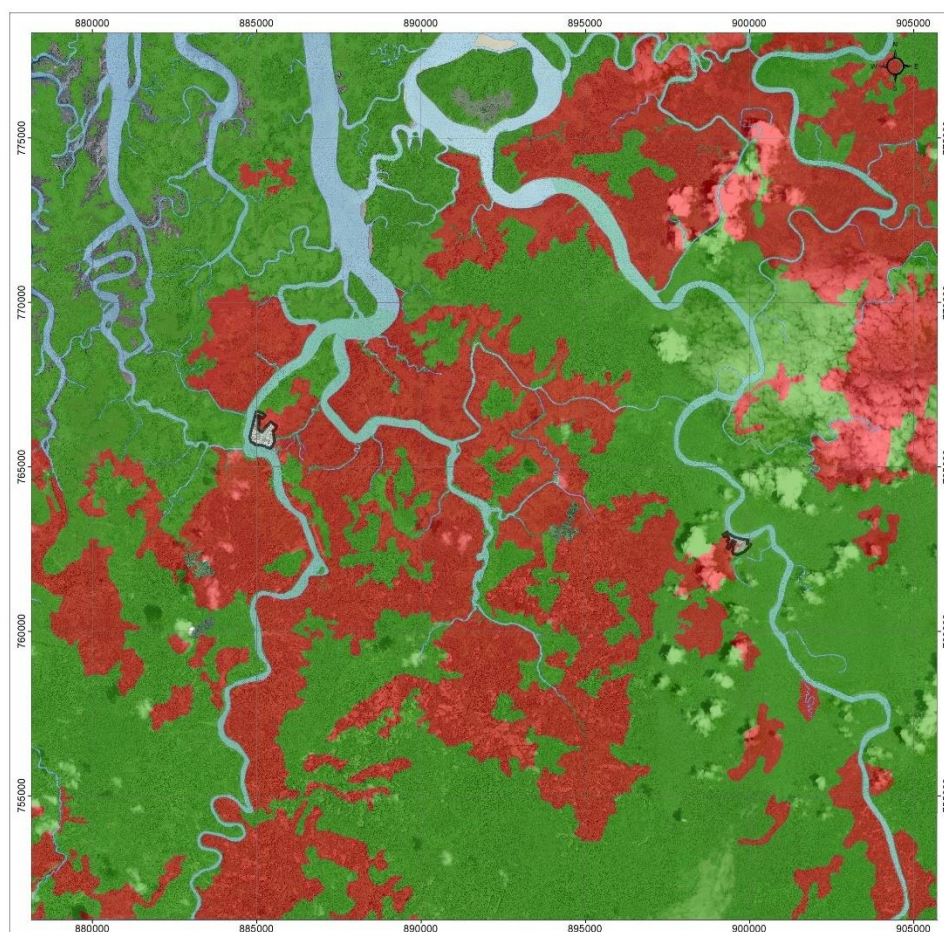
**Figura 12** Modelación de la oferta ambiental del área de influencia A, generada en ArcGIS



#### **4.1.4.2 Modelación Demanda**

Como se puede ver en la Figura 13, para el procesamiento de demanda se definieron 5 categorías que responden al uso agrícola que se le está dando al territorio en cuestión. Como el aspecto más relevante a estudiar en esta investigación es el uso agrícola, las categorías se basan en el sistema de clasificación de uso y coberturas del suelo CORINE Land Cover Colombia (CLC Colombia) en el apartado de territorios agrícolas, el cual establece usos de tierras de labor, cultivos permanentes, prados y praderas y zonas agrícolas heterogéneas. En ese orden de ideas, la demanda será alta cuando exista uso agrícola (áreas rojas), y baja cuando no (áreas verdes) y la delineación negra representa los centros poblados. La diagramación completa se puede ver en el anexo 12.

**Figura 13** Modelación de la demanda del área de influencia A, generada en ArcGIS



#### **4.1.5 Procesamientos conflictos socioambientales**

Estos procesamientos son de gran importancia ya que al identificar los conflictos que se presenten en las áreas de influencia será posible dar el primer paso en aspectos de planeación tales como el planteamiento de programas y proyectos que darán rumbo una resolución de manera sostenible ambientalmente.

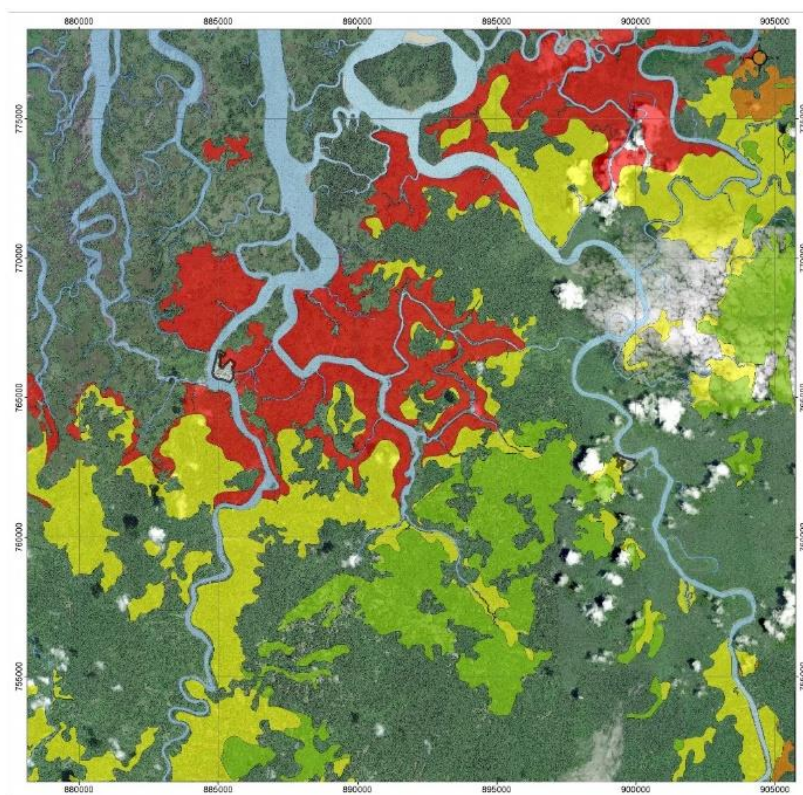
##### **4.1.5.1 Modelación conflictos**

Como se puede ver en la Figura 14, se categorizo el tipo de conflicto en base a la oferta y la demanda, este será muy alto cuando hay alta demanda y poca oferta (zonas rojas), alto cuando hay alta demanda y oferta media baja (zonas naranjas), medio alto cuando hay alta demanda y oferta media

(zonas amarillas) y medio o bajo cuando hay alta demanda y oferta media alta o alta (zonas verdes). Las zonas sin color no presentan conflicto al tener baja demanda y la delineación negra representa los centros poblados.

Teniendo en cuenta los conflictos que se presentan se pueden estudiar iniciativas de planeación que tengan como objeto corregirlos y dar rumbo a un desarrollo socio ambiental sostenible y a largo plazo. La diagramación completa se puede ver en el anexo 13.

**Figura 14** Modelación de los conflictos del área de influencia A, generada en ArcGIS



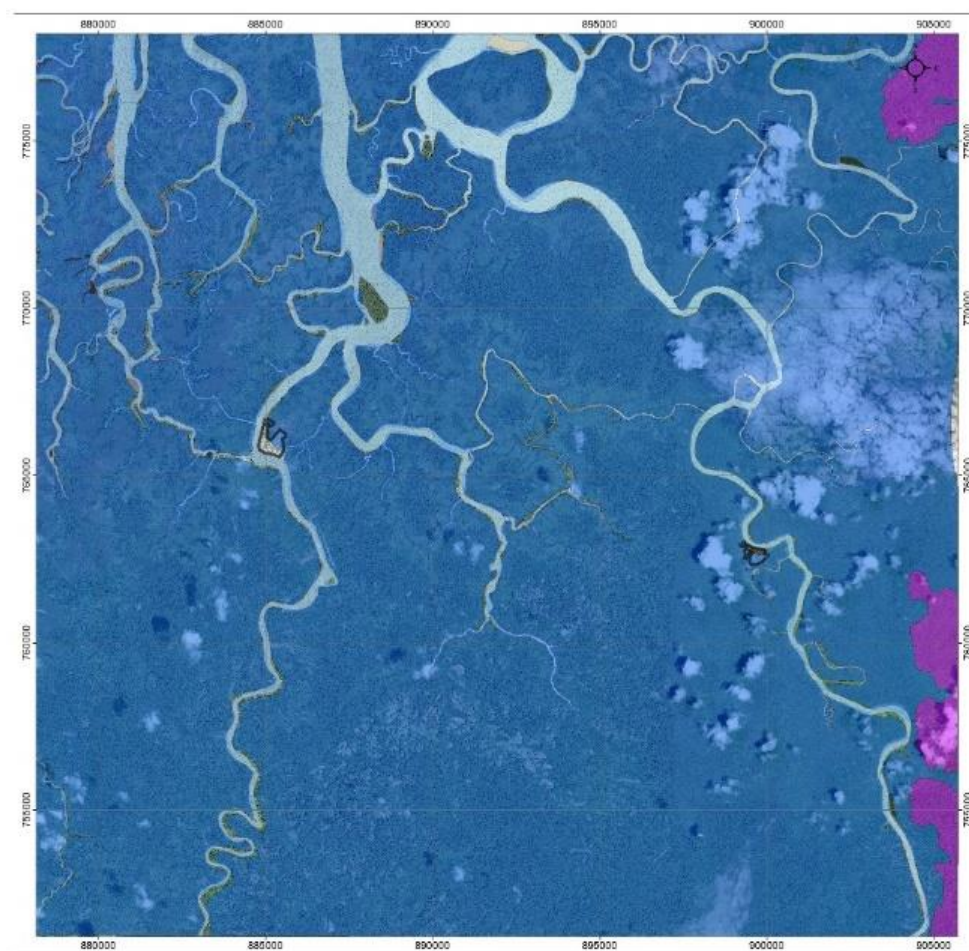
En ese orden de ideas, se pueden realizar programas y proyectos de restauración y recuperación de los servicios ecosistémicos en las áreas de conflicto muy alto (zonas rojas), de preservación y conservación medioambiental en áreas de conflicto alto (zonas naranjas), de adecuación agroforestal en áreas de conflicto medio alto (zonas amarillas) y de adecuación agrologica en áreas de conflicto medio y bajo (zonas verdes).

#### 4.1.6 Procesamientos vulnerabilidad climática y geológica

Para realizar las zonificaciones de amenaza y riesgo climático y geológico se tomó como línea base la información de la tendencia climática, la geomorfología (formas y relieves que presenta la superficie) y la cronoestratigrafía (edad del manto rocoso que esta debajo de las capas de suelo) que presenta el área de trabajo.

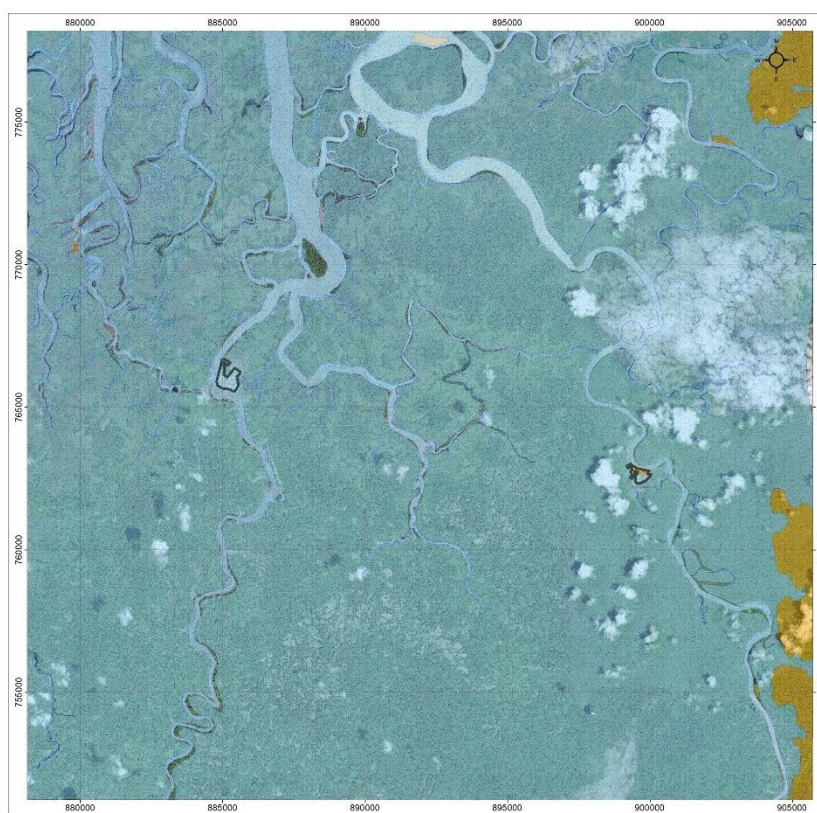
Como se puede ver en la Figura 15, en la clasificación climática se observó que todo el terreno presenta ambientes húmedos y cálidos, lo que resulta en altas tendencias a formar fuertes tormentas en su mayoría (área azul oscuro) y tormentas eléctricas (área violeta). La delineación negra representa los centros poblados. La diagramación completa se puede ver en el anexo 14.

**Figura 15** Modelación de la amenaza climática del área de influencia A, generada en ArcGIS



Como se ve en la Figura 16, en la geomorfología se estudió el tipo de paisajes, relieves y (composición mineral de la roca) que se presenta en todo el territorio, encontrando una gran particularidad, la misma delimitación que se tiene en las zonas propensas a formar tormentas presenta tendencia general de estar formada por planicies aluviales, por lo cual habrá un riesgo muy alto por inundaciones (área azul) y las zonas que presentan tormentas eléctricas tienden a estar formadas por vallecitos, presentando un riesgo muy alto por avenidas torrenciales (área naranja). La delineación negra representa los centros poblados.

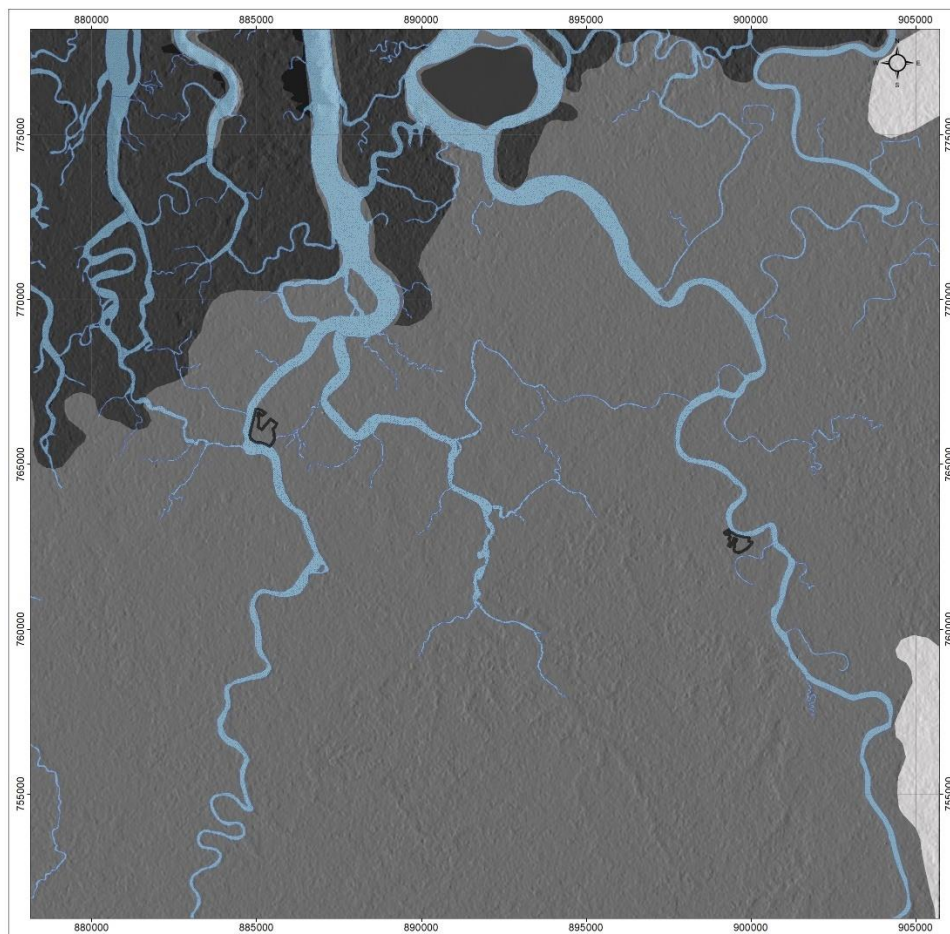
**Figura 16** Modelación de amenaza geomorfológica del área de influencia A en ArcGIS



Otra observación importante fue que la cabecera municipal en casi la mitad de su área total se ubica en un terreno con litología constituida mantos de ceniza volcánica sobre andesitas, lo que genera grandes riesgos por hundimientos y remoción en masa en eventos de precipitación continua. La diagramación completa se puede ver en el anexo 15.

Como se ve en la Figura 17, finalmente se realizó la caracterización cronoestratigráfica de la zona con el fin de identificar y dividir la edad geológica que tiene todo el manto rocoso en el área de trabajo, la delineación negra representa los centros poblados. La diagramación completa se puede ver en el anexo 16.

**Figura 17** Modelación unidades cronoestratigráficas del área de influencia A, en ArcGIS



#### **4.1.7 Simulación de inundación en las cabeceras municipales**

Por medio de un modelo tridimensional de las áreas de influencia se simuló como se podría inundar el terreno en un evento de tormenta, que es la mayor vulnerabilidad de los centros poblados, en función a su topografía y el incremento de la lámina de agua en sus ríos adyacentes.

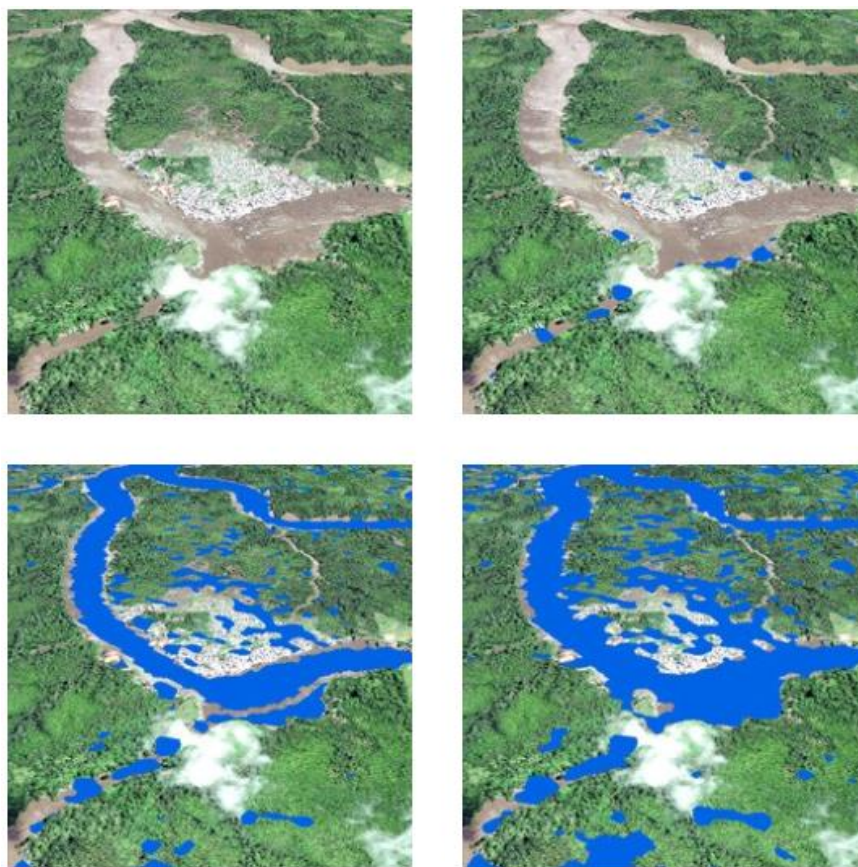


Primero se expondrán los resultados en diferentes momentos a fin de ver cómo va subiendo el nivel de la lámina e identificar puntos críticos que requieran medidas de mitigación hidráulica.

#### 4.1.7.1 Simulación en El Charco

Como se puede ver en la Figura 18, se mostrará en forma de secuencia capturando los momentos más importantes que dejan ver los puntos críticos.

**Figura 18** Simulación de inundación en el centro poblado de El Charco generada con ArcScene





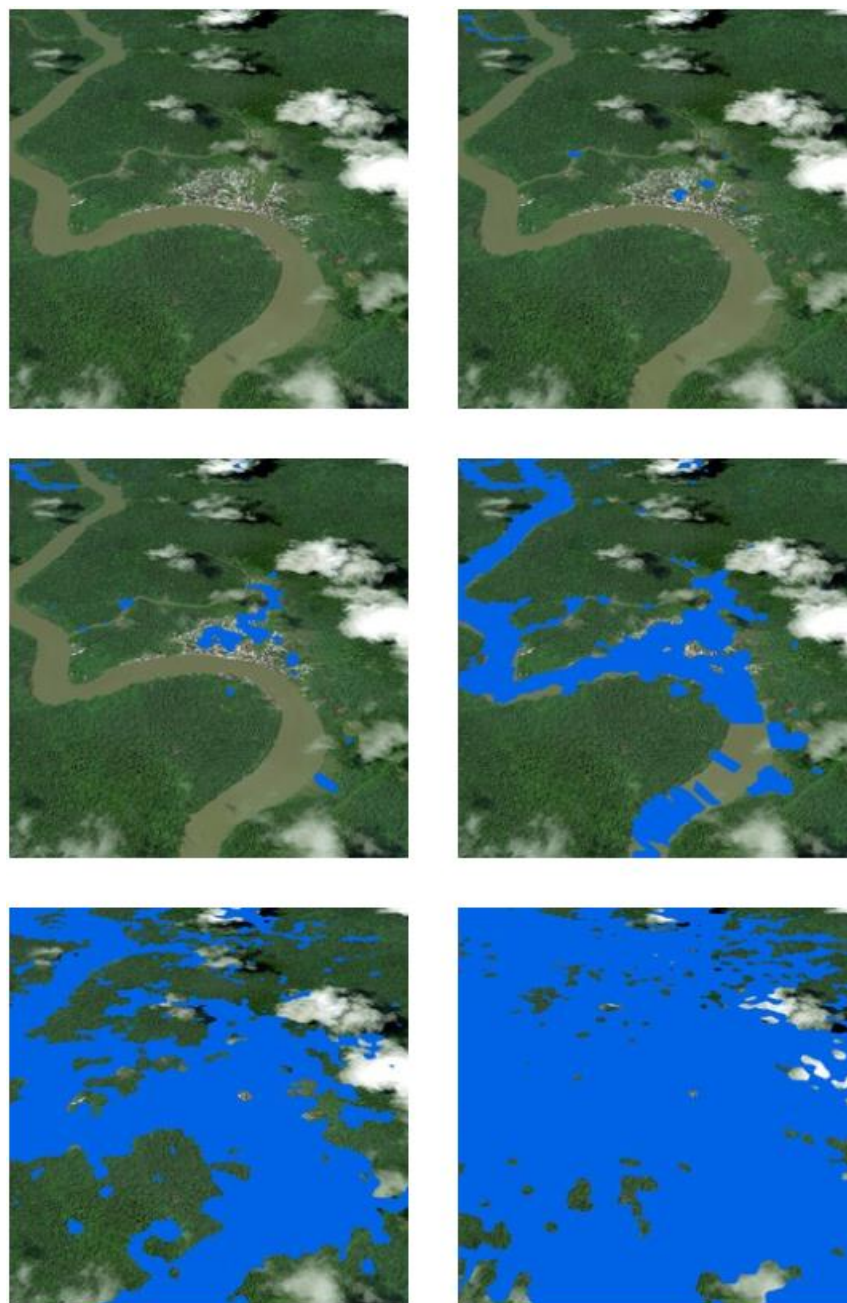
A través de la secuencia es posible evidenciar cuales son los puntos de alto riesgo por inundación, estos se encuentran en su mayoría en la zona perimetral oriental que esta adyacente al estero El Arrastradero, en la zona norte en la zona adyacente a los manglares y las áreas perimetrales adyacentes al rio Tapaje. Es evidente que en las áreas orientales el riesgo de inundación no se da principalmente por el incremento en el caudal del estero El Arrastradero, sino por el gradual aumento de lámina de agua que se presenta en zonas deprimidas que se van juntando con el área norte de los manglares, es por ello que dichos puntos tienen que ser estudiados más a fondo para plantear soluciones con infraestructura de drenajes y alcantarillado, así como posibles compuertas o dragados del caudal del rio Tapaje.

#### **4.1.7.2 Simulación Santa Barbara-Iscuande**

Como se puede ver en la Figura 19, tras analizar la simulación en esta cabecera municipal, la situación es muy similar a la que se tiene en El Charco, en la cual uno de los puntos críticos se encuentra dentro de su centro poblado. A medida que precipita se va generando una inundación en la cabecera a raíz de su topografía, esto es de especial importancia, ya que, si no se cuenta con una infraestructura adecuada de drenaje y alcantarillado, se vivirá en una constante situación de inundación que no solo afectara las infraestructuras de la población si no también generaran emergencias sanitarias por enfermedades. Ahora, evidentemente también es de alto riesgo el aumento del caudal del rio Iscuande,

pero teniendo en cuenta la litología del terreno, la quebrada Pasmíño al sur de la cabecera, implica que existirá un flujo a posible gran velocidad que sea detonante de remoción en masa o hundimiento de toda el área junto al río.

**Figura 19** Simulación de inundación en el centro poblado de Santa Bárbara con ArcScene



#### 4.2 Área de influencia: Mosquera

El espacio de trabajo que se delimito en Google Earth para la cabecera municipal de Mosquera comprende un área de  $250 \text{ km}^2$  dentro de un perímetro de  $63 \text{ km}$ , y ya que los procesamientos y análisis a realizar solo se llevaran a cabo en una sola área de influencia, se decidió establecer una escala de trabajo 1:30.000, la cual permite operar con un área cartografiable mínima de  $31.000 \text{ m}^2$ . Lo cual es muy conveniente para el casco urbano a analizar ya que ocupa un área de  $182.000 \text{ m}^2$ , permitiendo analizarlo de manera local y también de manera un poco más global, tal como se muestra en la Figura 20.

**Figura 20** Área de Influencia del municipio Mosquera delimitada en Google Earth



*Nota.* Adaptado de Google Earth Pro, s.f., [Área de influencia Mosquera en Nariño, Colombia]. Todos los derechos reservados 2021 por Google. Adaptado con permiso del autor.

Ya que las operaciones de preparación del software ArcGIS en cuanto al sistema de coordenadas, y módulos de layout eran las mismas se procedió de una vez a los procesamientos.

#### **4.2.1 Procesamiento de mapa base**

Como se ve en la Figura 21, se reproyectó y corto la base cartográfica del IGAC para la nueva área de influencia. La diagramación completa se puede ver en el anexo 17.

**Figura 21** Mapa base del área de influencia B, generado en ArcGIS



Dentro de lo más relevante e importante se observó que la topografía es muy similar a la de los otros dos municipios, ya que están cerca de una zona costera no cambia mucho realmente, sigue

estando compuesta en su mayoría por superficies planas, pero se diferencia en cuanto a su componente biótico, con una presencia mayor de manglares e islas.

Teniendo en cuenta que en su mayoría toda el área circundante a la cabecera municipal se encuentra rodeada por una superficie de manglares en conjunto con el estero Barrera, la vulnerabilidad por riesgo de inundación será un factor crítico y muy grande, que tendrá que analizarse con más rigurosidad en los procesamientos de superficie de hidrología y de riesgos.

En cuanto a infraestructura la cabecera municipal carece en su totalidad de vías, se observa que su acceso terrestre es por la zona suroccidental y el marítimo es por el estero Barrera al oriente de la misma. A diferencia de las otras áreas de influencia esta carece de una zona designada al transporte aéreo, que, aunque en las otras eran pistas de aterrizaje improvisadas, en esta no se encuentra algo similar en un radio de 30 *km*, siendo la mas cercana la pista de aterrizaje de El Charco a 40 *km* al oriente.

#### **4.2.2 Procesamientos de superficie**

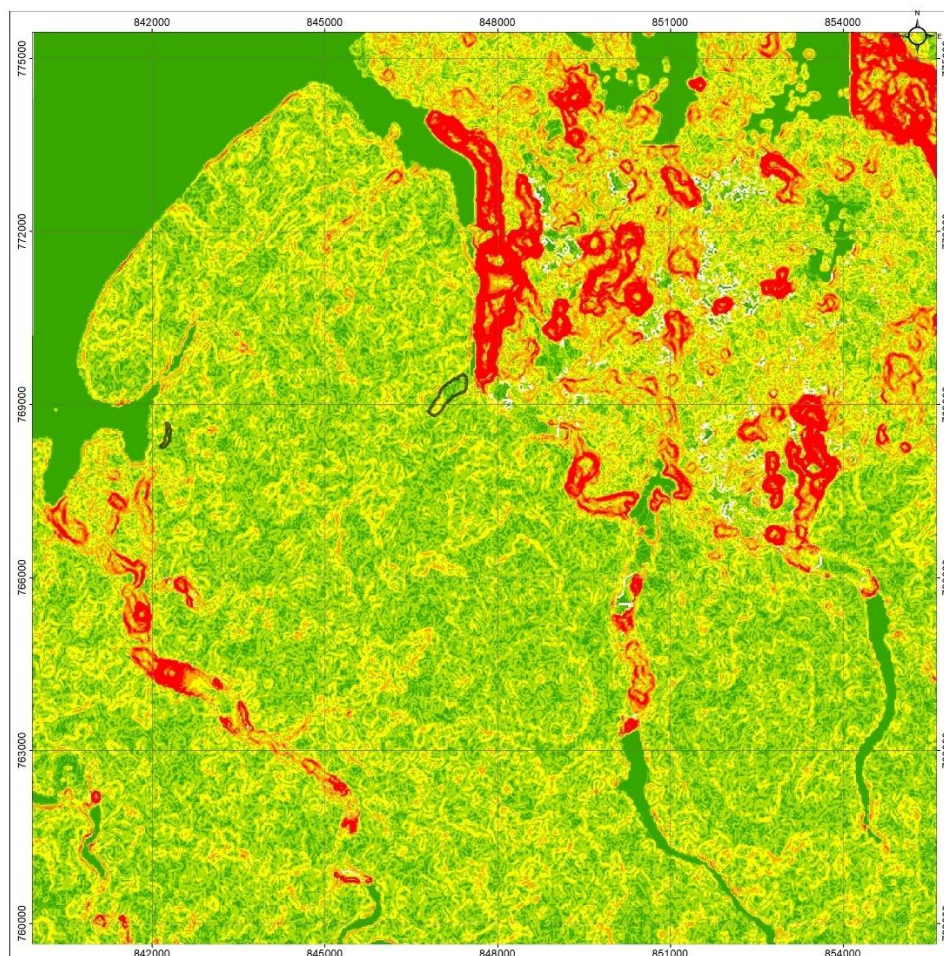
Para estos procesamientos se utilizó el modelo digital de elevación correspondiente al área de influencia previamente preparado en su delimitación y sistema de coordenadas, al igual que en las otras áreas de influencia, al notar que se compone de muchas planicies, se trabajó con curvas de nivel a intervalos de 1 *m*, con el fin de entender correctamente la topología de la zona y estudiar los puntos críticos de riesgo por inundación que se necesiten tratar.

##### **4.2.2.1 Modelo de pendientes**

Como se ve en la Figura 22, esta modelación se realizó utilizando el mismo método de aumento por porcentaje para la ya establecida categorización del IGAC. Lo más notable a primera vista fue una inusual zona con mucha pendiente (área roja) en la cual se encuentra realmente el estero Barrera y no hay variaciones en altimetría. Con lo cual se identificó de la misma manera que con las otras áreas de

influencia un error de interpolación en el modelo de elevación digital, teniendo en cuenta que este se encuentra aguas debajo de la cabecera municipal de estudio se considera despreciable para los análisis y procesamientos que se requieren hacer. La diagramación completa se puede ver en el anexo 18.

**Figura 22** Modelo de pendientes del área de influencia B, generado en ArcGIS

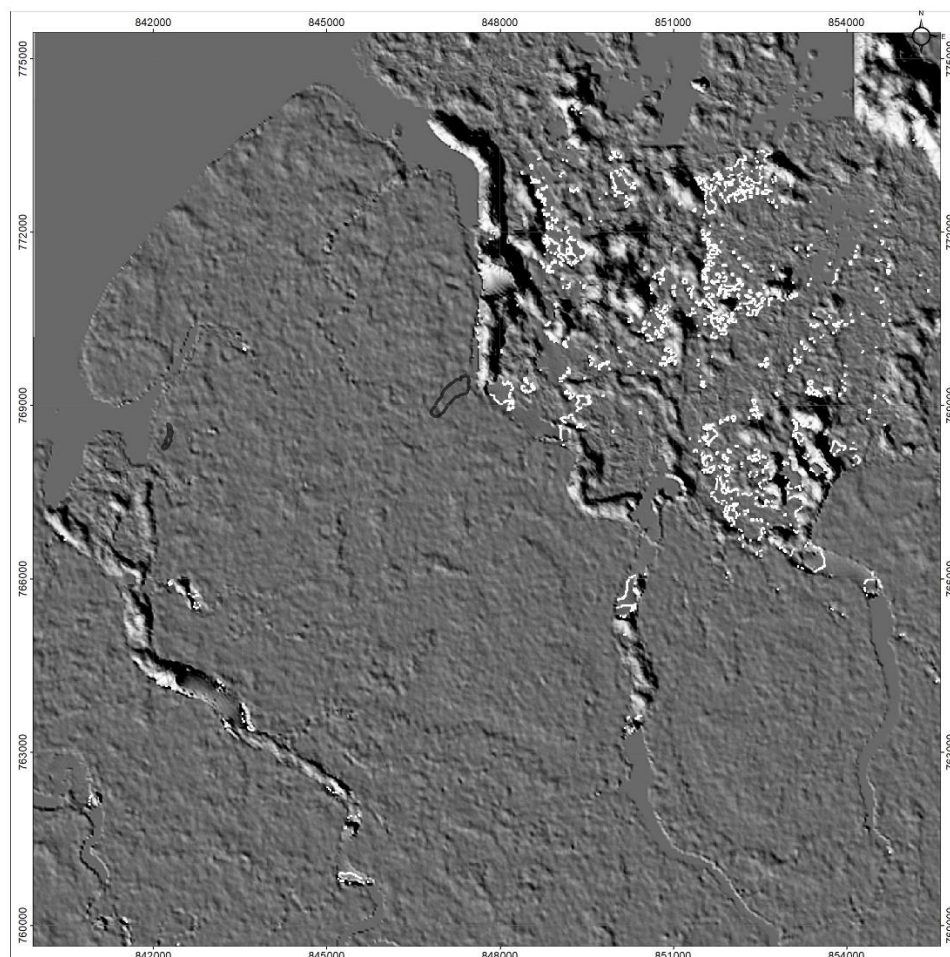


#### 4.2.2.2 Modelo de sombras

Como se ve en la Figura 23, para esta modelación se tomó un azimut de  $225^\circ$  con una altitud solar de  $25^\circ$ , es muy apreciable como las zonas circundantes a la cabecera municipal tienden a ser muy planas, a excepción del área con información corrupta al nororiente. Es notable que las áreas que se encuentran ocupadas por manglares muestran una topografía no del todo plana, en la cual hay muchos brazos y esteros en la zona suroriental de la cabecera, por lo cual según la curvatura que tenga, podría

ser un posible detonante de vulnerabilidad por inundación. Esto se tendrá que analizar con los resultados previos. La diagramación completa se puede ver en el anexo 19.

**Figura 23** Modelo de sombras del área de influencia B, generado en ArcGIS Desktop

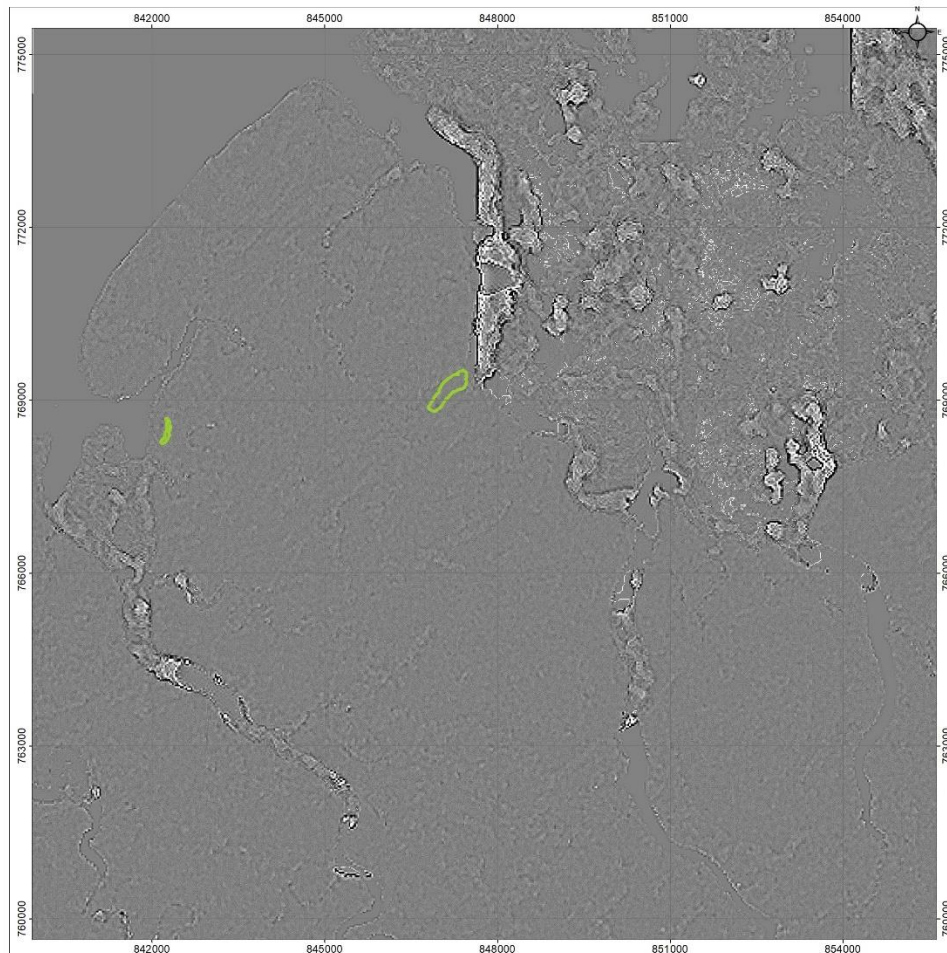


#### **4.2.2.3 Modelo de curvatura**

Como se ve en la Figura 24, en la modelación se observó que existen puntos cóncavos en la topografía hacia el suroccidente de la cabecera municipal, especialmente en las cercanías del estero el Pafial y el estero Mosquera. Estos puntos cóncavos se seguirán estudiando con más atención en los previos procesamientos con el fin de establecer que vulnerabilidad por riesgo de inundación pueden tener. La diagramación completa se puede ver en el anexo 20.



**Figura 24** Modelo de curvatura del área de influencia B, generado en ArcGIS

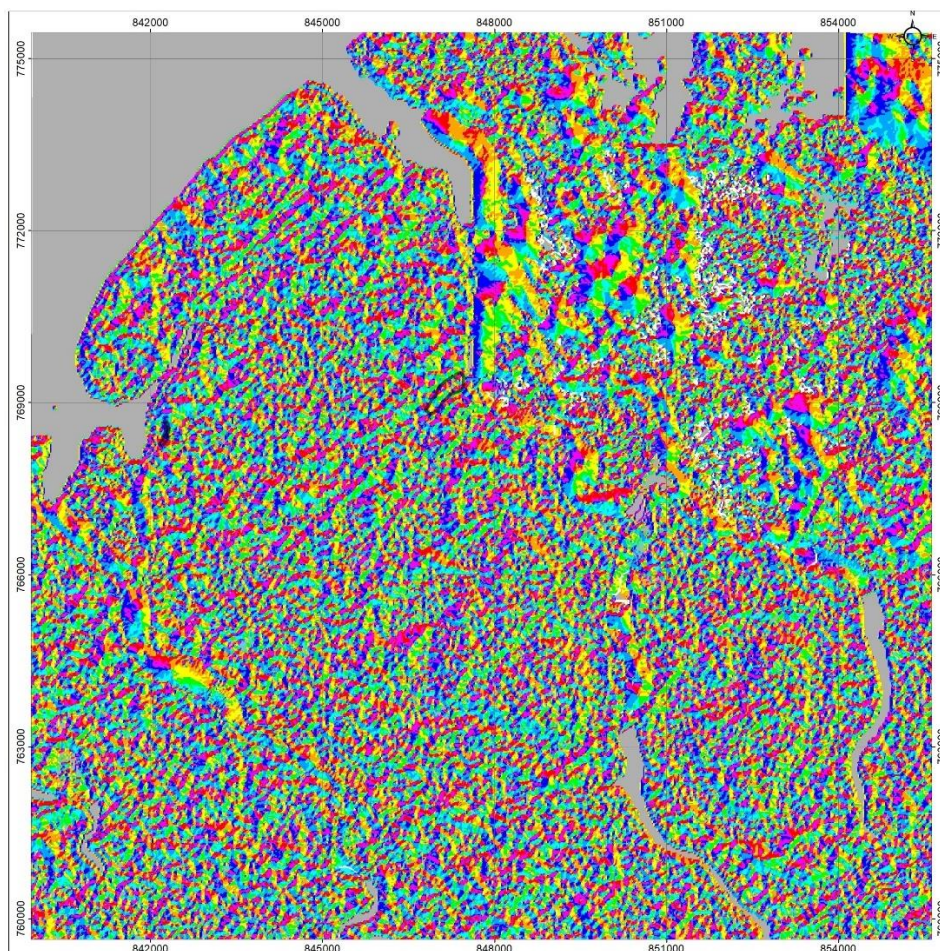


#### **4.2.2.4 Modelo de Aspecto**

Como se puede ver en la Figura 25, en esta modelación fue muy notable que, en su mayoría los puntos del área sur de la cabecera municipal tienden a estar orientados hacia el norte, y en la zona norte se encuentra lo contrario, tendiendo a estar orientada hacia el sur.

Esto es un indicador de que, a raíz de la topografía, la precipitación va a tender a drenar hacia el centro poblado, lo cual es un factor muy importante que se tendrá que evaluar para entender como es exactamente el funcionamiento hídrico de la zona. La diagramación completa se puede ver en el anexo 21.

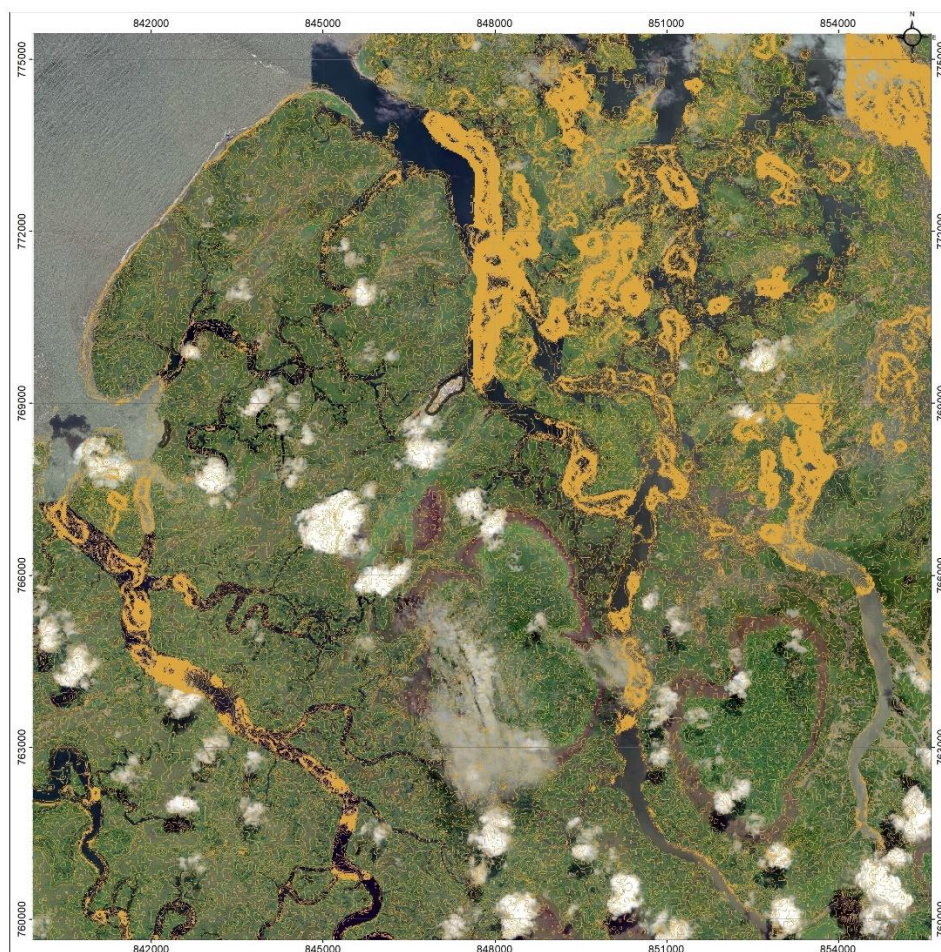
**Figura 25** Modelo de aspecto del área de influencia B, generado en ArcGIS



#### 4.2.2.5 Vectorización curvas de nivel

Como ya se estableció desde el inicio para el estudio y la veracidad de los resultados, se trabajó con intervalos de 1 m para la vectorización de las curvas de nivel, y así contar con un mejor mapeo de la superficie y la topología de la zona que será necesario en los apartados posteriores de evaluación de riesgos y amenazas, como se observa en la Figura 26. También en esta vectorización es muy claro ver como las zonas circundantes al suroeste del centro poblado tienden a presentar una mayor cantidad de curvas de nivel en puntos específicos. La diagramación completa se puede ver en el anexo 22.

**Figura 26** Vectorización de las curvas de nivel del área de influencia B, generada en ArcGIS



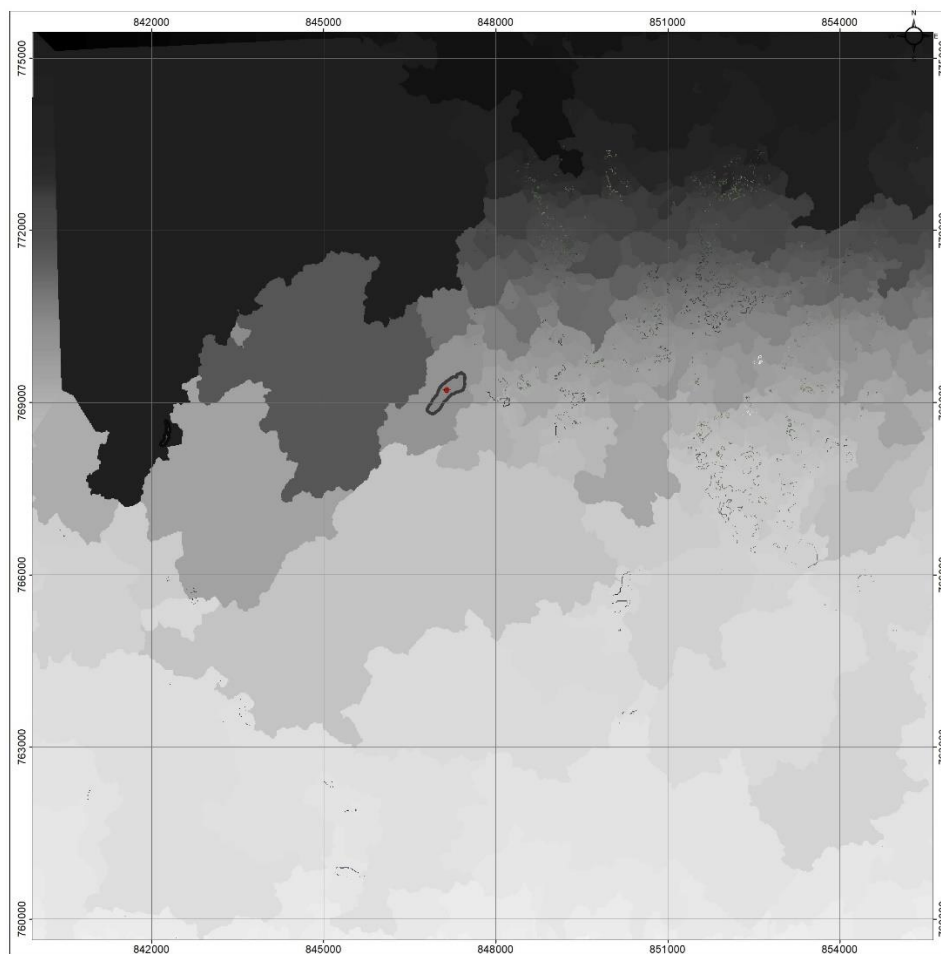
#### **4.2.3 Procesamientos de hidrología**

Para estos procesamientos se realizó el mismo procedimiento de preparación en cuanto a la corrección del error de redundancia en sumideros, y se generaron las mismas modelaciones con el objeto comprender el funcionamiento de los drenajes de la zona.

#### 4.2.3.1 Modelo de Cuencas Hidrográficas

Como se ve en la Figura 27, debido a que la topografía en general de todo el territorio tiende a ser muy plana, se encuentra una delimitación de las divisorias de aguas en microcuencas. La diagramación completa se puede ver en el anexo 23.

**Figura 27** Modelo de cuenca hidrográficas del área de influencia B, generado en ArcGIS

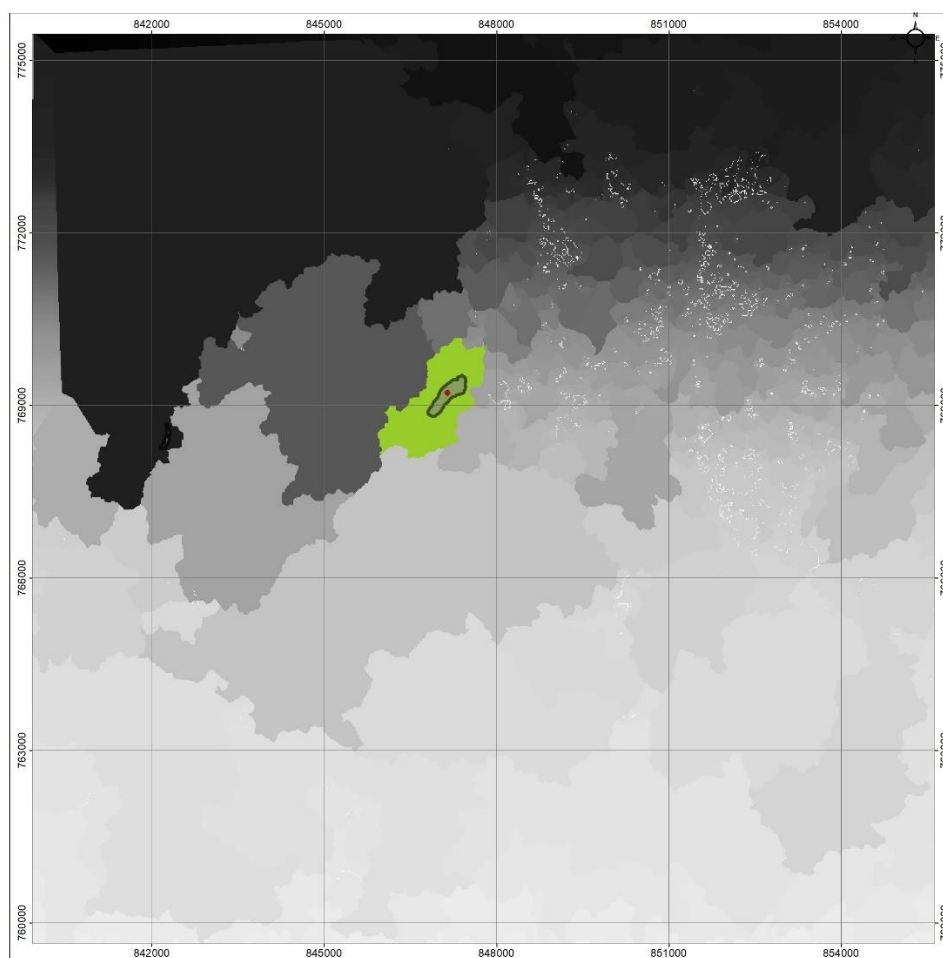


En el caso del centro poblado de Mosquera, se observó que este quedó inscrito dentro de una microcuenca que concuerda muy precisamente con la descripción del probable funcionamiento hídrico que tendría la zona por medio del modelo de aspecto, en el cual se intuyó que se presentarían drenajes del sur hacia el norte y viceversa.

#### 4.2.3.2 Cuencas contribuyentes

Como se ve en la Figura 28, se cumple la modelación hídrica siendo la cuenca contribuyente la misma donde está inscrito el centro poblado. La diagramación completa se puede ver en el anexo 24.

**Figura 28** Modelación de las cuencas contribuyentes del área de influencia B, en ArcGIS

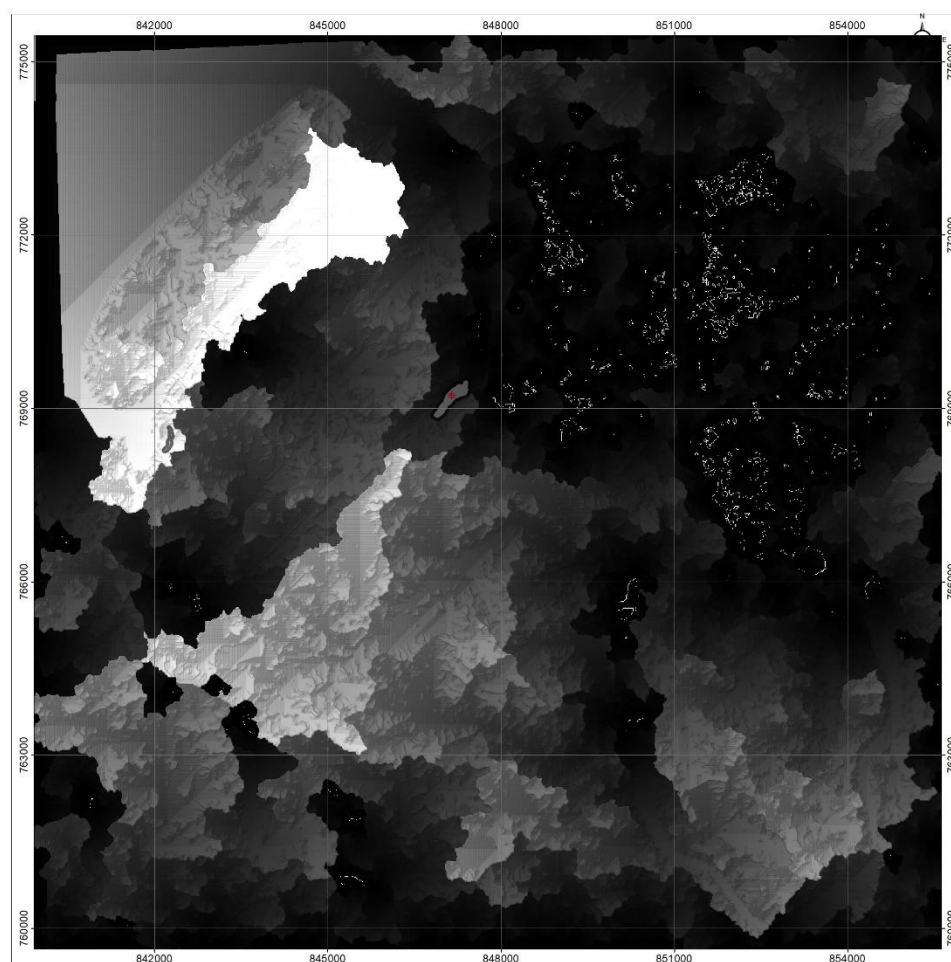


#### 4.2.3.3 Longitud del flujo aguas abajo

Como se ve en la Figura 29, en la modelación del flujo aguas se evidencio como los manglares ejercen un efecto de disminución de velocidad del caudal del estero Solango y el estero Barrera, pero en la zona suroccidental se puede observar una mayor cantidad de flujo en la quebrada Barrera y el estero Guasajira. Aunque el caudal de la quebrada Barrera no representa una potencial vulnerabilidad de inundación, el flujo que tiene el estero Guasajira si puede ser un factor de riesgo que se tendrá que

evaluar más a fondo en los estudios de riesgo y amenazas. La diagramación completa se puede ver en el anexo 25.

**Figura 29** Modelación de la longitud del flujo aguas abajo del área de influencia B en ArcGIS



#### 4.2.3.4 Vectorización drenajes hídricos

Como se ve en la Figura 30, al igual que en las otras áreas de influencia lo que se busca con esta modelación es representar como por las características que presenta la topología del territorio se van a generar los drenajes hídricos por acción de la gravedad.

Algo de gran importancia es que se vuelve a notar como, aunque la principal vulnerabilidad por riesgo de inundación está en el área perimetral adyacente al estero Barrera, la zona occidental y

suroccidental presenta tendencias de drenar hacia el casco urbano. La diagramación completa se puede ver en el anexo 26.

**Figura 30** Vectorización de los drenajes hídricos del área de influencia B, generada en ArcGIS



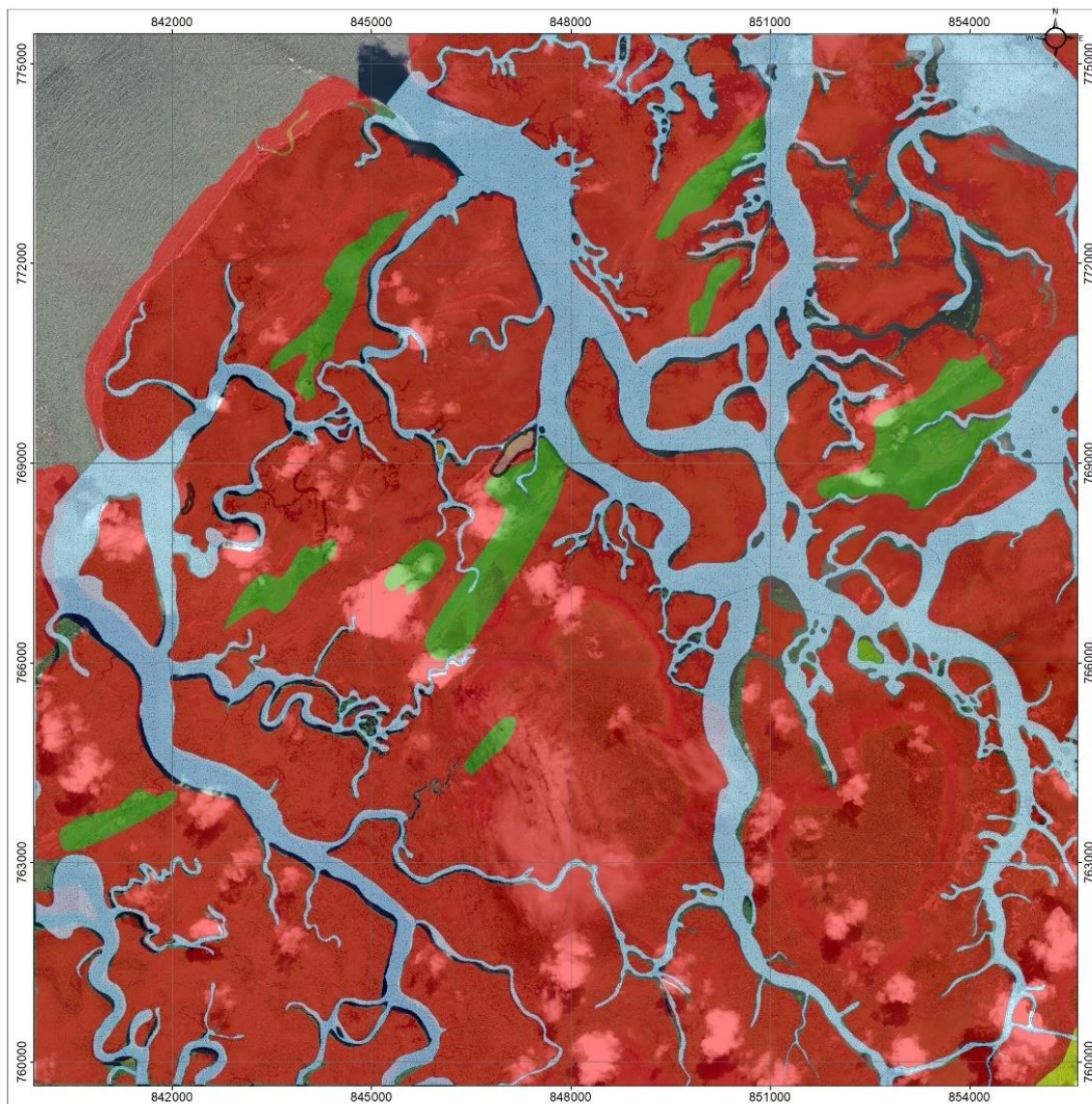
#### **4.2.4 Procesamientos oferta y demanda**

Estos procesamientos se realizaron con las mismas pautas y clasificaciones utilizadas en las otras dos áreas de influencia, por lo cual se presentarán sus resultados.

#### 4.2.4.1 Modelación Oferta

Como se ve en la Figura 31, en función a la oferta de los servicios ecosistémicos intrínsecos de la región establecida por el Sistema de Clasificación de Tierras por Capacidad de Uso, se generó el siguiente modelo de oferta. La diagramación completa se puede ver en el anexo 27.

**Figura 31** Modelación de la oferta ambiental del área de influencia B, generada en ArcGIS

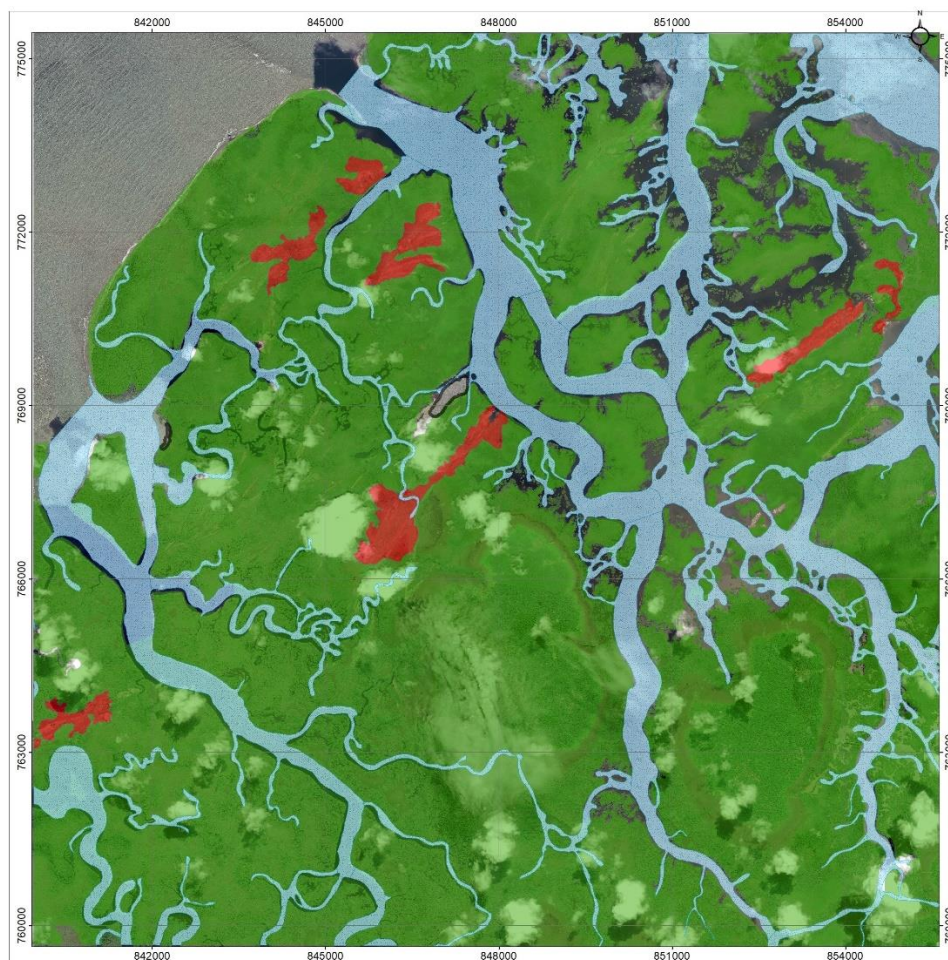




#### 4.2.4.2 Modelación Demanda

Como se ve en la Figura 32, en función al uso que se le está dando al suelo y el territorio establecida por el sistema de clasificación de uso y coberturas del suelo CORINE Land Cover Colombia, se generó el siguiente modelo de demanda. La diagramación completa se puede ver en el anexo 28.

**Figura 32** Modelación de la demanda del área de influencia B, generada en ArcGIS

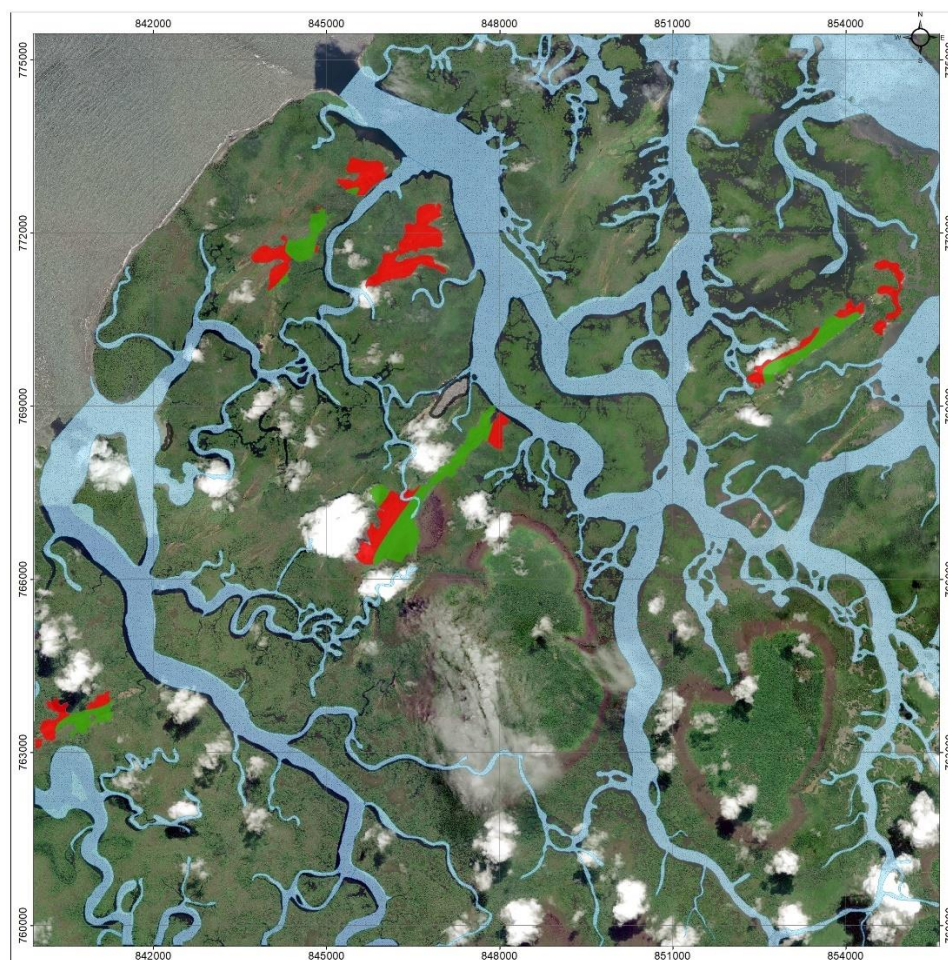


#### 4.2.4.3 Modelación conflictos

Como se ve en la Figura 33, para el correcto análisis de los conflictos socioambientales que se presentan, se tomaron las mismas consideraciones que en las otras áreas de influencia y teniendo en cuenta los resultados previos que se obtuvieron de oferta y demanda, se establece entonces la

modelación de los conflictos socioambientales que se presentaran en el área de influencia. La diagramación completa se puede ver en el anexo 29.

**Figura 33** Modelación de los conflictos del área de influencia B, generada en ArcGIS

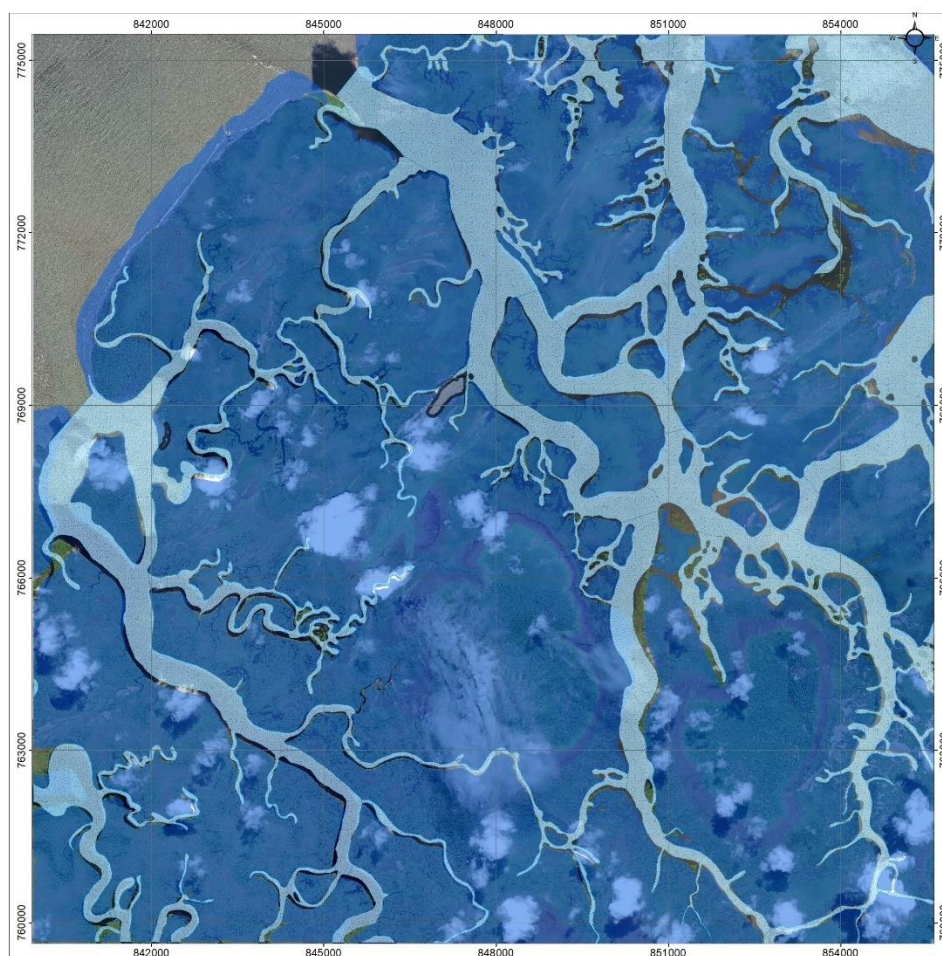


#### **4.2.5 Procesamientos vulnerabilidad climática y geológica**

Para realizar estos procesamientos se respondió a los mismos procedimientos realizados en las otras áreas de influencia con el fin de realizar las zonificaciones de amenaza y riesgo climático y geológico tomando como línea base la información del clima, la geomorfología y la cronoestratigrafía.

Como se puede ver en la Figura 34, por la ubicación geográfica del área de influencia, todo el territorio tiene un alto riesgo de presentar tormentas. La diagramación completa se puede ver en el anexo 30.

**Figura 34** Modelación de amenaza climática del área de influencia B, generada en ArcGIS

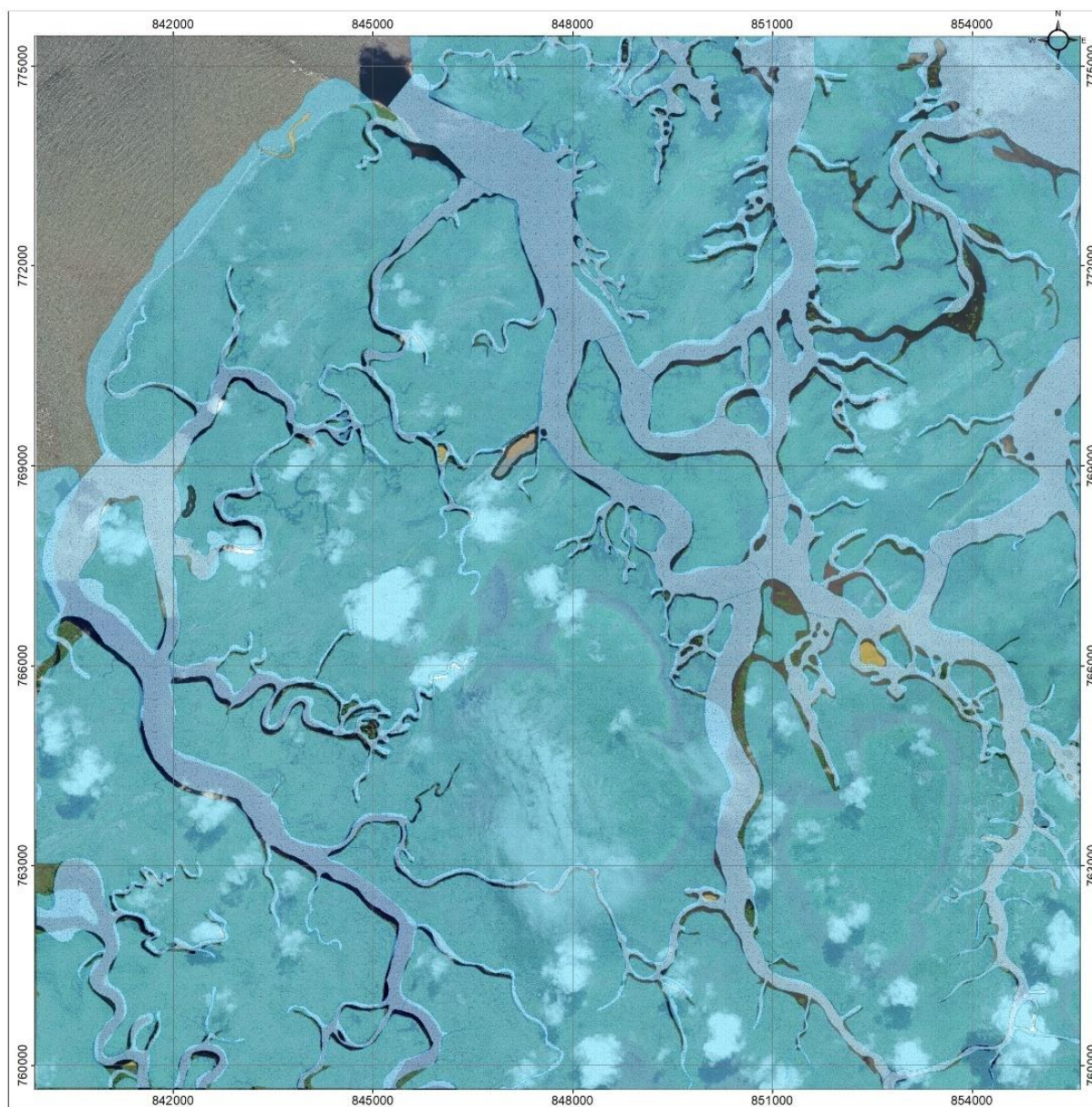


Como se ve en la Figura 35, en cuanto a la clasificación de los riesgos por la geomorfología del territorio, se tomaron las mismas pautas de riesgo respondiendo a las formas que presenta la superficie y el tipo de suelo.

Para el área de influencia en general se presenta vulnerabilidad por riesgo de inundación, debido a las planicies aluviales sobre las que se está trabajando, pero la particularidad que se encontró

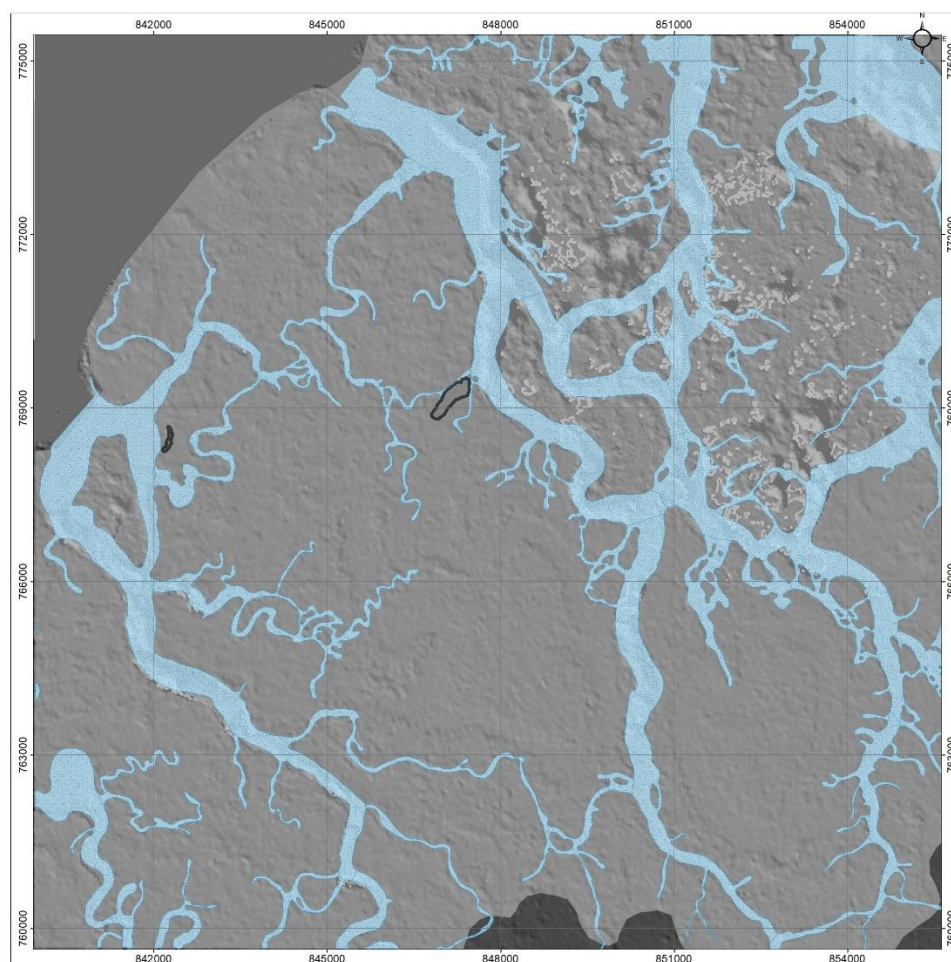
muy similar a la cabecera municipal de Santa Barbara, fue que el centro poblado de Mosquera se encuentra sobre una superficie de colada de lava, compuesta por mantos de ceniza volcánica sobre andesitas, lo cual genera un alto riesgo por hundimientos. La diagramación completa se puede ver en el anexo 31.

**Figura 35** Modelación de amenaza geomorfológica del área de influencia B, en ArcGIS



Finalmente, como se ve en la Figura 36, se realizó la modelación de la división de las unidades que el territorio tiene, evidenciando que la mayoría del área de trabajo tiene una cronoestratigrafía perteneciente al Holoceno. La diagramación completa se puede ver en el anexo 32.

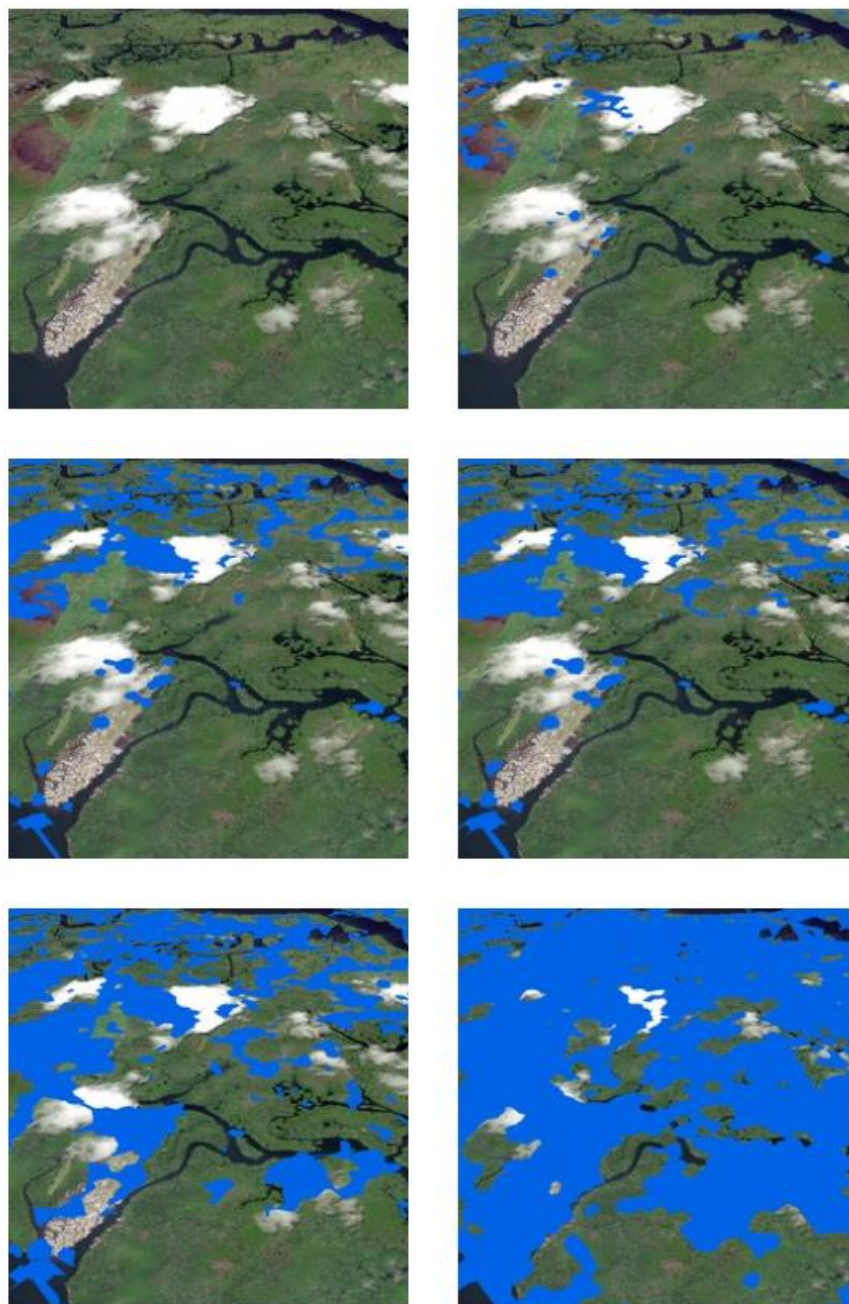
**Figura 36** Modelación unidades cronoestratigráficas del área de influencia B, en ArcGIS



#### **4.2.6 Simulación de inundación en la cabecera municipal**

Como se ve en la Figura 37, los procesamientos utilizados fueron los mismos que con las otras áreas de influencia, mostrando como sube la lámina de agua permitiendo identificar los puntos críticos por vulnerabilidad de riesgo de inundación.

**Figura 37** Simulación de inundación en el centro poblado de Mosquera con ArcScene



La simulación se orientó hacia el sur teniendo en cuenta que allí se encontraron los mayores flujos y factores de riesgo en los análisis de hidrología, comprobando que dicha área es la que representa un riesgo de inundación mayor, con el continuo aumento en la lámina de agua de la

quebrada Barrera y el estero Mosquera, gradualmente se va inundando el terreno de manglares circundante hasta llegar a la cabecera municipal.

Ahora, también es evidente como en el centro poblado se empiezan a generar inundaciones hacia la zona sur, con esto acordando que los puntos críticos por riesgo de inundación que se tienen que atender urgentemente están hacia el suroccidente del centro poblado y todo el flujo de agua que viene de la quebrada Barrera y el estero Mosquera. Dichos puntos tendrán que ser estudiados para proponer infraestructura de captación o desviación de caudal, así como drenajes y alcantarillados adecuados en el centro poblado con el fin de mitigar en su mayor cantidad el riesgo por inundación.

## 5. Análisis De Resultados

### 5.1 Aspectos mitigación de riesgos

Dentro del desarrollo metodológico se planteó el objetivo de caracterizar, identificar y describir con mucha precisión la topografía de la superficie, así como el funcionamiento hídrico de las áreas de influencia estudiadas. Dichos análisis llevados a cabo muestran entre lo más relevante e importante, que en ambas áreas de estudio existe un factor de riesgo muy alto por inundación, tanto por factores externos a los centros poblados (cuerpos de agua) como por factores internos (topografía con muchos puntos deprimidos).

Los puntos críticos de estudio fueron identificados gracias a los análisis geoespaciales y a las simulaciones de inundación que se realizaron, reflejando que más del 90% del territorio de ambas áreas de influencia tienen un alto riesgo por inundación, sumado a que, de la misma manera, más del 90% del mismo territorio en ambas regiones es vulnerable a experimentar eventos de precipitación intensa tales como tormentas y tormentas eléctricas.

Ahora, es de gran importancia hacer hincapié en el factor común que comparten las tres cabeceras municipales estudiadas, el cual es en una gran cantidad de puntos críticos dentro de sus centros poblados, evidenciando en las simulaciones que es por allí por donde empieza la inundación en un evento de precipitación constante. Si bien es cierto que los cuerpos de agua y superficies bióticas tales como los manglares aumentan el riesgo por inundación (como se vio específicamente en la zona suroccidental de Mosquera), no hay que subestimar ni un poco dichos puntos críticos internos, ya que es de prioritaria atención el desarrollo de un sistema urbano de drenaje que atienda a los requerimientos impuestos por dichas vulnerabilidades y riesgos identificados en el ámbito climático como geomorfológico.



Teniendo eso en cuenta, es necesario implementar estrategias de infraestructura y equipamiento de drenaje y alcantarillado, con el fin de evitar inundaciones en suelo urbano, ya que la vulnerabilidad por estas inundaciones internas es casi el doble que la causada por los cuerpos de agua circundantes. Como es de intuir, dichas estrategias y propuestas de alternativas que dé solución a todos los puntos críticos, corresponden a una labor multidisciplinar que tiene que ser apoyada tanto política, social y económicamente por el gobierno nacional y los entes gubernamentales conformados por secretarías de planeación y alcaldías, respondiendo no solo al marco legal impuesto por la ley 388 de 1997, sino también a la responsabilidad moral y social que se tiene con los habitantes de dichas áreas de influencia.

Hay que tener en cuenta que también todas las obras civiles que se realicen sobre el entorno natural pueden generar repercusiones a mediano y largo plazo, sobre todo las que tienen que ver con el ámbito hidráulico y el manejo del recurso hídrico, por lo cual es imperativo que en las posibles alternativas y propuestas que se lleven a cabo sean sostenibles ambientalmente, proyectando como se verá afectado el medio ambiente y tomando las medidas necesarias para no malograr los servicios ecosistémicos que tiene toda la zona.

Otro factor de riesgo muy importante que fue posible identificar, fue el asentamiento sobre el que están ubicadas las poblaciones de Santa Barbara-Iscuande y Mosquera, ya que según su litología los centros poblados están ubicados en un área compuesta por mantos de ceniza volcánica sobre andesitas, sobre todo en la zona perimetral con el río Iscuande y el estero Barrera respectivamente.

Los suelos compuestos por mantos de ceniza volcánica sobre andesitas se caracterizan por ser muy blandos, muy sensibles a la erosión química y sobre todo muy inestables, lo cual genera riesgos por hundimientos o movimientos en masa. Los principales actores erosión y transporte gradual del suelo son los cuerpos de agua que interactúan con ellos en su flujo aguas abajo, por esta razón también será

necesario realizar evaluaciones más rigurosas que comprendan estudios de suelos, para determinar sus parámetros de resistencia y de composición mineralógica.

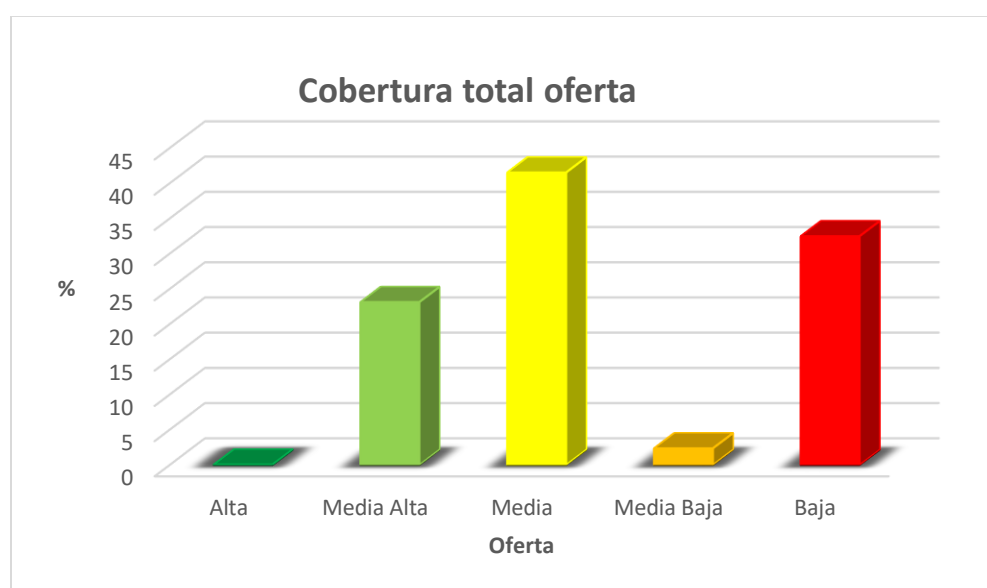
Evaluando de esta manera que proyecto de adecuación y/o mejora del terreno pueden necesitar estas áreas. El riesgo potencial que representan se basa en los eventos de precipitación constante a los que son vulnerables los centros poblados, en los que un aumento súbito de la velocidad y el caudal de los cuerpos de agua circundantes podrían terminar en la falla y eventual remoción de dichas masas de suelo, situación que se debe evitar urgentemente.

## 5.2 Aspectos de planeación

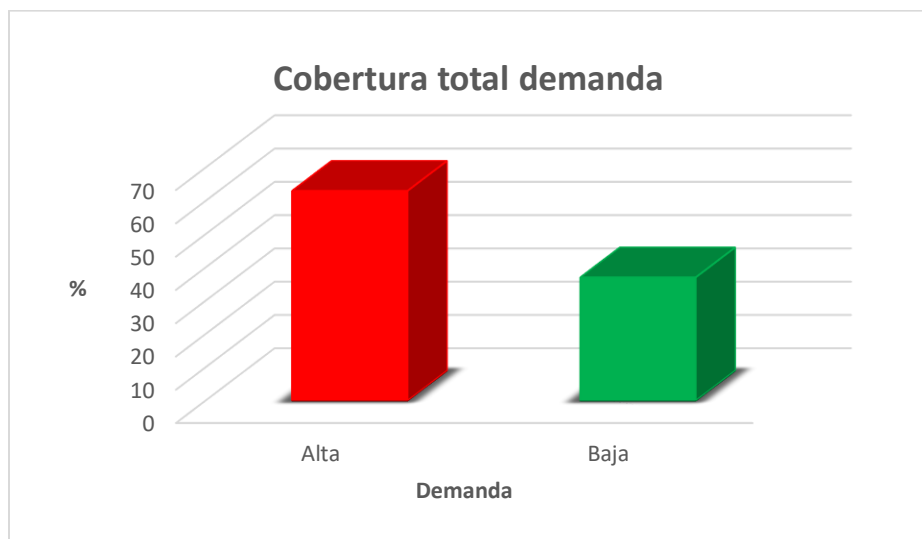
En cuanto a los resultados obtenidos en los análisis y modelaciones de oferta y demanda, fue posible establecer los porcentajes de cobertura de demanda, oferta y conflicto, para evaluar de una manera más precisa las cifras que representan cada análisis.

En el área de influencia de El Charco y Santa Barbara-Iscuande se observaron las siguientes cifras:

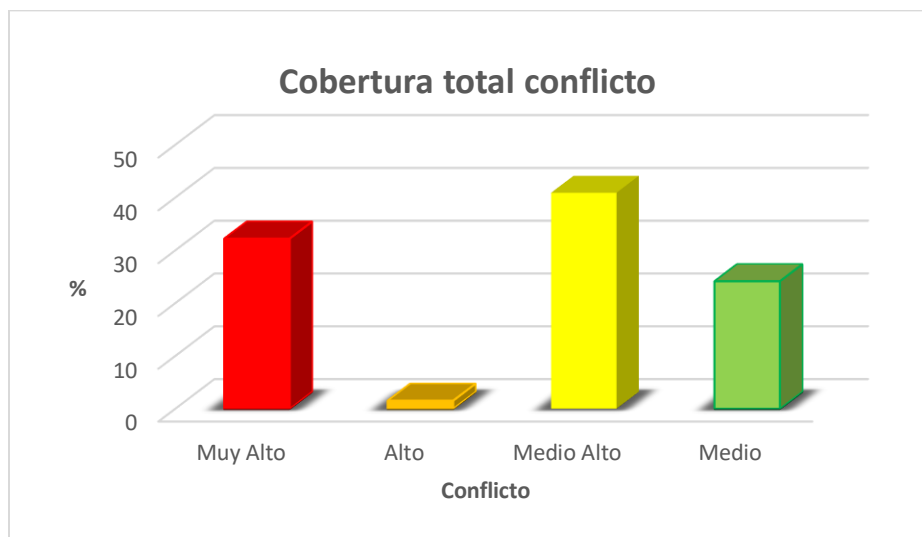
**Figura 38** Cobertura del porcentaje de oferta en el área de influencia A.



**Figura 39** Cobertura del porcentaje de demanda en el área de influencia A.



**Figura 40** Cobertura del porcentaje de conflicto en el área de influencia A.



Teniendo en cuenta estos resultados es notable que existe una alta demanda, es decir que se está ocupando mucho territorio del suelo total de manera indebida, exactamente el 63% de todo el área de trabajo (Figura 13), dichas zonas corresponden al área comprendida entre el nororiente, el oriente y el sur de la cabecera municipal de El Charco, es claro que esta zonas no proveen una buena oferta ecosistémica pero aun así se está utilizando el suelo, lo que a largo plazo va a causar un deterioro y probablemente se genere un daño ambiental irreversible.

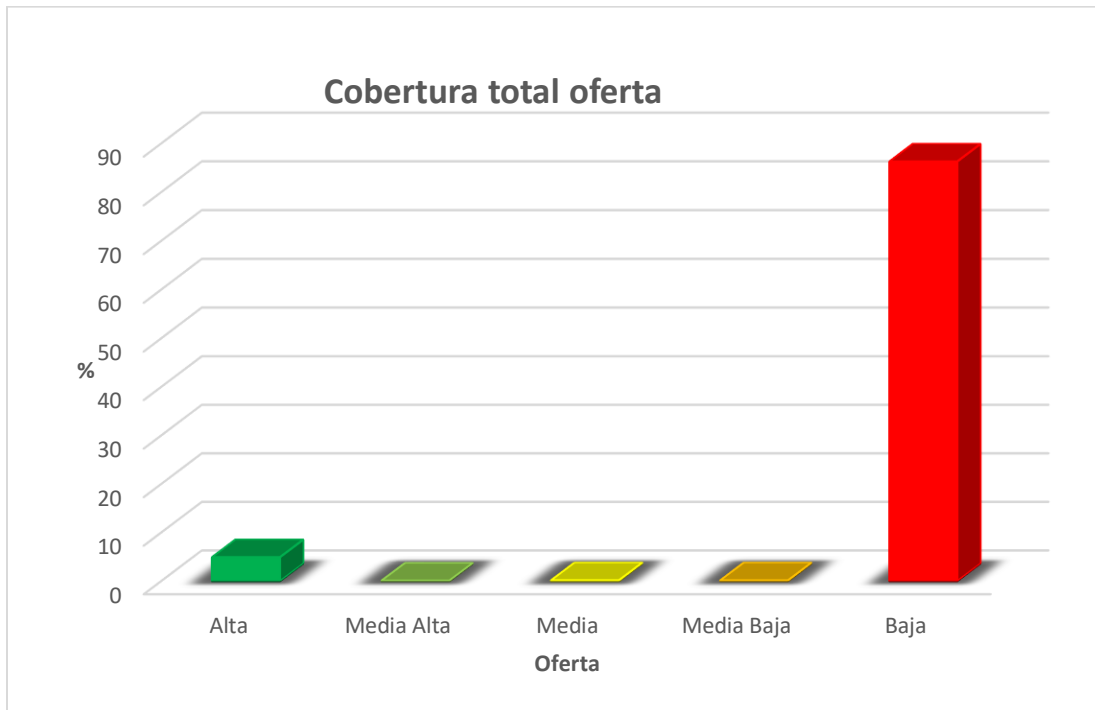
Por lo cual en dichas zonas de muy alto conflicto con un 32% de cobertura hacia el nororiente (Figura 14) lo más indicado es generar programas de restauración y recuperación del suelo y el medio ambiente, por medio de proyectos como creación de reservas naturales, manejo de la cobertura vegetal, y revegetalización.

Ahora, en las áreas del suroriente entre las dos cabeceras municipales se observa un conflicto medio alto, y más hacia el sur un conflicto medio (Figura 14) esta zona está comprendida por terreno boscoso y el uso que se le da es de moderado a alto en función a lo que ofrece el ecosistema, por lo que en las áreas de medio alto conflicto lo más recomendado es generar programas de adecuación del suelo en función a sus limitaciones físicas o bióticas., por medio de proyectos de estructuras para la conservación del suelo y sistemas agroforestales, pero en las zonas más alejadas hacia el sur de conflicto medio es recomendable generar programas de adecuación del suelo enfocado al manejo agronómico del suelo y la fertilización, para poder generar ofertas de las zonas menos afectadas por las poblaciones hasta ahora.

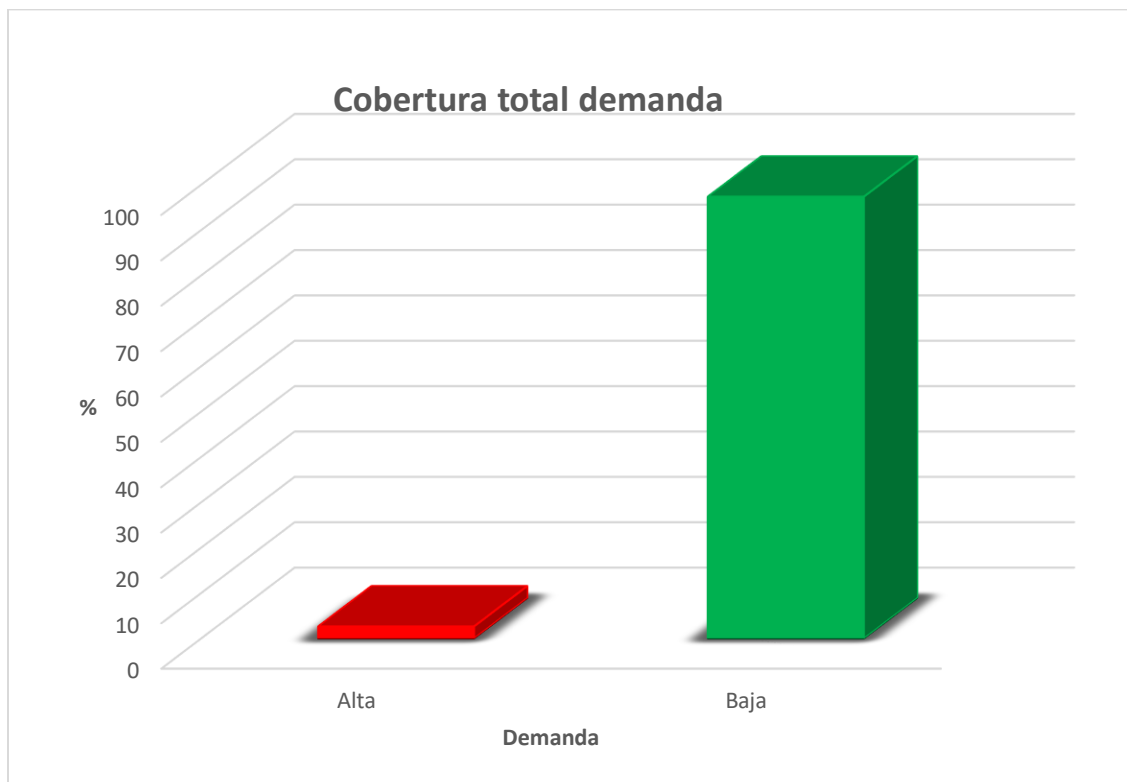
También es importante aprovechar el terreno que no esté en conflicto, para ayudar por medio de programas de conservación y preservación ambiental, a través de proyectos de apoyo institucional.

En cuanto al análisis de la zona de Mosquera, estos fueron los resultados obtenidos en cobertura total:

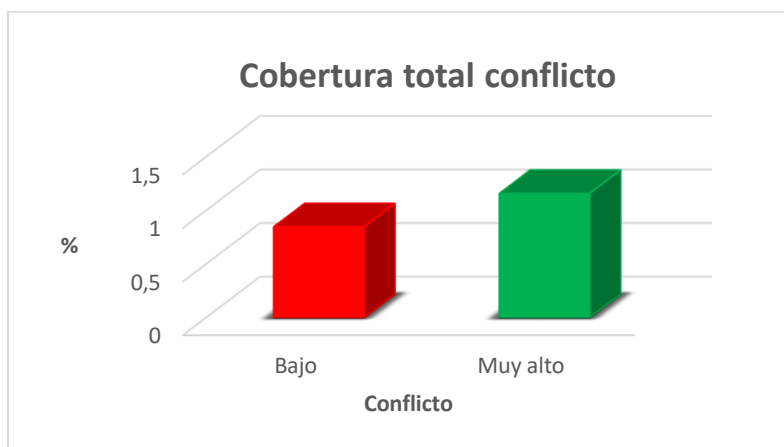
**Figura 41** Cobertura del porcentaje de oferta en el área de influencia B.



**Figura 42** Cobertura del porcentaje de demanda en el área de influencia B.



**Figura 43** Cobertura del porcentaje de conflicto en el área de influencia B.



En este análisis se vio como la oferta es muy reducida sobre todo el área de trabajo, comprendiendo tan solo una oferta alta en 5% del territorio (Figura 31), pero de igual manera la demanda es baja en casi toda el área de trabajo abarcando un 97% de esta (Figura 32).

Es por ello que los conflictos encontrados fueron prácticamente nulos, ya que, en resumidas palabras, los pobladores están usando actualmente el terreno que es viable usar y no están utilizando territorio que no cumpla con las pautas de oferta ecosistémica deseadas.

Aunque el resultado pareciera bueno, realmente no lo es, ya que esta cabecera municipal no tiene un territorio viable para establecer producción agrícola, ganadera y forestal, aunque también hay que notar que la ubicación geográfica de este centro poblado no es la más indicada, ya que se encuentra dentro de un área con muchos manglares y poca o nula tierra fértil, que es la que se logra ver hacia el suroccidente y es la que abarca ese 5% que actualmente utilizan.

Lo conveniente sería que en las áreas que no se tiene conflicto se hicieran programas de conservación y preservación medioambiental, por medio de proyectos de apoyo institucional, pero teniendo en cuenta que el desarrollo de este municipio es tan importante como el de cualquiera, por lo

que se tendrán que adecuar zonas que beneficien al desarrollo y crecimiento progresivo y ordenado tal como se establece en el marco legal nacional.

## 6. Conclusiones

- ❖ Con la recopilación y documentación que se realizó tanto de bases de datos documentales, científicas, de información geográfica y la consulta de imágenes satelitales e imágenes de radar fue posible establecer las condiciones actuales tanto geomorfológicamente como ecosistémicamente en las áreas de influencia establecidas para los tres municipios.
- ❖ Por medio del análisis de todos los documentos, estudios e informes recopilados fue posible entender e identificar cuáles son las falencias y debilidades más grandes que tiene actualmente Colombia en el ámbito de planeación desde puntos de vista sociales, económicos y políticos.
- ❖ Por medio de la modelación, simulación y análisis geoespaciales realizados en las áreas de influencia de los tres municipios en base a las bases de datos e información geográfica recopilada fue posible establecer los patrones y tendencias geomorfológicas y ecosistémicas que se presentan actualmente, con lo que se propuso una variedad de oportunidades de proyectos y programas que darían solución a medio y largo plazo a dichas problemáticas.
- ❖ Con la identificación de las soluciones y prevenciones que se deben tener en todos los puntos críticos según el análisis final de los resultados obtenidos en los procesos metodológicos que se realizaron en el proyecto en cuanto a geomorfología, oferta, demanda y conflictos socioambientales es posible establecer pautas iniciales para la formulación de un Esquema de Ordenamiento Territorial en los tres municipios de estudio. Lo cual es totalmente aplicable a un contexto real y actual en el orden de ideas de promover el ordenamiento territorial en las zonas alejadas de los focos económicos del país.



- ❖ Fue posible identificar que en muchas ocasiones al trabajar únicamente con información geográfica obtenida de manera digital se tiene la limitación del trabajo de campo. Ya que este es necesario, no para obtener una base de datos geográficos y topográficos, si no para corregir posibles errores puntuales que esta información pueda tener, como se vio en las imágenes de radar utilizadas en el proyecto.
- ❖ Con la conclusión final del proyecto se estima que los retos que se tienen hacia el futuro en la planeación y el ordenamiento territorial en Colombia no es la falta de conocimiento, profesionales, material de trabajo y/o documentación necesaria para realizar análisis como los ya vistos, si no la gestión insuficiente por parte del estado en poner en marcha sistemas de monitoreo y seguimiento, además de programas institucionales que financien la realización de estas labores tan importantes en el desarrollo socioeconómico del país.

## Referencias

- Arias, F., et al. (2010). Instituciones, gobernanza y sustentabilidad en la política colombiana de ordenamiento territorial municipal. *Revista Sociedad Y Economía - Cidse*. 279-304.
- Aeroterra.com. (2021). Historia de SIG | Sistemas de Información Geográfica - Aeroterra S.A.. [online] Disponible en: <https://www.aeroterra.com/es-ar/que-es-gis/historia-de-gis>
- Cadena M., L., A, (2013). De los primeros homínidos al Homo sapiens. *Revista Colombiana de Bioética*, 8(2),49-63. ISSN: 1900-6896. Obtenido en:  
<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=189230852005>
- Corominas, M. et al. Tennessee Valley Authority: una experiencia de planificación territorial modélica [en línea] En: *ACE: Architecture, City and Environment = Arquitectura, Ciudad y Entorno*, 10 (28): 11-32, 2015. DOI: 10.5821/ace.10.28.3935. ISSN: 1886-4805.
- Espinoza, M.B. (2018). Impacto Antropogénico sobre el Medioambiente. Obtenido en:  
[https://www.researchgate.net/publication/331983881\\_Impacto\\_Antropogenico\\_sobre\\_el\\_Medioambiente](https://www.researchgate.net/publication/331983881_Impacto_Antropogenico_sobre_el_Medioambiente)
- Hernández, Y. (2010). El ordenamiento territorial y su construcción social en Colombia: ¿un instrumento para el desarrollo sustentable?. *Cuadernos de Geografía: Revista Colombiana de Geografía*, (19), pp.97-109.
- Hildenbrand, A. (1997). Política de ordenación del territorio en Europa. *Revista Estudios regionales* nº 47 (1997), pp. 205-210. Documento en línea. Obtenido en:  
[\[http://www.revistaestudiosregionales.com/pdfs/pdf977.pdf\]](http://www.revistaestudiosregionales.com/pdfs/pdf977.pdf)

Hofmanová, Z. et al. (2016). Early farmers from across Europe directly descended from Neolithic Aegeans. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 113 (25), pp.6886-6891.

Ley 388 de 1997. Por la cual se modifica la Ley 9ª de 1989, y la Ley 3ª de 1991. 12 de septiembre de 1997. No. 43.091

Massiris, C., A. (2012). *Procesos de Ordenamiento en America Latina y Colombia*. Universidad Nacional de Colombia.

Parejo, T. (2003) *La estrategia territorial europea*. Tesis de doctorado. Universidad Carlos III de Madrid. Tomos I y II. Documento en línea. Disponible en: <http://e-archivo.uc3m.es/dspace/handle/10016/562>.

Sanabria P., S. (2014). La ordenación del territorio: origen y significado. *Terra. Nueva Etapa*, XXX(47),13-32. ISSN: 1012-7089. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=72132516003>

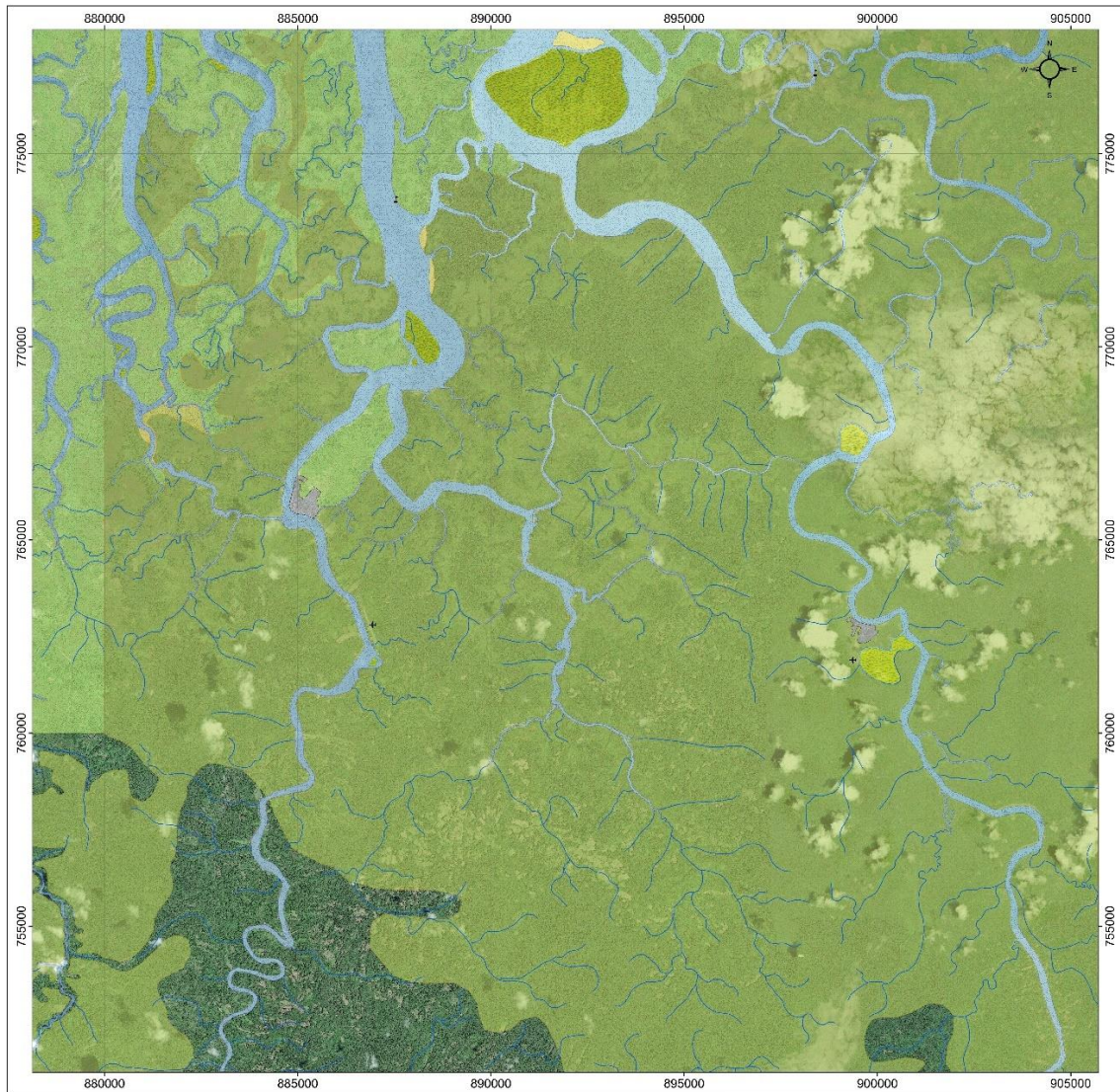
Secretaria Técnica de la Comisión de Ordenamiento Territorial Comité Especial Interinstitucional (2017). *Informe Consolidado Sobre El Estado Y Avance Del Ordenamiento Territorial En Colombia Periodo 2012- 2017*. Departamento Nacional de Planeacion, Dirección de Desarrollo Territorial.

Shelach-Lavi G., Teng M., Goldsmith Y., Wachtel I., Stevens CJ., Marder O., et al. (2019) Sedentism and plant cultivation in northeast China emerged during affluent conditions. *PLoS ONE* 14 (7): e0218751. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0218751>

Van der Molen, P. (2004). *Buen ordenamiento territorial en Europa*. Obtenido de: Microsoft Word - session\_3\_molen\_spa.doc (utwente.nl)

## ANEXOS. DIAGRAMACIONES

Anexo 1



 <b>UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA</b> FACULTAD DE INGENIERIA INGENIERIA CIVIL	
<b>EL CHARCO - SANTA BÁRBARA ISCUANDÉ</b> MAPA BASE	
Fecha: 15-09-2021	Mapa No: 01
Elaboración: Juan Andres Linares Briceño	Departamento: Naríño



**FUENTE DE DATOS GEOGRAFICOS**

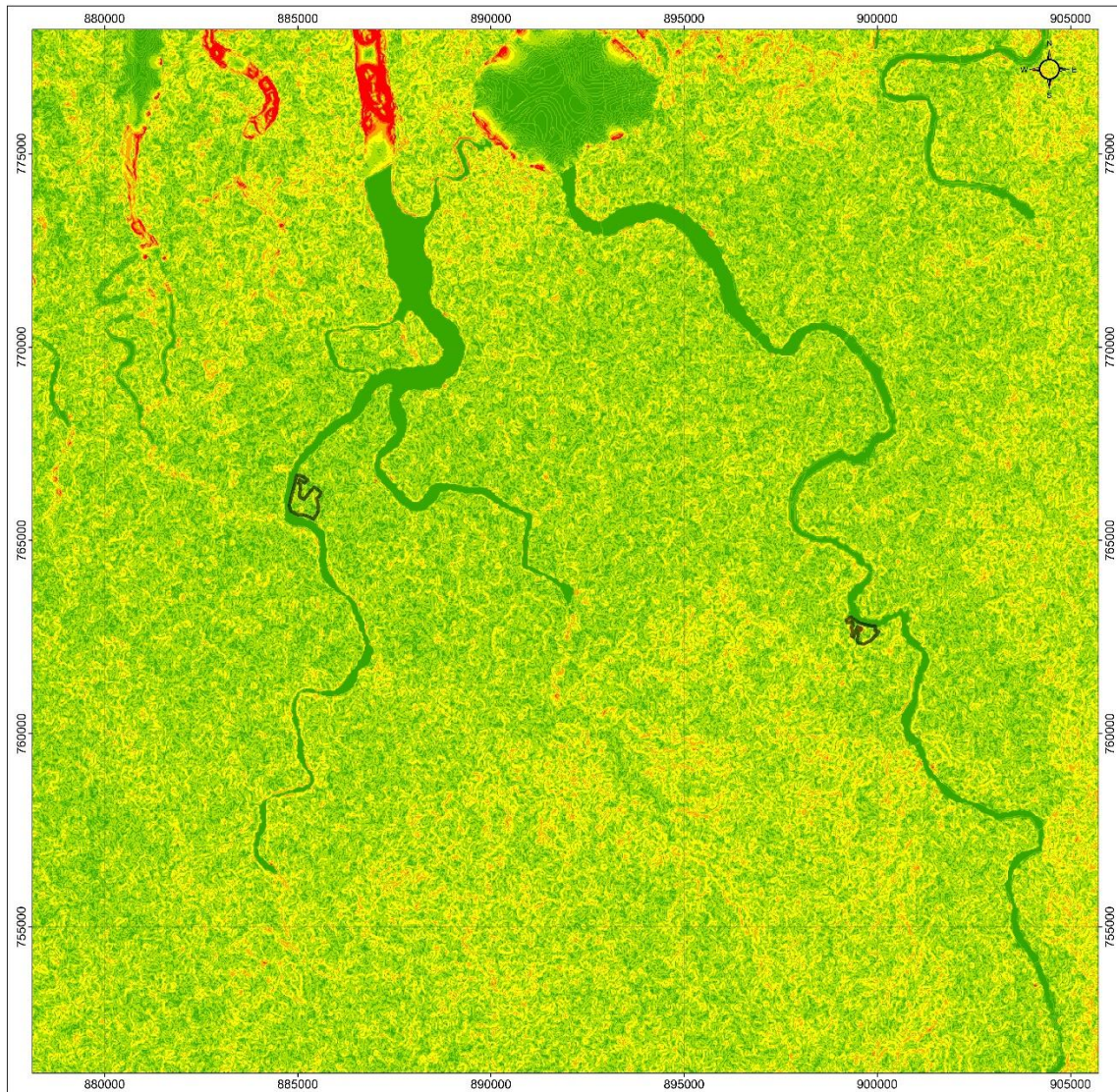
Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC)  
 Cartografía Base Escala 1:100.000  
 Datos Abiertos Geografía y Cartografía  
 Subdirección de Geografía y Cartografía  
 2021

Sistema de Coordenadas: MAGNA Colombia Oeste  
 Proyección: Mercator Transversal  
 Datum: MAGNA  
 Meridiano Central: -77,0775  
 Latitud de Origen: 4,5962  
 Unidades: Metro

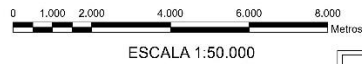
Convenciones	
	Aeropuerto
	Costero Insular
	Drenaje Sencillo
	Casco Urbano
	Isla
	Drenaje Doble
	Banco Arena
	Manglar
	Bosque



Anexo 2




**UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA**  
 FACULTAD DE INGENIERIA  
 INGENIERIA CIVIL  
  
**EL CHARCO - SANTA BÁRBARA ISCUANDÉ**  
**MAPA PENDIENTE**  
  
 Fecha: 15-09-2021      Mapa No: 02  
 Elaboración: Juan Andres Linares Briceño      Departamento: Nariño



**FUENTE DE DATOS GEOGRAFICOS**  
 Dataset: ASF DAAC 2015, ALOS\_PALSAR\_2692900  
 30\_RTC\_HI.RES.  
 Includes Material ©JAXA/METI 2021.  
 Accessed through ASF DAAC (<https://asf.alaska.edu>)  
 25 August 2021.  
 DOI: <https://doi.org/10.5067/7297HFCNKR6VA>

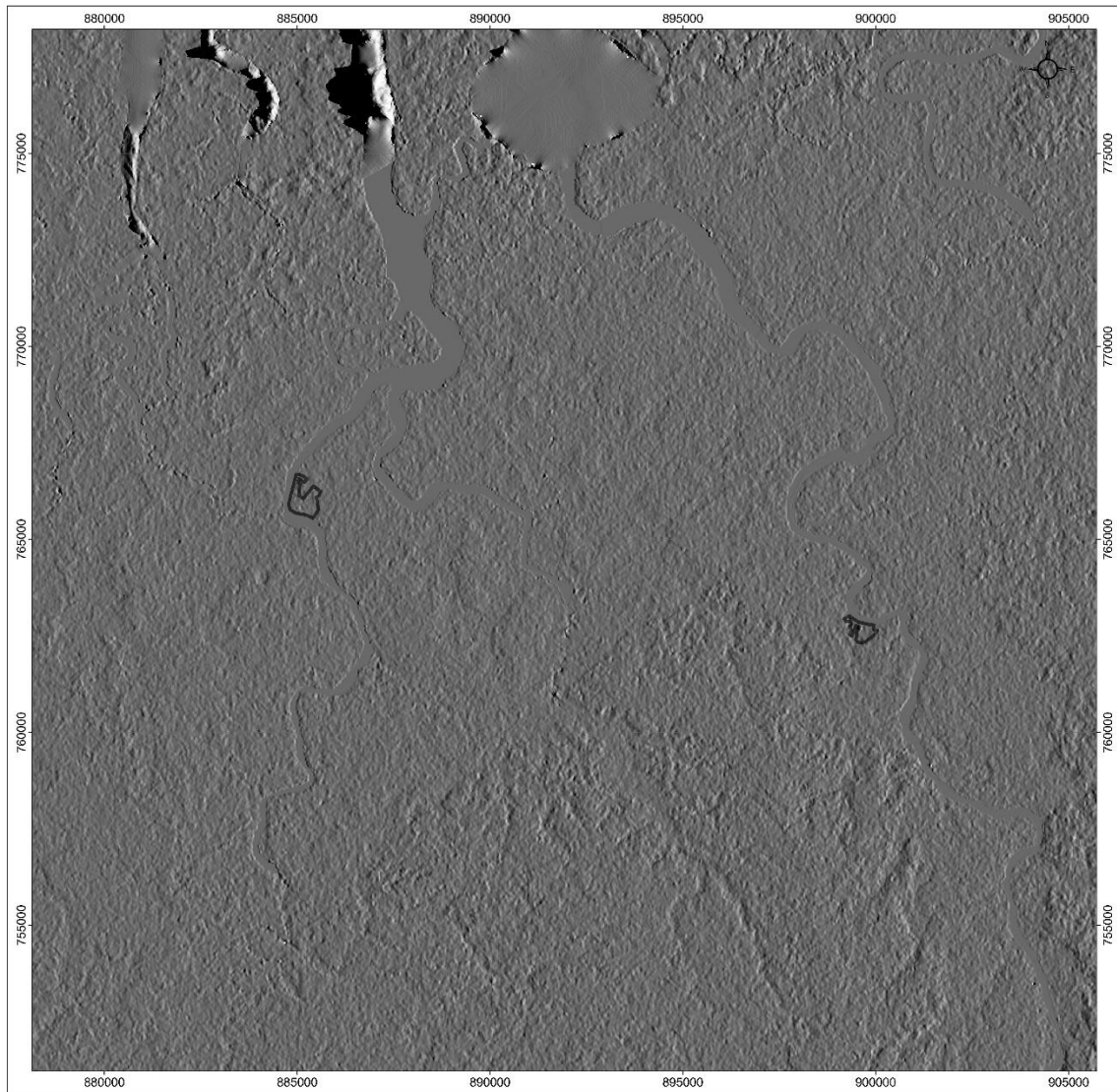
Sistema de Coordenadas: MAGNA Colombia Oeste  
 Proyección: Mercator Transversal  
 Datum: MAGNA  
 Meridiano Central: -77,0775  
 Latitud de Origen: 4,5962  
 Unidades: Metro



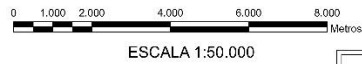
**Convenciones**

	Casco Urbano
<b>Clasificación pendiente IGAC</b>	
	A
	B
	C
	D
	E
	F
	G

Anexo 3



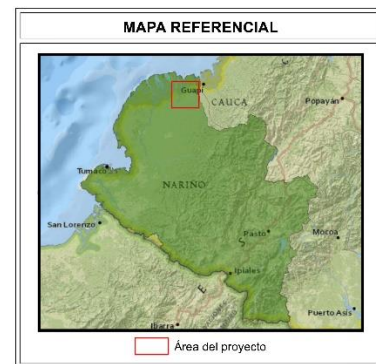
 <b>UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA</b> FACULTAD DE INGENIERIA INGENIERIA CIVIL	
EL CHARCO - SANTA BÁRBARA ISCUANDÉ MODELO DE SOMBRAS	
Fecha: 15-09-2021	Mapa No: 03
Elaboración: Juan Andres Linares Briceño	Departamento: Nariño



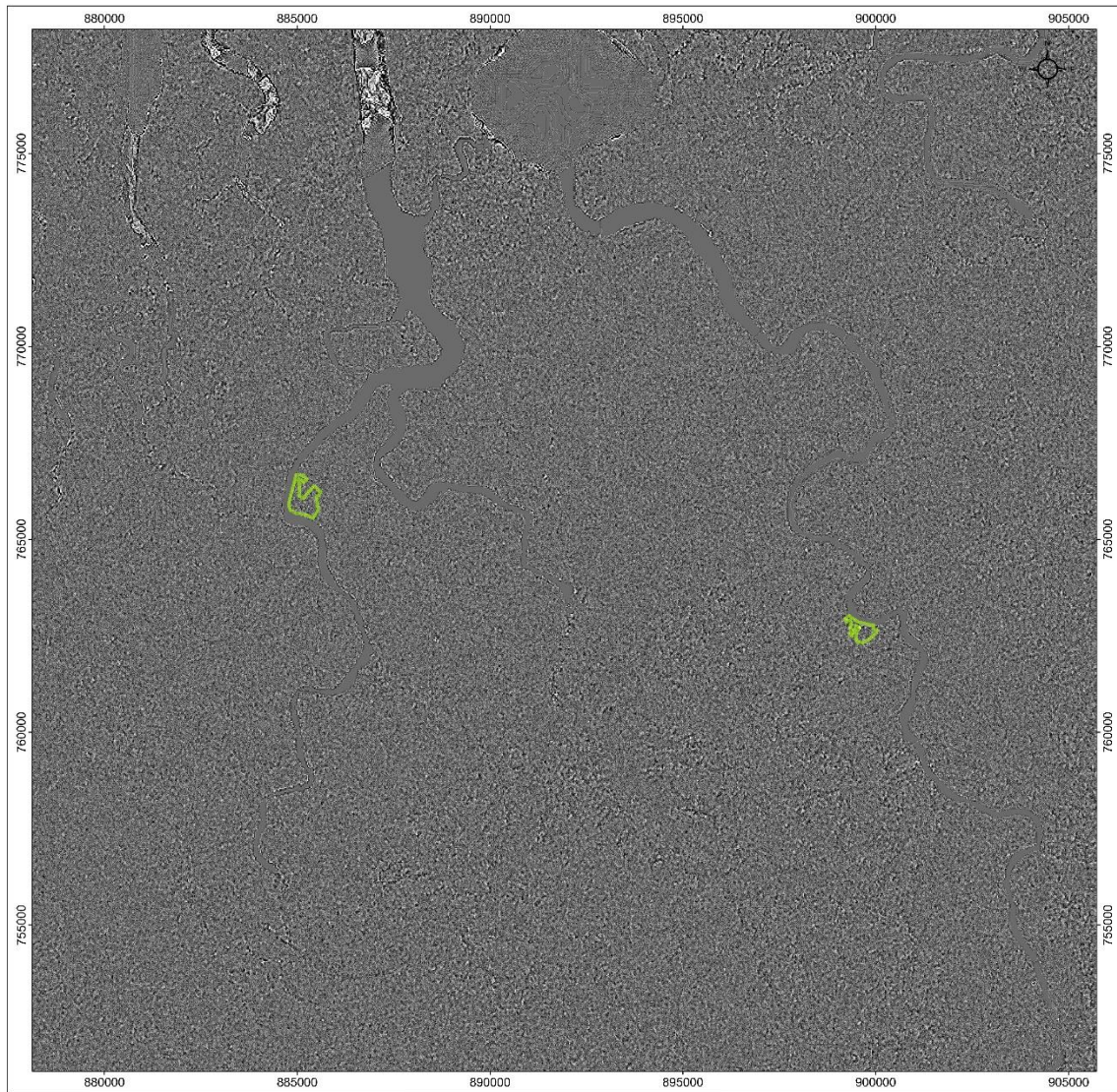
**FUENTE DE DATOS GEOGRAFICOS**  
 Dataset: ASF DAAC 2015, ALOS PALSAR\_2692900  
 30\_RTC\_HI\_RES;  
 Includes Material ©JAXA/METI 2021.  
 Accessed through ASF DAAC (<https://asf.alaska.edu/>)  
 25 August 2021.  
 DOI: <https://doi.org/10.5067/Z97HFCNKR6VA>

Sistema de Coordenadas: MAGNA Colombia Oeste  
 Proyección: Mercator Transversal  
 Datum: MAGNA  
 Meridiano Central: -77,0775  
 Latitud de Origen: 4,5962  
 Unidades: Metro

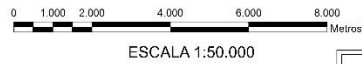
Convenciones	
	Casco Urbano
<b>Valor</b>	
	Alto : 254
	Bajo : 0



Anexo 4



 <b>UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA</b> FACULTAD DE INGENIERIA INGENIERIA CIVIL	
<b>EL CHARCO - SANTA BÁRBARA ISCUANDÉ</b> MODELO CURVATURA	
Fecha: 15-09-2021	Mapa No: 04
Elaboración: Juan Andres Linares Briceño	Departamento: Nariño

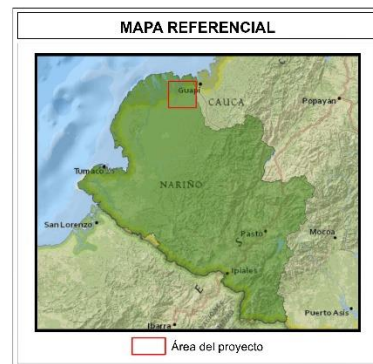


**FUENTE DE DATOS GEOGRAFICOS**

Dataset: ASF DAAC 2015, ALOS PALSAR 2692900  
 30\_RTC\_HI\_RES;  
 Includes Material ©JAXA/METI 2021.  
 Accessed through ASF DAAC (<https://asf.alaska.edu/>)  
 25 August 2021.  
 DOI: <https://doi.org/10.5067/Z97HFCNKR6VA>

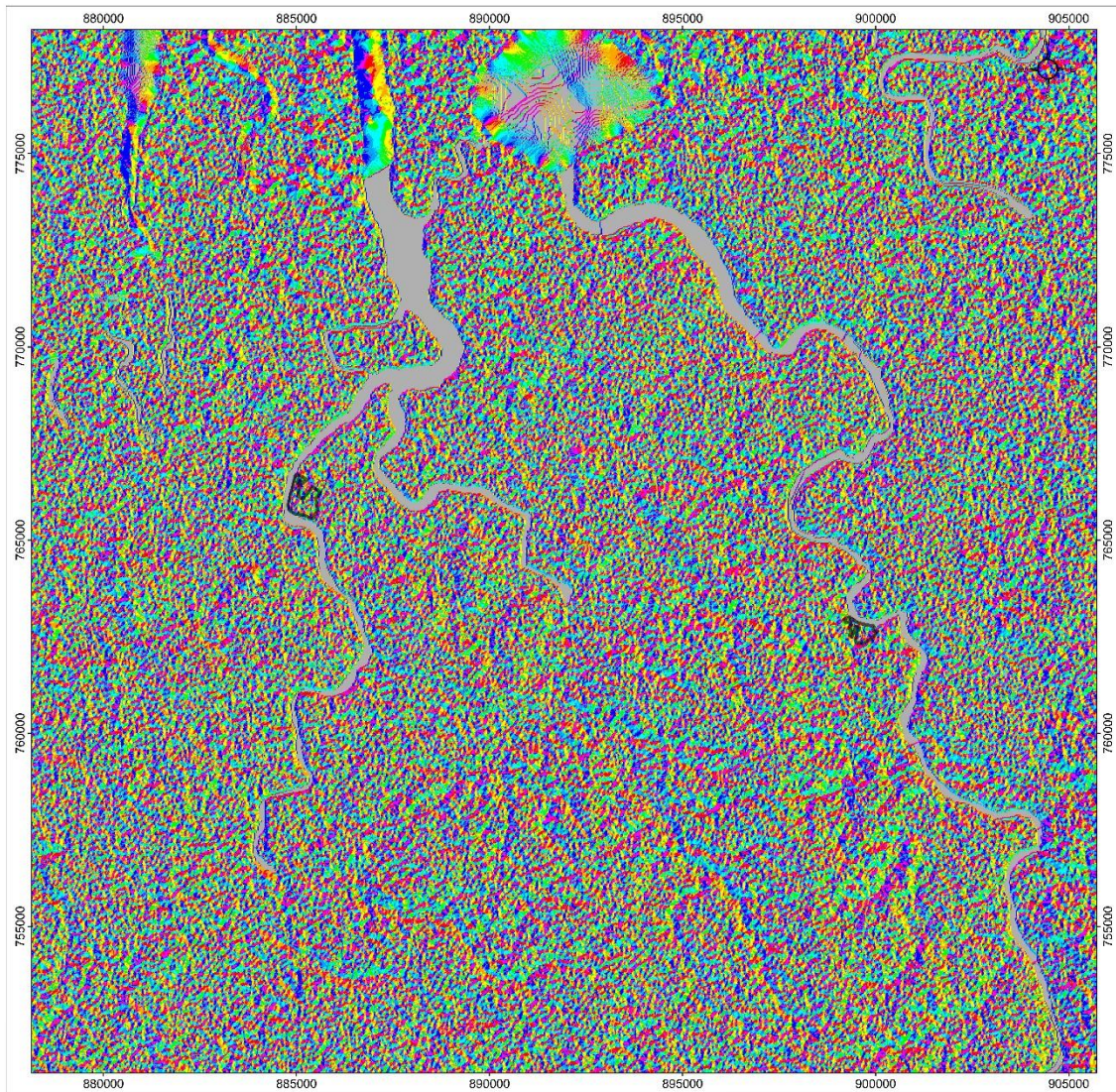
Sistema de Coordenadas: MAGNA Colombia Oeste  
 Proyección: Mercator Transversal  
 Datum: MAGNA  
 Meridiano Central: -77,0775  
 Latitud de Origen: 4,5962  
 Unidades: Metro

Convenciones	
	Casco Urbano
<b>Valor</b>	
	Alta : 133,12
	Baja : -62,08





Anexo 5





 <b>UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA</b> FACULTAD DE INGENIERIA INGENIERIA CIVIL	
<b>EL CHARCO - SANTA BÁRBARA ISCUANDÉ</b> MODELO ASPECTO	
Fecha: 15-09-2021	Mapa No: 05
Elaboración: Juan Andres Linares Briceño	Departamento: Nariño



**FUENTE DE DATOS GEOGRAFICOS**

Dataset: ASF DAAC 2015, ALOS PALSAR 2692900  
 30\_RTC\_HI\_RES  
 Includes Material @JAXA/METI 2021.  
 Accessed through ASF DAAC (<https://asf.alaska.edu>)  
 25 August 2021.  
 DOI: <https://doi.org/10.5067/297HFCNKR6VA>

Sistema de Coordenadas: MAGNA Colombia Oeste  
 Proyección: Mercator Transversal  
 Datum: MAGNA  
 Meridiano Central: -77.0775  
 Latitud de Origen: 4.5962  
 Unidades: Metro



Convenciones	
	Casco Urbano
	Plano (-1)
	Norte (0-22.5)
	Noreste (22.5-67.5)
	Este (67.5-112.5)
	Sureste (112.5-157.5)
	Sur (157.5-202.5)
	Suroccidente (202.5-247.5)
	Oeste (247.5-292.5)
	Noroeste (292.5-337.5)
	Norte (337.5-360)



Anexo 6



 <b>UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA</b> FACULTAD DE INGENIERIA INGENIERIA CIVIL	
<b>EL CHARCO - SANTA BÁRBARA ISCUANDÉ</b> <b>CURVAS DE NIVEL</b>	
<b>Fecha:</b> 15-09-2021	<b>Mapa No:</b> 06
<b>Elaboración:</b> Juan Andres Linares Briceño	<b>Departamento:</b> Nariño

Convenciones	
	Casco Urbano
	Curva de nivel



ESCALA 1:50.000

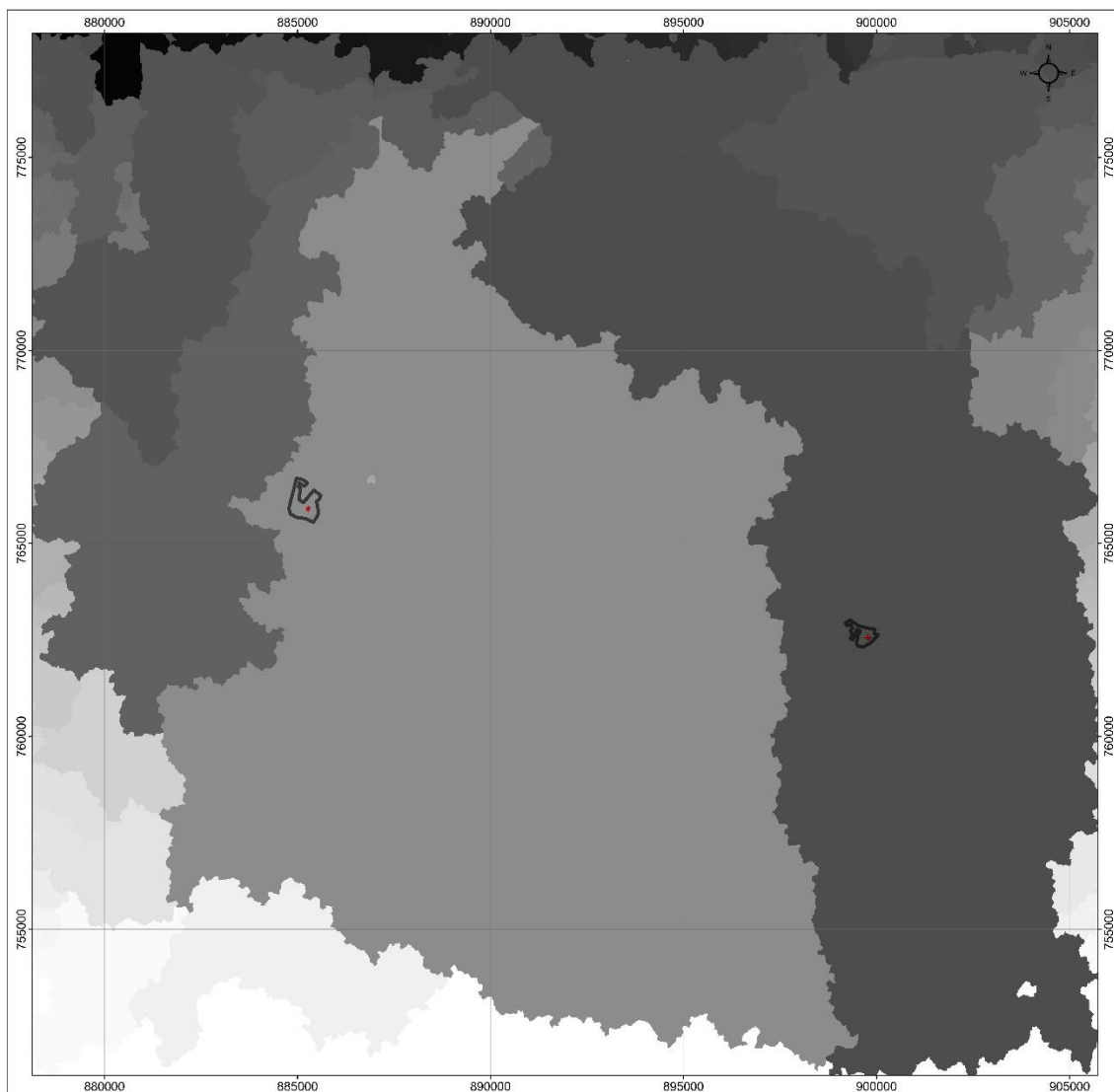
**FUENTE DE DATOS GEOGRAFICOS**

Dataset: ASF DAAC 2015, ALOS\_PALSAR\_2692900  
 30\_RTC\_HI\_RES;  
 Includes Material ©JAXA/METI 2021.  
 Accessed through ASF DAAC [https://asf.alaska.edu]  
 25 August 2021.  
 DOI: https://doi.org/10.5067/237HFCNKR6VA

Sistema de Coordenadas: MAGNA Colombia Oeste  
 Proyección: Mercator Transversal  
 Datum: MAGNA  
 Meridiano Central: -77,0775  
 Latitud de Origen: 4,5962  
 Unidades: Metro



Anexo 7



 UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA FACULTAD DE INGENIERIA INGENIERIA CIVIL	
EL CHARCO - SANTA BÁRBARA ISCUANDÉ SISTEMA HÍDRICO	
Fecha: 15-09-2021	Mapa No: 07
Elaboración: Juan Andres Linares Briceño	Departamento: Nariño



**FUENTE DE DATOS GEOGRAFICOS**

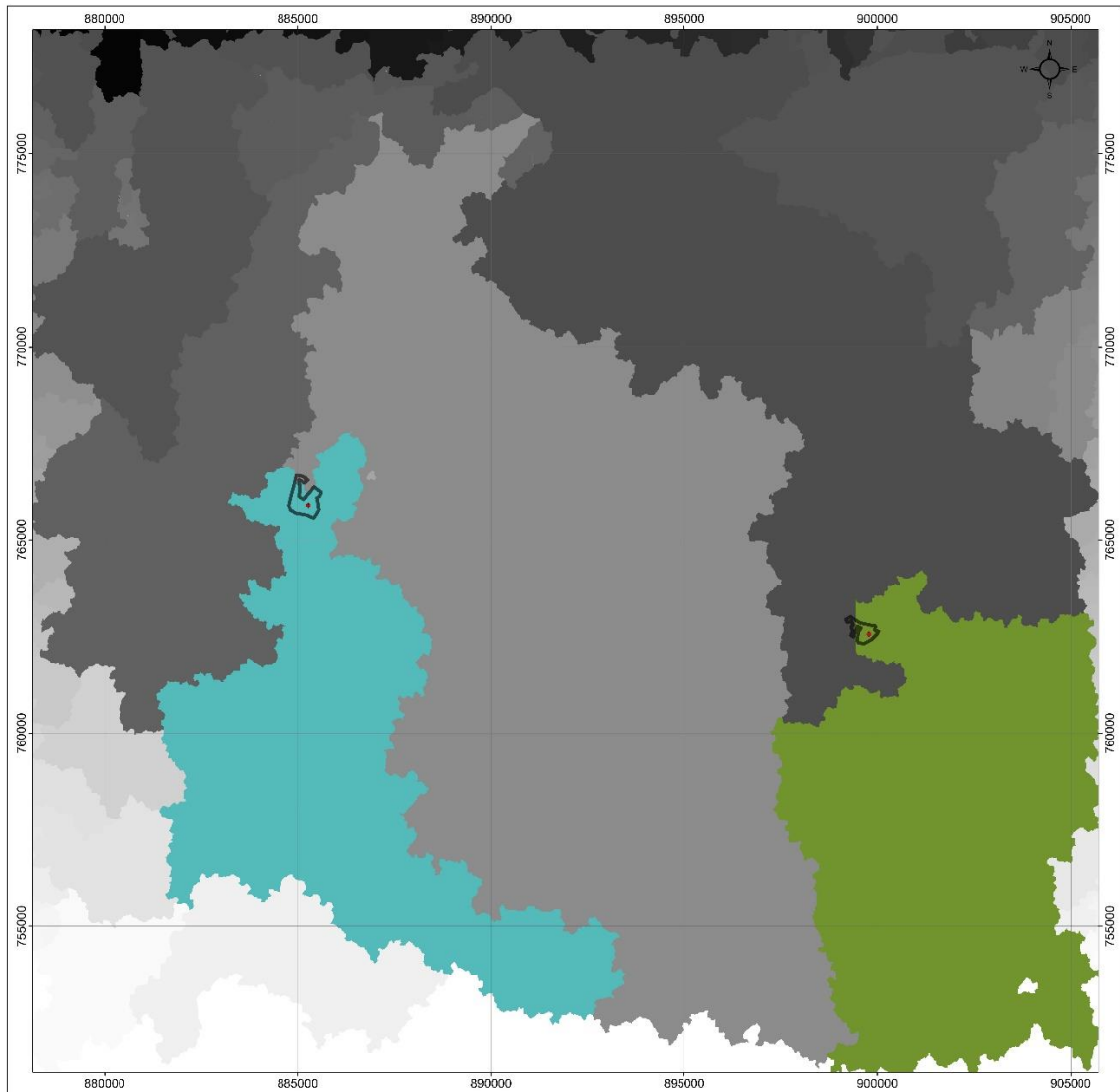
Dataset: ASF DAAC 2015, ALOS\_PALSAR\_2692900  
 30\_RTC\_HI\_RES;  
 Includes Material: GJAKA/NETI 2021,  
 Accessed through ASF DAAC (<https://asf.alaska.edu/>)  
 25 August 2021.  
 DOI: <https://doi.org/10.5067/297HFCNKR6VA>

Sistema de Coordenadas: MAGNA Colombia Oeste  
 Proyección: Mercator Transversal  
 Datum: MAGNA  
 Meridiano Central: -77,0775  
 Latitud de Origen: 4,5962  
 Unidades: Metro

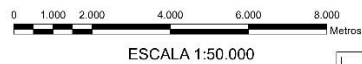
Convenciones	
	Casco Urbano
	Punto de fluidez
Cuenca hidrográfica	
	División cuencas



Anexo 8



 <b>UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA</b> FACULTAD DE INGENIERIA INGENIERIA CIVIL	
<b>EL CHARCO - SANTA BÁRBARA ISCUANDÉ</b> SISTEMA HÍDRICO	
Fecha: 15-09-2021	Mapa No: 08
Elaboración: Juan Andres Linares Briceño	Departamento: Nariño



**FUENTE DE DATOS GEOGRAFICOS**

Dataset: ASF DAAC 2015, ALOS\_PALSAR\_2692900  
 30\_RTC\_HI\_RES;  
 Includes Material ©JAXA/METI 2021,  
 Accessed through ASF DAAC (<https://asf.alaska.edu/>)  
 25 August 2021.  
 DOI: <https://doi.org/10.5067/297HFCNKR6VA>

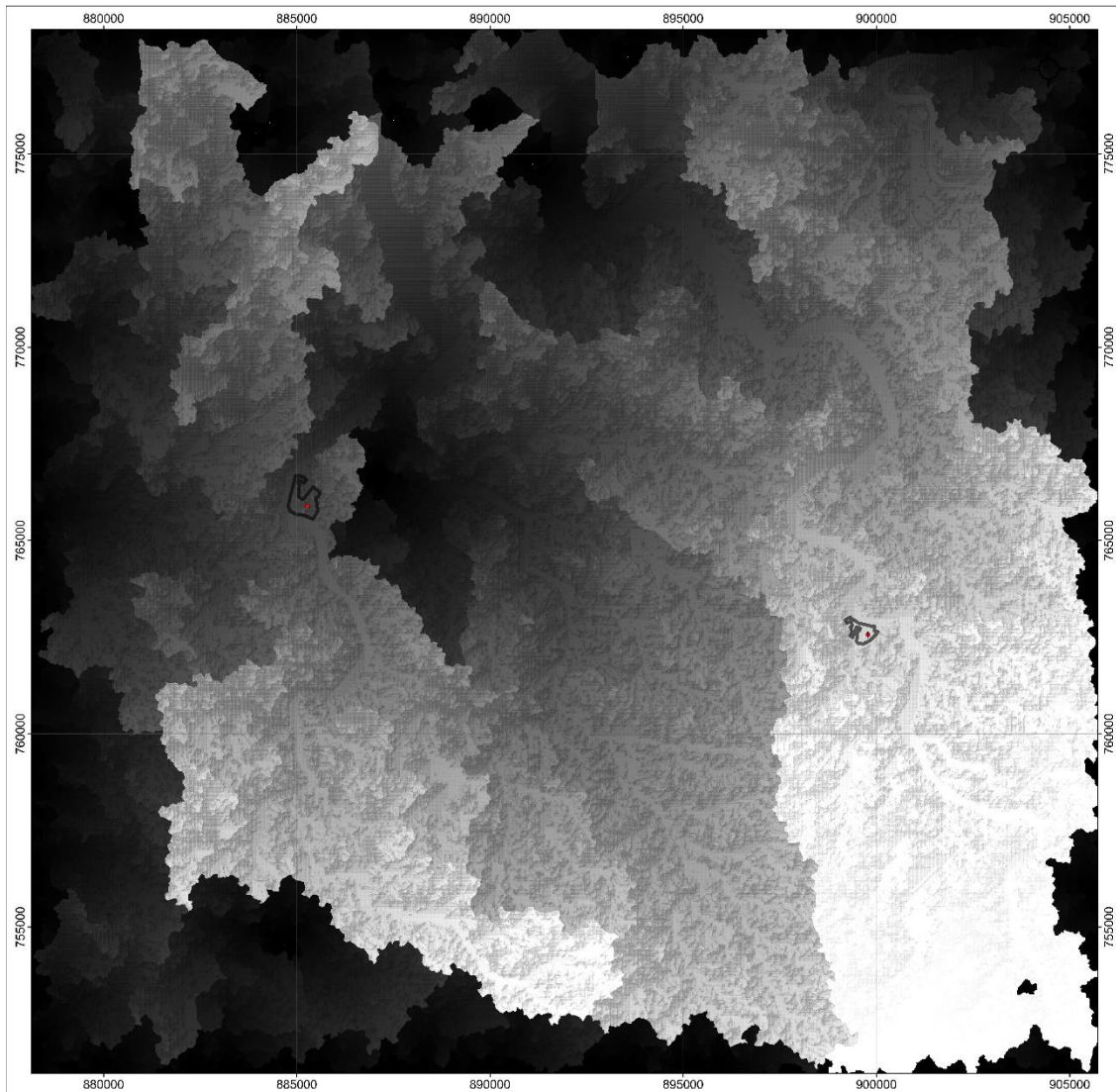
Sistema de Coordenadas: MAGNA Colombia Oeste  
 Proyección: Mercator Transversal  
 Datum: MAGNA  
 Meridiano Central: -77,0775  
 Latitud de Origen: 4,5962  
 Unidades: Metro



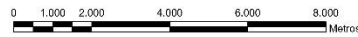
**Convenciones**

	Casco Urbano
	Punto de fluidez
<b>Cuenca hidrográfica</b>	
	División cuencas
	Cuenca contribuyente El Charco
	Cuenca contribuyente Santa Bárbara

Anexo 9



 UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA FACULTAD DE INGENIERIA INGENIERIA CIVIL	
EL CHARCO - SANTA BÁRBARA ISCUANDÉ SISTEMA HÍDRICO	
Fecha: 15-09-2021	Mapa No: 09
Elaboración: Juan Andres Linares Briceño	Departamento: Nariño

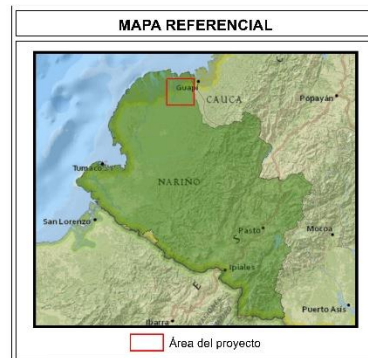


ESCALA 1:50.000

**FUENTE DE DATOS GEOGRAFICOS**

Dataset: ASF DAAC 2015, ALOS PALSAR 2692900  
 30\_RTC\_HI\_RES  
 Includes Material ©JAXA/METI 2021.  
 Accessed through ASF DAAC [https://asf.alaska.edu]  
 25 August 2021.  
 DOI: https://doi.org/10.5067/297HFCNKR6VA

Sistema de Coordenadas: MAGNA Colombia Oeste  
 Proyección: Mercator Transversal  
 Datum: MAGNA  
 Meridiano Central: -77.0775  
 Latitud de Origen: 4.5962  
 Unidades: Metro

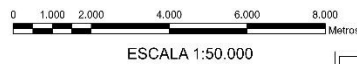


Convenciones	
	Casco Urbano
	Punto de fluidez
Longitud del flujo aguas abajo	
Valor	
	Alto : 40255,7
	Bajo : 0

Anexo 10





 <b>UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA</b> FACULTAD DE INGENIERIA INGENIERIA CIVIL	
<b>EL CHARCO - SANTA BÁRBARA ISCUANDÉ</b> SISTEMA HIDRICO	
Fecha: 15-09-2021	Mapa No: 10
Elaboración: Juan Andres Linares Briceño	Departamento: Nariño



**FUENTE DE DATOS GEOGRAFICOS**

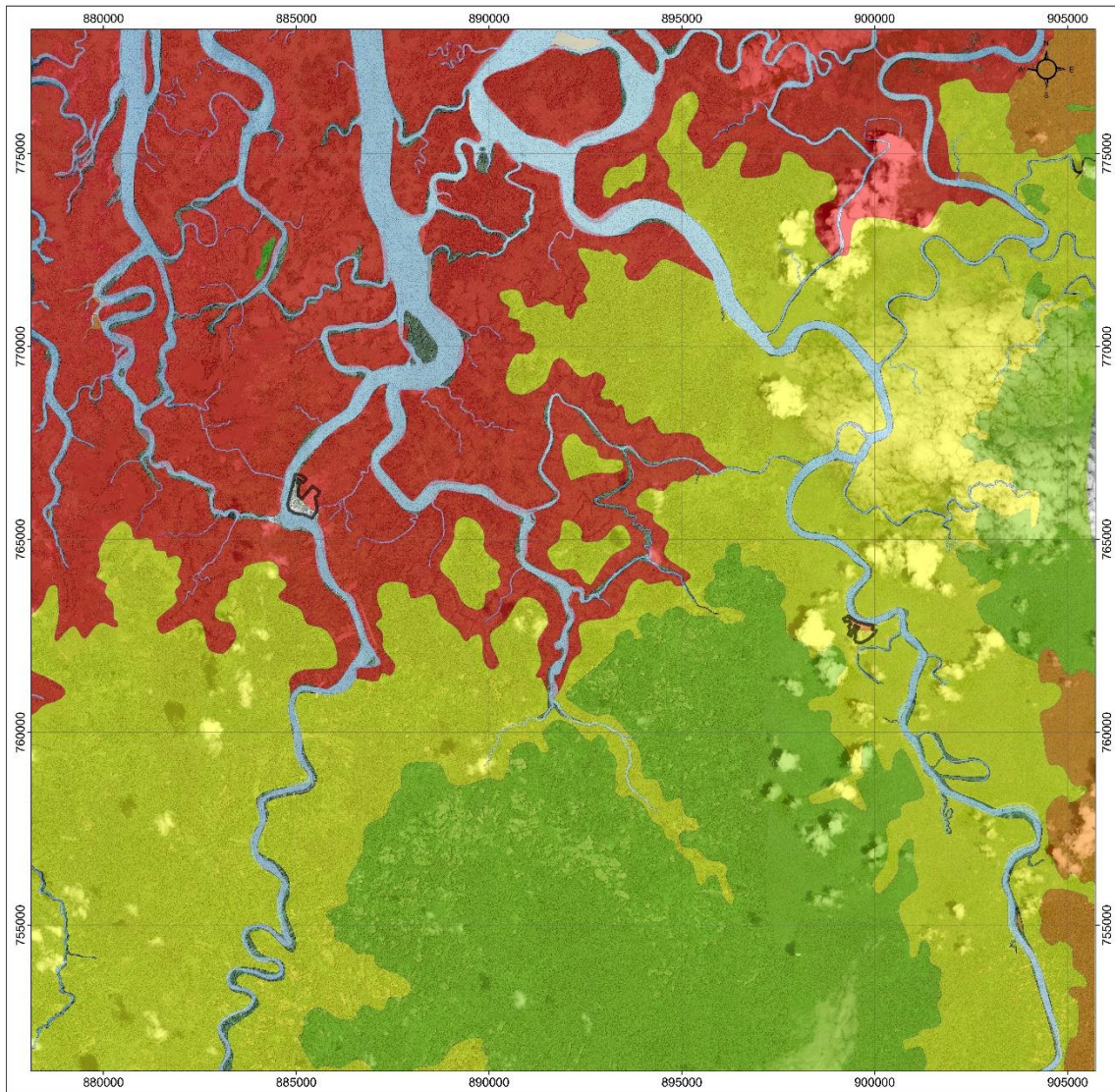
Dataset: ASF DAAC 2015, ALOS PALSAR 2692900  
 30\_RTC\_HI\_RES  
 Includes Material ©JAXA/METI 2021.  
 Accessed through ASF DAAC (<https://asf.alaska.edu>)  
 25 August 2021.  
 DOI: <https://doi.org/10.5067/297HFCNKR6VA>



<b>Convenciones</b>	
	Casco Urbano
	Punto de fluidez
<b>Jerarquía drenajes</b>	
	1
	2
	3
	4
	5
	6

Sistema de Coordenadas: MAGNA Colombia Oeste  
 Proyección: Mercator Transversal  
 Datum: MAGNA  
 Meridiano Central: -77,0775  
 Latitud de Origen: 4,5962  
 Unidades: Metro

Anexo 11



 <b>UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA</b> FACULTAD DE INGENIERIA INGENIERIA CIVIL	
EL CHARCO - SANTA BÁRBARA ISCUANDÉ MAPA OFERTA	
Fecha: 15-09-2021	Mapa No: 11
Elaboración: Juan Andres Linares Briceño	Departamento: Nariño

Convenciones	
	Casco Urbano
	Drenaje Doble
Oferta	
	Alta
	Media alta
	Media
	Media Baja
	Baja

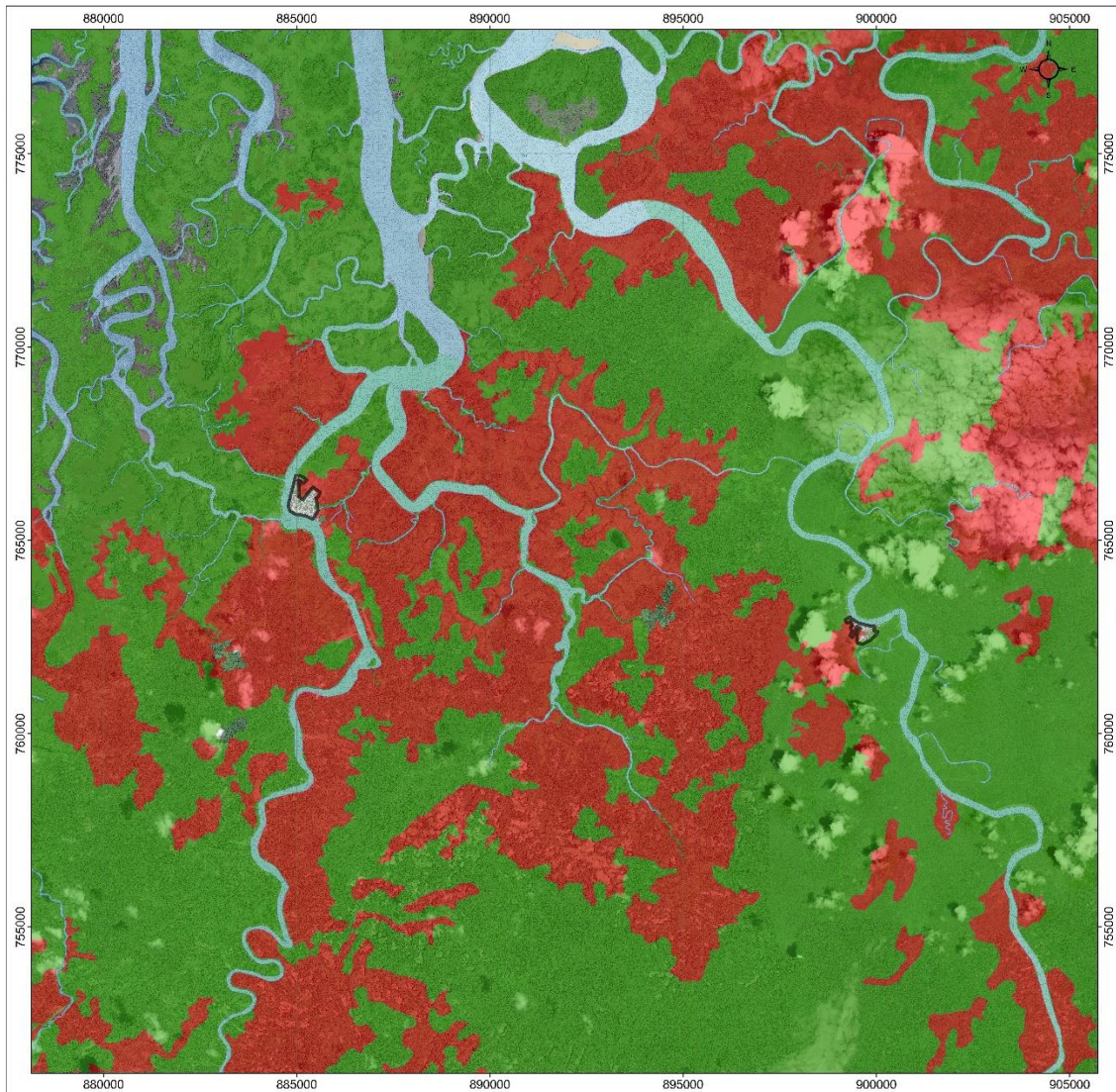


FUENTE DE DATOS GEOGRAFICOS
Cobertura Tierras Escala 1:100.000 Datos Abiertos Biodiversidad Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas (SINCHI) 2021

Sistema de Coordenadas: MAGNA Colombia Oeste  
 Proyección: Mercator Transversal  
 Datum: MAGNA  
 Meridiano Central: -77,0775  
 Latitud de Origen: 4,5962  
 Unidades: Metro



Anexo 12



 <b>UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA</b> FACULTAD DE INGENIERIA INGENIERIA CIVIL	
<b>EL CHARCO - SANTA BÁRBARA ISCUANDÉ</b> <b>MAPA DEMANDA</b>	
Fecha: 15-09-2021	Mapa No: 12
Elaboración: Juan Andres Linares Briceño	Departamento: Nariño



**FUENTE DE DATOS GEOGRAFICOS**

Cobertura Tierras Escala 1:100.000  
 Datos Abiertos Biodiversidad  
 Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas (SINCHI)  
 2021

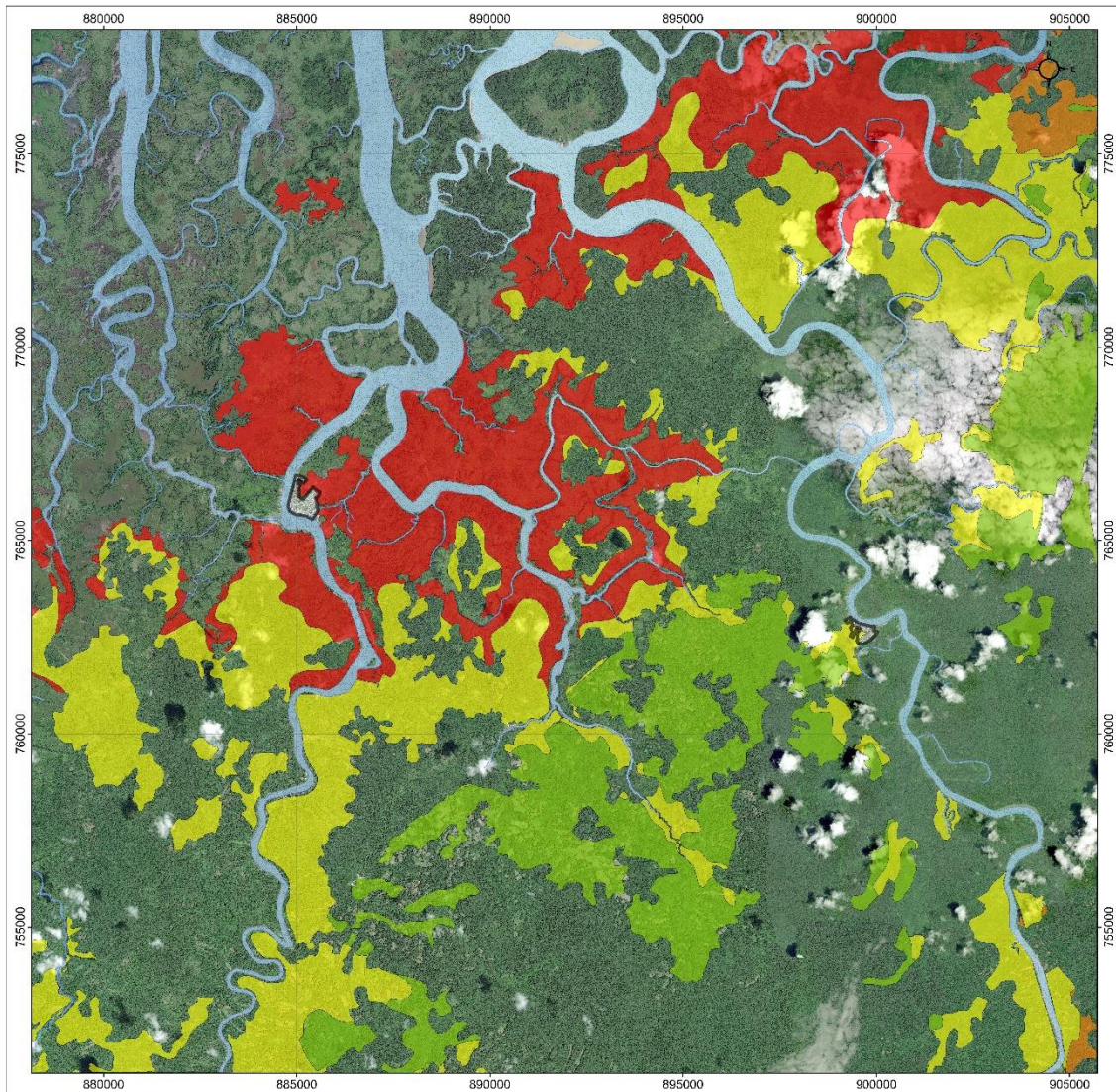
Sistema de Coordenadas: MAGNA Colombia Oeste  
 Proyección: Mercator Transversal  
 Datum: MAGNA  
 Meridiano Central: -77,0775  
 Latitud de Origen: 4,5962  
 Unidades: Metro

Convenciones	
	Casco Urbano
	Drenaje Doble
Demanda	
	Baja
	Alta

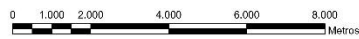




Anexo 13



 <b>UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA</b> FACULTAD DE INGENIERIA INGENIERIA CIVIL	
EL CHARCO - SANTA BÁRBARA ICUANDÉ MAPA CONFLICTOS SOCIOAMBIENTALES	
Fecha: 15-09-2021	Mapa No: 13
Elaboración: Juan Andres Linares Briceño	Departamento: Nariño



ESCALA 1:50.000

**FUENTE DE DATOS GEOGRAFICOS**

Cobertura Tierras Escala 1:100.000  
 Datos Abiertos Biodiversidad  
 Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas (SINCHI)  
 2021

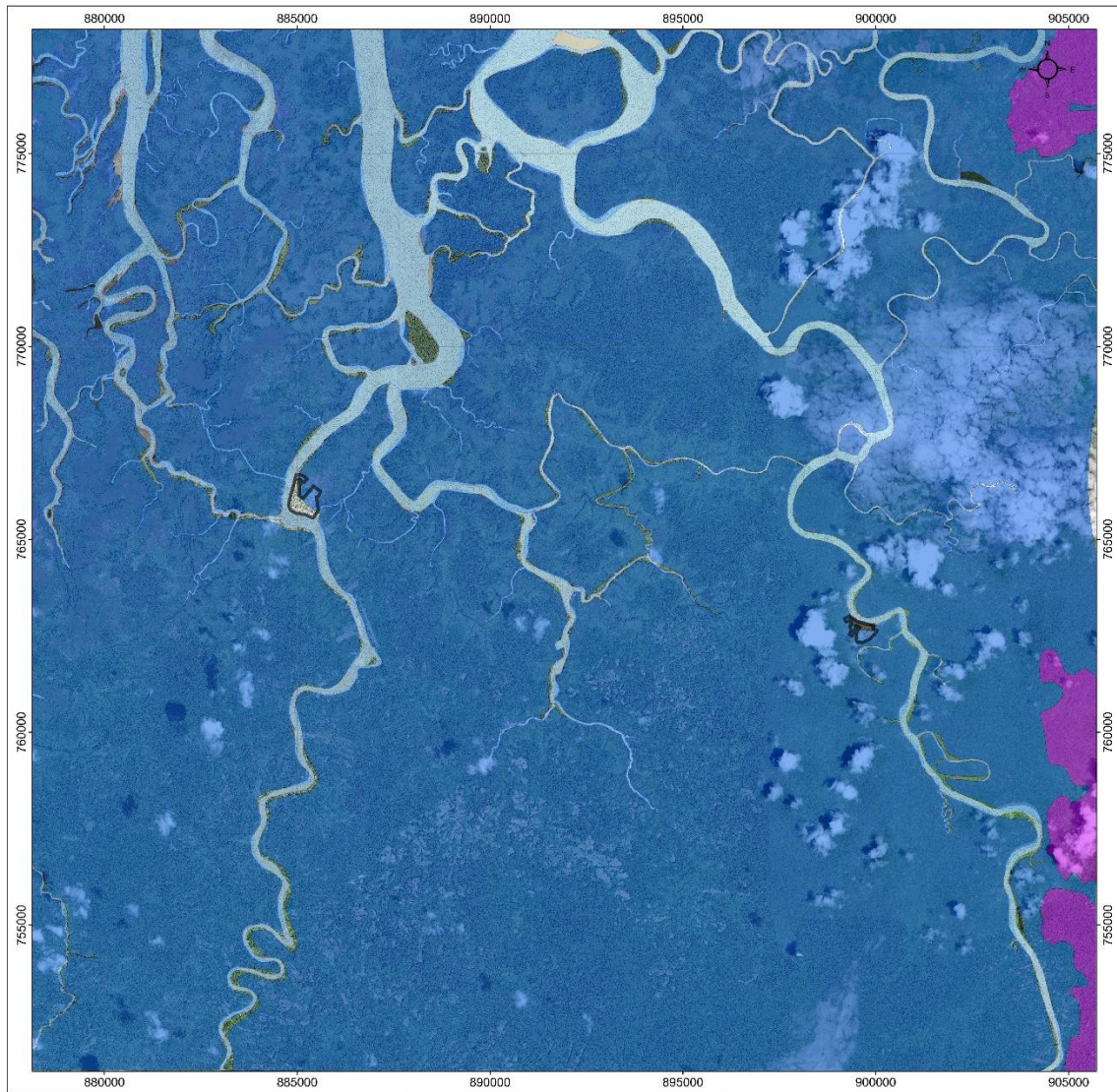
Sistema de Coordenadas: MAGNA Colombia Oeste  
 Proyección: Mercator Transversal  
 Datum: MAGNA  
 Meridiano Central: -77.0775  
 Latitud de Origen: 4.5962  
 Unidades: Metro

**MAPA REFERENCIAL**

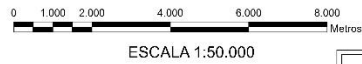


Convenciones			
	Casco Urbano		Drenaje Doble
Conflicto			
	Medio		Alto
	Medio alto		Muy Alto

Anexo 14



 <b>UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA</b> FACULTAD DE INGENIERIA INGENIERIA CIVIL	
<b>EL CHARCO - SANTA BÁRBARA ISCUANDÉ</b> MAPA AMENAZA CLIMÁTICA	
Fecha: 15-09-2021	Mapa No: 14
Elaboración: Juan Andres Linares Briceño	Departamento: Nariño



**FUENTE DE DATOS GEOGRAFICOS**

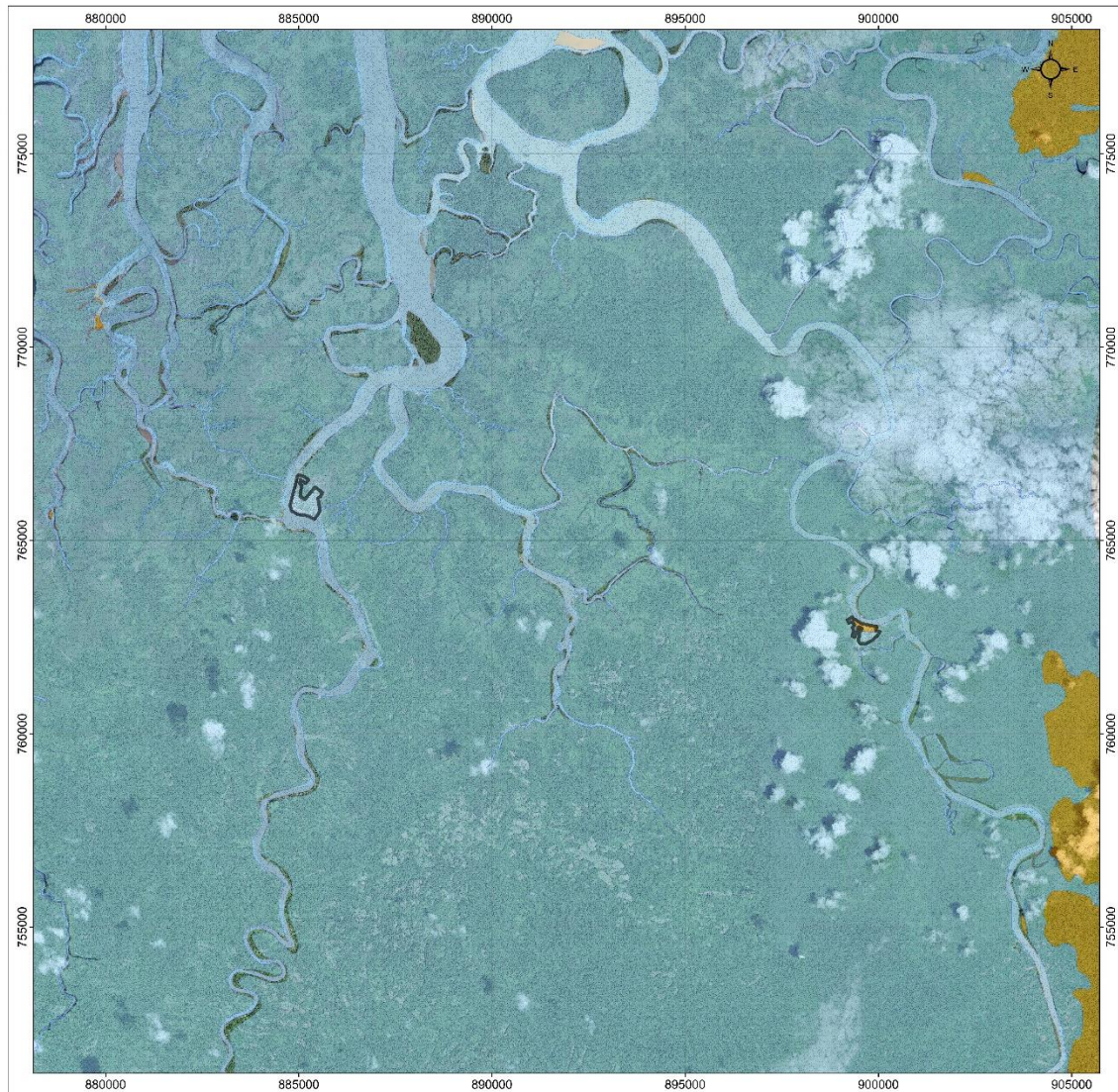
Cobertura Tierras Escala 1:100.000  
 Datos Abiertos Biodiversidad  
 Instituto Amazonico de Investigaciones Cientificas (SINCHI)  
 2021

Sistema de Coordenadas: MAGNA Colombia Oeste  
 Proyección: Mercator Transversal  
 Datum: MAGNA  
 Meridiano Central: -77,0775  
 Latitud de Origen: 4,5962  
 Unidades: Metro

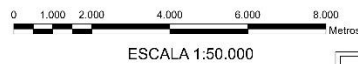
Convenciones	
	Casco Urbano
	Drenaje Doble
Amenaza climática	
	Tormentas
	Tormentas Eléctricas



Anexo 15



 <b>UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA</b> FACULTAD DE INGENIERIA INGENIERIA CIVIL	
<b>EL CHARCO - SANTA BÁRBARA ISCUANDÉ</b> <b>MAPA AMENAZA GEOMORFOLÓGICA</b>	
Fecha: 15-09-2021	Mapa No: 15
Elaboración: Juan Andrés Linares Briceño	Departamento: Nariño




**FUENTE DE DATOS GEOGRAFICOS**

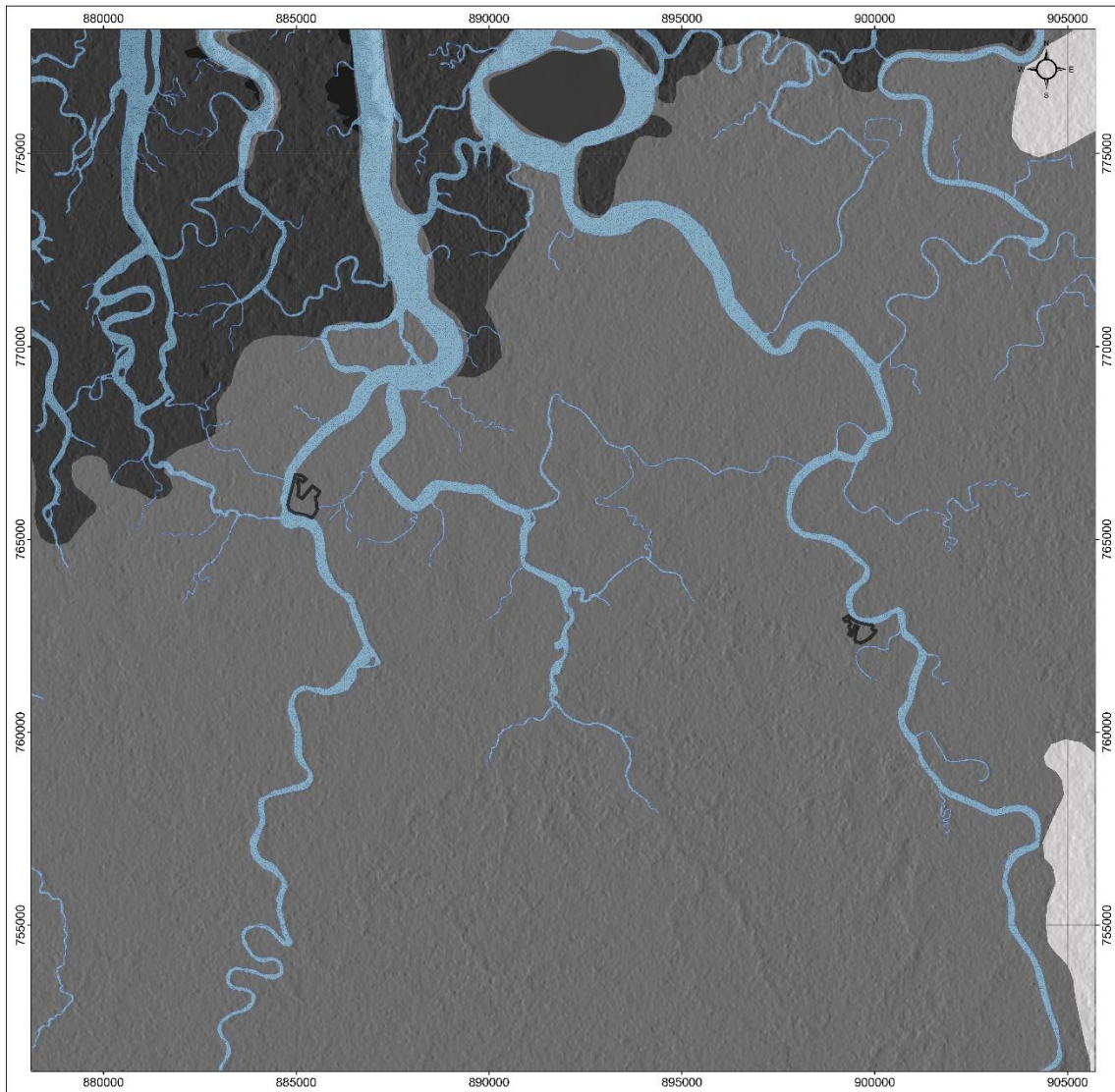
Cobertura Tierras Escala 1:100.000  
 Datos Abiertos Biodiversidad  
 Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas (SINCHI)  
 2021

Sistema de Coordenadas: MAGNA Colombia Oeste  
 Proyección: Mercator Transversal  
 Datum: MAGNA  
 Meridiano Central: -77,0775  
 Latitud de Origen: 4,5962  
 Unidades: Metro



Convenciones	
	Casco Urbano
	Drenaje Doble
Amenaza geomorfológica	
	Muy alta (Avenidas Torrenciales)
	Muy alta (Inundación)

Anexo 16








 UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA FACULTAD DE INGENIERIA INGENIERIA CIVIL	
EL CHARCO - SANTA BÁRBARA ISCUANDÉ UNIDADES CRONOESTRATIGRAFICAS	
Fecha: 15-09-2021	Mapa No: 16
Elaboración: Juan Andres Linares Briceño	Departamento: Nariño



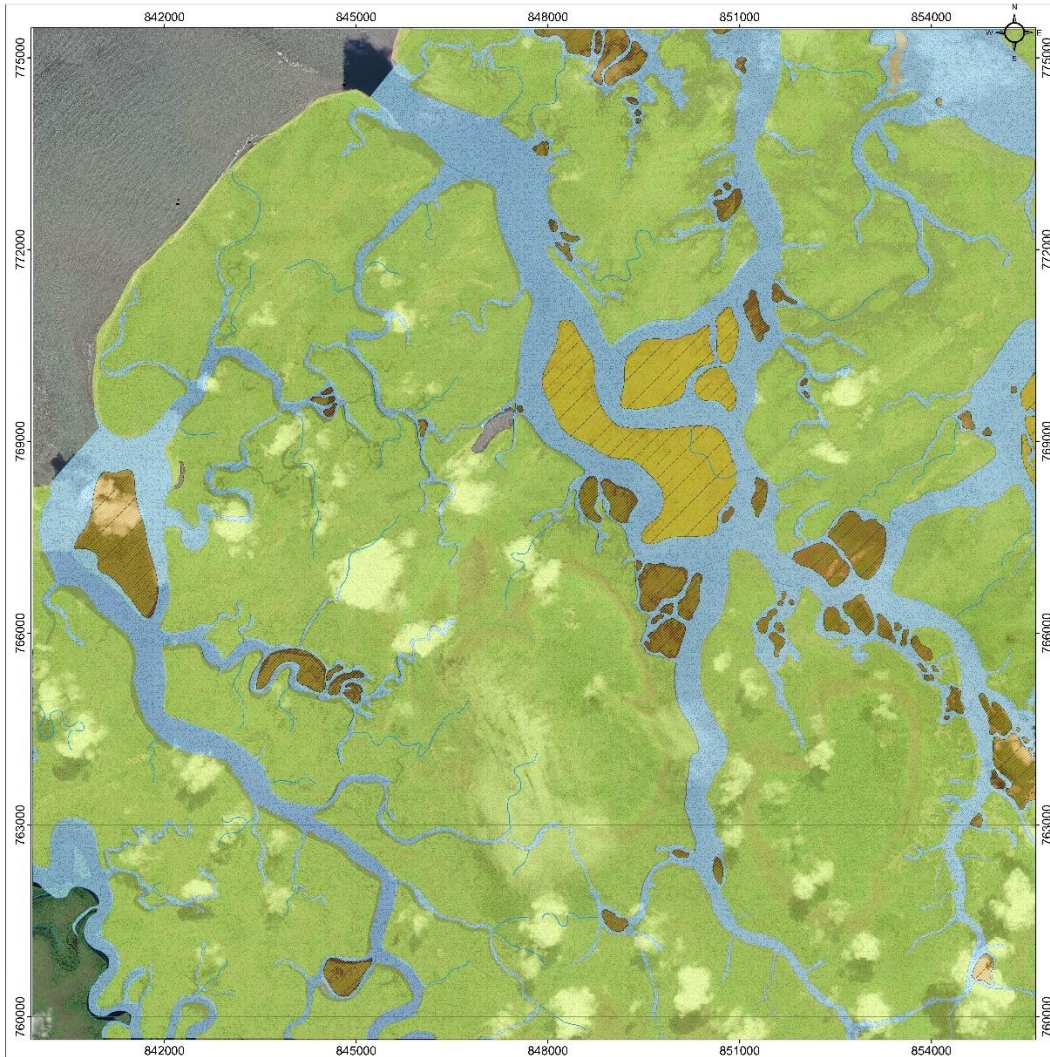
FUENTE DE DATOS GEOGRAFICOS
Cobertura Tierras Escala 1:100.000 Datos Abiertos Biodiversidad Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas (SINCHI) 2021

Sistema de Coordenadas: MAGNA Colombia Oeste  
 Proyección: Mercator Transversal  
 Datum: MAGNA  
 Meridiano Central: -77,0775  
 Latitud de Origen: 4,5962  
 Unidades: Metro

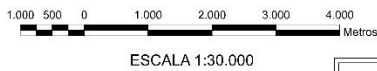
Convenciones	
	Casco Urbano
	Drenaje Doble
Cronoestratigrafia	
	Cuatemaño
	Holoceno
	Plioceno



Anexo 17



 UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA FACULTAD DE INGENIERIA INGENIERIA CIVIL	
MOSQUERA MAPA BASE	
Fecha: 15-09-2021	Mapa No: 17
Elaboración: Juan Andres Linares Briceño	Departamento: Nariño



**FUENTE DE DATOS GEOGRAFICOS**

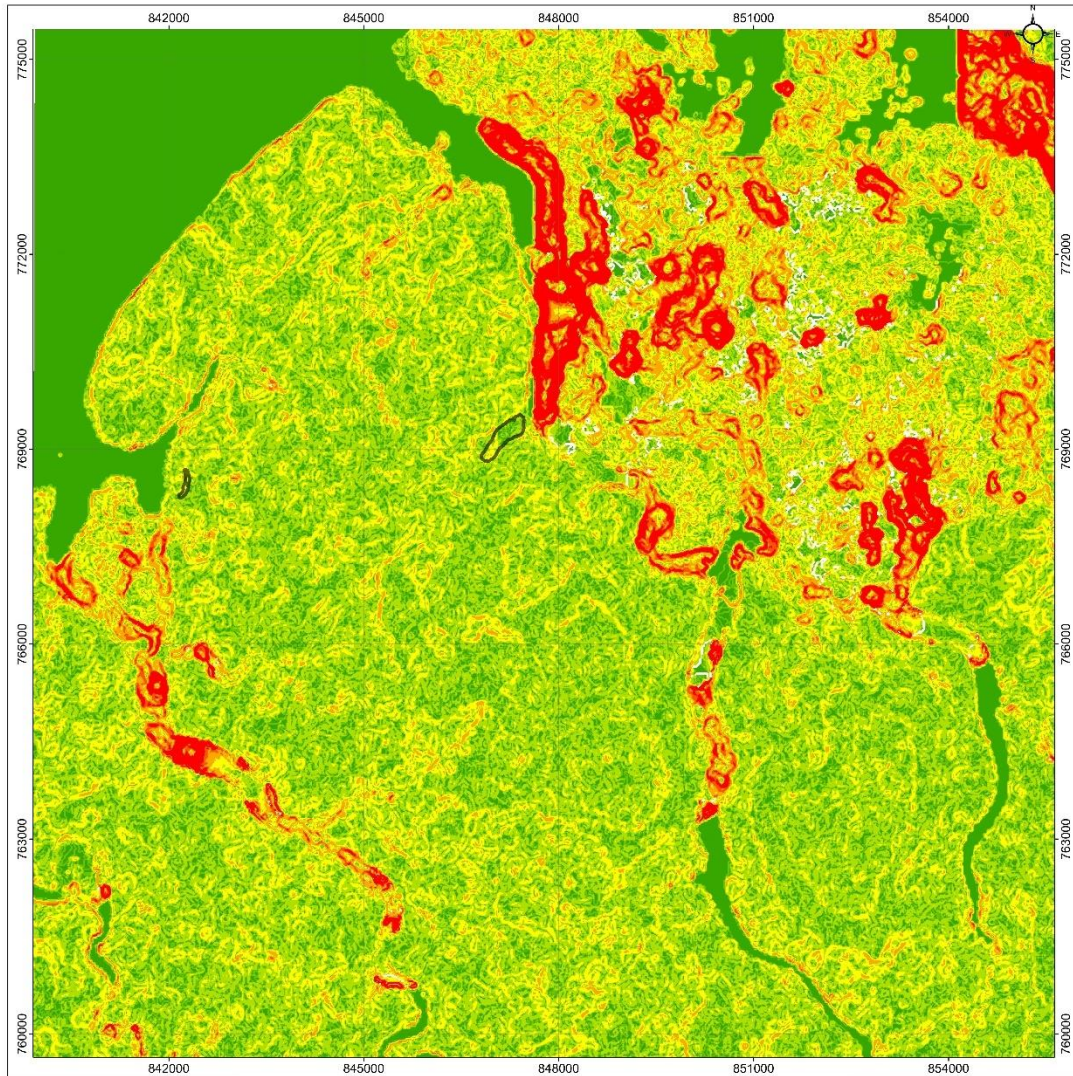
Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC)  
 Cartografía Base Escala 1:100.000  
 Datos Abiertos Geografía y Cartografía  
 Subdirección de Geografía y Cartografía  
 2021

Sistema de Coordenadas: MAGNA Colombia Oeste  
 Proyección: Mercator Transversal  
 Datum: MAGNA  
 Meridiano Central: -77,0775  
 Latitud de Origen: 4,5962  
 Unidades: Metro

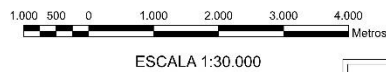
Convenciones	
	Costero Insular
	Drenaje Sencillo
	Casco Urbano
	Isla
	Manglar
	Banco Arena
	Drenaje Doble



Anexo 18



 <b>UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA</b> FACULTAD DE INGENIERIA INGENIERIA CIVIL	
<b>MOSQUERA</b> <b>MAPA PENDIENTE</b>	
Fecha: 15-09-2021	Mapa No: 18
Elaboración: Juan Andres Linares Briceño	Departamento: Nariño



**FUENTE DE DATOS GEOGRAFICOS**

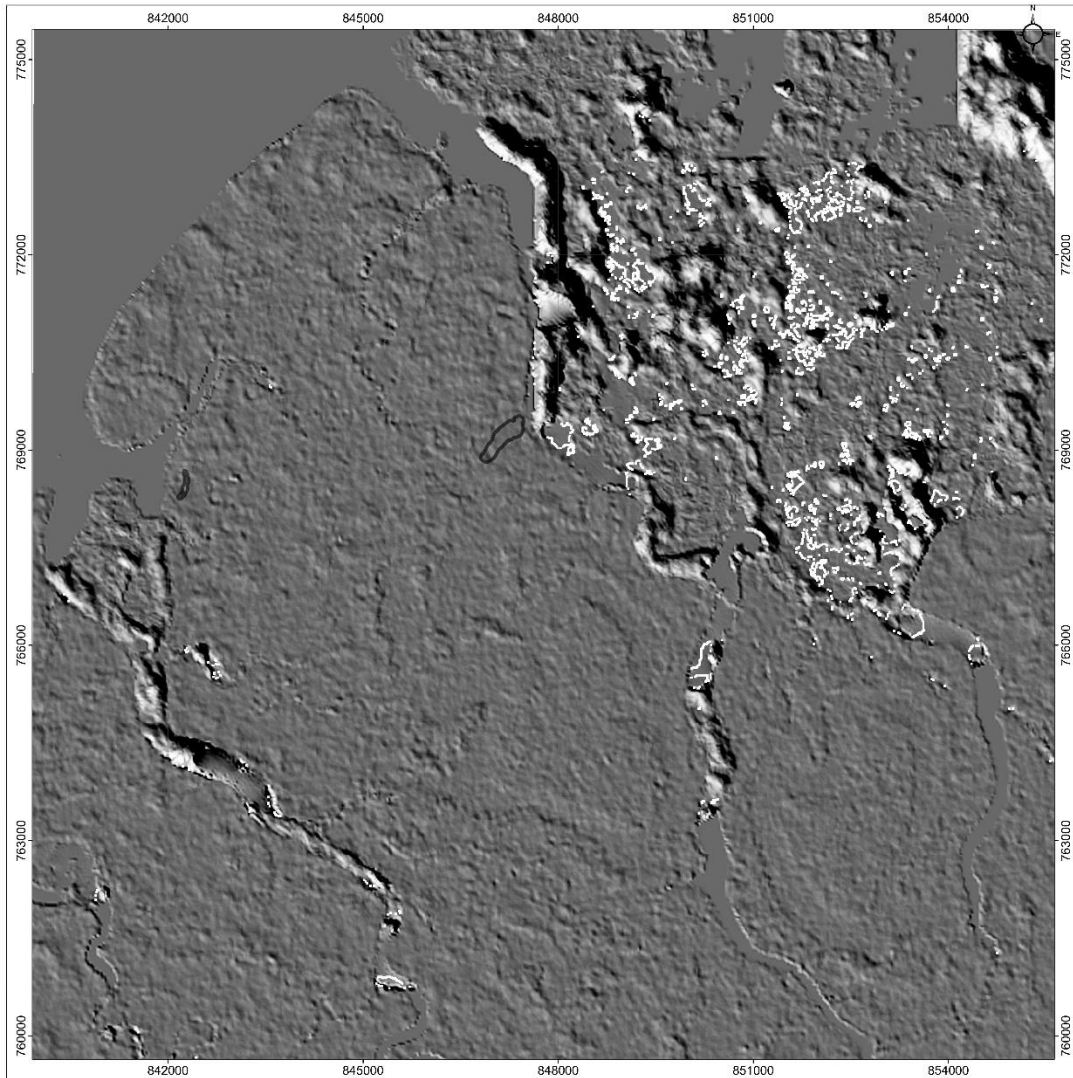
Dataset: ASF DAAC 2015, ALOS\_PALSAR\_AP\_26929\_  
 FBS\_F0030\_RTC\_HI\_RES;  
 Includes Material ©JAXA/METI 2021.  
 Accessed through ASF DAAC [https://asf.alaska.edu]  
 25 August 2021.  
 DOI: https://doi.org/10.5067/297HFCNKR8VA

Sistema de Coordenadas: MAGNA Colombia Oeste  
 Proyección: Mercator Transversal  
 Datum: MAGNA  
 Meridiano Central: -77.0775  
 Latitud de Origen: 4,5962  
 Unidades: Metro

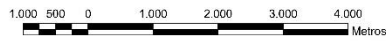


Convenciones	
 Casco Urbano	
Clasificación Pendiente IGAC	
 A	 E
 B	 F
 C	 G
 D	

Anexo 19



 UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA FACULTAD DE INGENIERIA INGENIERIA CIVIL	
MOSQUERA MODELO DE SOMBRAS	
Fecha: 15-09-2021	Mapa No: 19
Elaboración: Juan Andres Linares Briceño	Departamento: Nariño



ESCALA 1:30.000

**FUENTE DE DATOS GEOGRAFICOS**

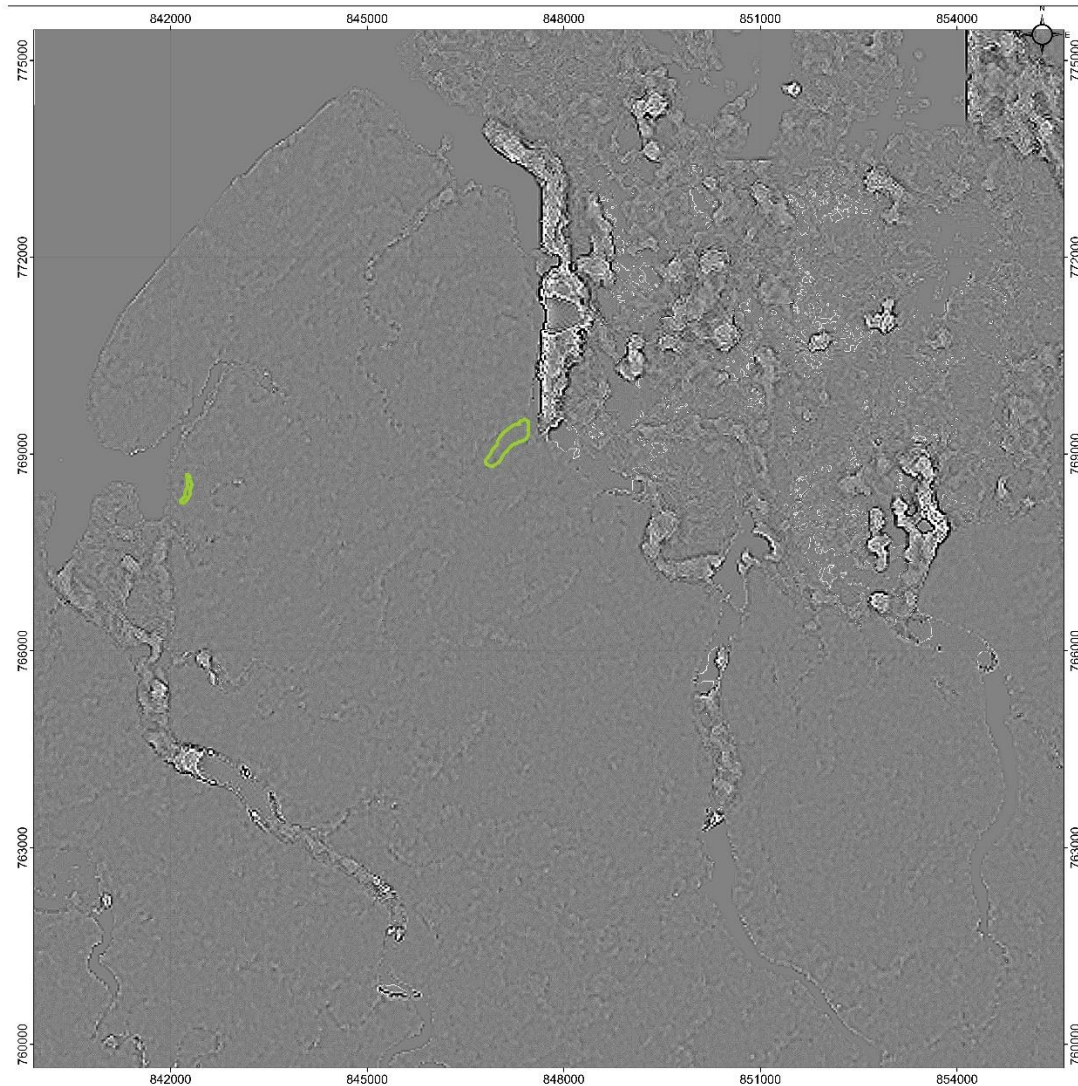
Dataset: ASF DAAC 2015, ALOS\_PALSAR\_AP\_26929\_...  
 FBS\_F0030\_RTC\_HI\_RES  
 Includes Material ©JAXA/NETI 2021.  
 Accessed through ASF DAAC [https://asf.alaska.edu]  
 25 August 2021.  
 DOI: https://doi.org/105067/297HFCNKR6VA

Sistema de Coordenadas: MAGNA Colombia Oeste  
 Proyección: Mercator Transversal  
 Datum: MAGNA  
 Meridiano Central: -77.0775  
 Latitud de Origen: 4.5962  
 Unidades: Metro

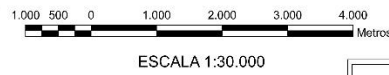
Convenciones	
	Casco Urbano
<b>Valor</b>	
	Alto : 254
	Bajo : 0



Anexo 20



 <b>UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA</b> FACULTAD DE INGENIERIA INGENIERIA CIVIL	
<b>MOSQUERA</b> MODELO DE SOMBRAS	
Fecha: 15-09-2021	Mapa No: 20
Elaboración: Juan Andres Linares Briceño	Departamento: Nariño



**FUENTE DE DATOS GEOGRAFICOS**

Dataset: ASF DAAC 2015\_ALOS\_PALSAR\_AP\_26929\_FBS\_F0030\_RTC\_HI\_RES  
 Includes Material ©JAXA/METI 2021.  
 Accessed through ASF DAAC [https://asf.alaska.edu]  
 25 August 2021.  
 DOI: https://doi.org/10.5067/237HFCNKR6VA

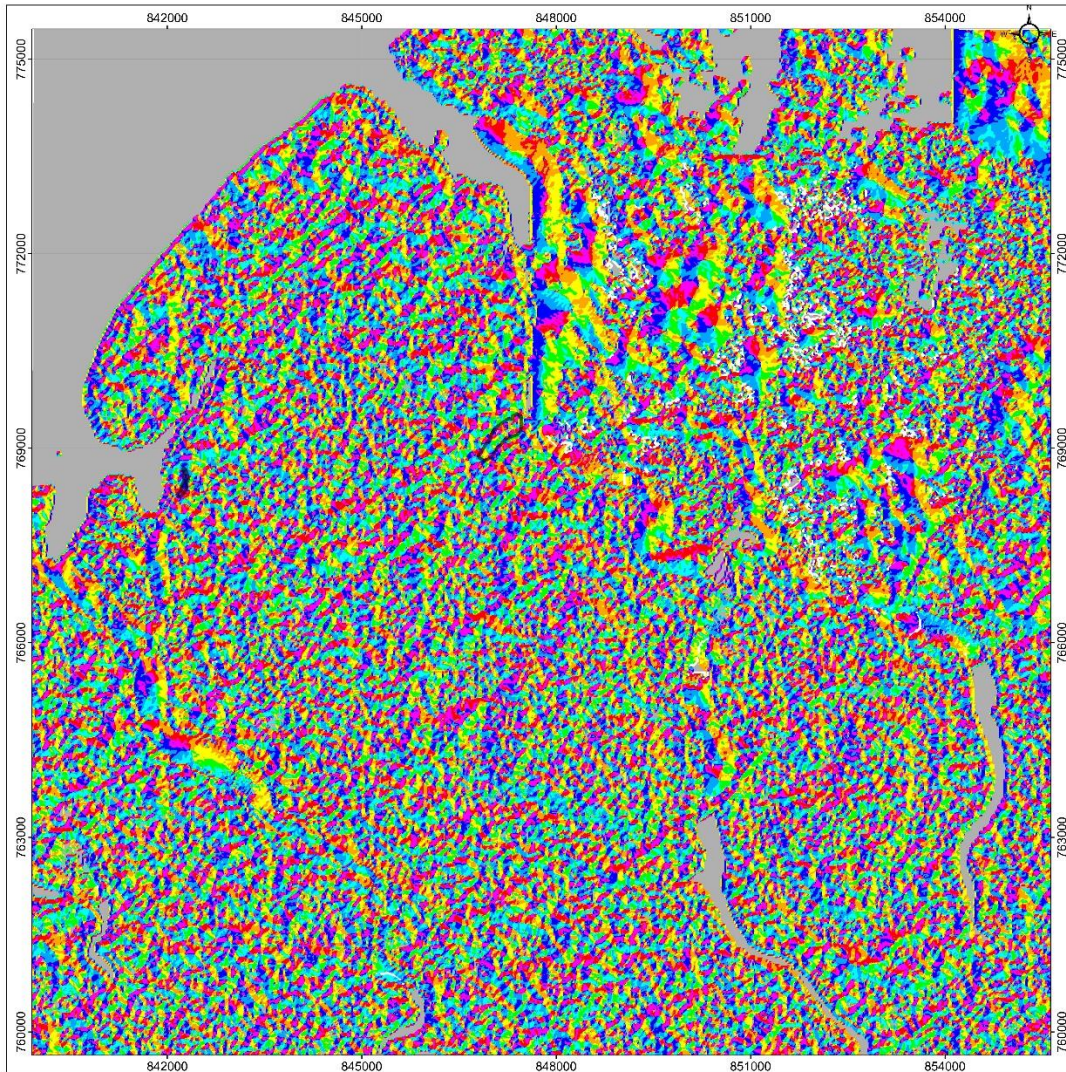
Sistema de Coordenadas: MAGNA Colombia Oeste  
 Proyección: Mercator Transversal  
 Datum: MAGNA  
 Meridiano Central: -77.0775  
 Latitud de Origen: 4.5962  
 Unidades: Metro

Convenciones	
	Casco Urbano
Valor	
	Alto : 213,12
	Bajo : -142,72





Anexo 21



 <b>UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA</b> FACULTAD DE INGENIERIA INGENIERIA CIVIL	
<b>MOSQUERA</b> MODELO ASPECTO	
<b>Fecha:</b> 15-09-2021	<b>Mapa No.:</b> 21
<b>Elaboración:</b> Juan Andres Linares Briceño	<b>Departamento:</b> Nariño



ESCALA 1:30.000












**FUENTE DE DATOS GEOGRAFICOS**

Dataset: ASF DAAC 2015, ALOS\_PALSAR\_AP\_26929\_FBS\_F0030\_RTC\_HI\_RES;  
 Includes Material ©JAXA/METI 2021.  
 Accessed through ASF DAAC [https://asf.alaska.edu]  
 25 August 2021.  
 DOI: https://doi.org/10.5067/297HFCNKR6VA

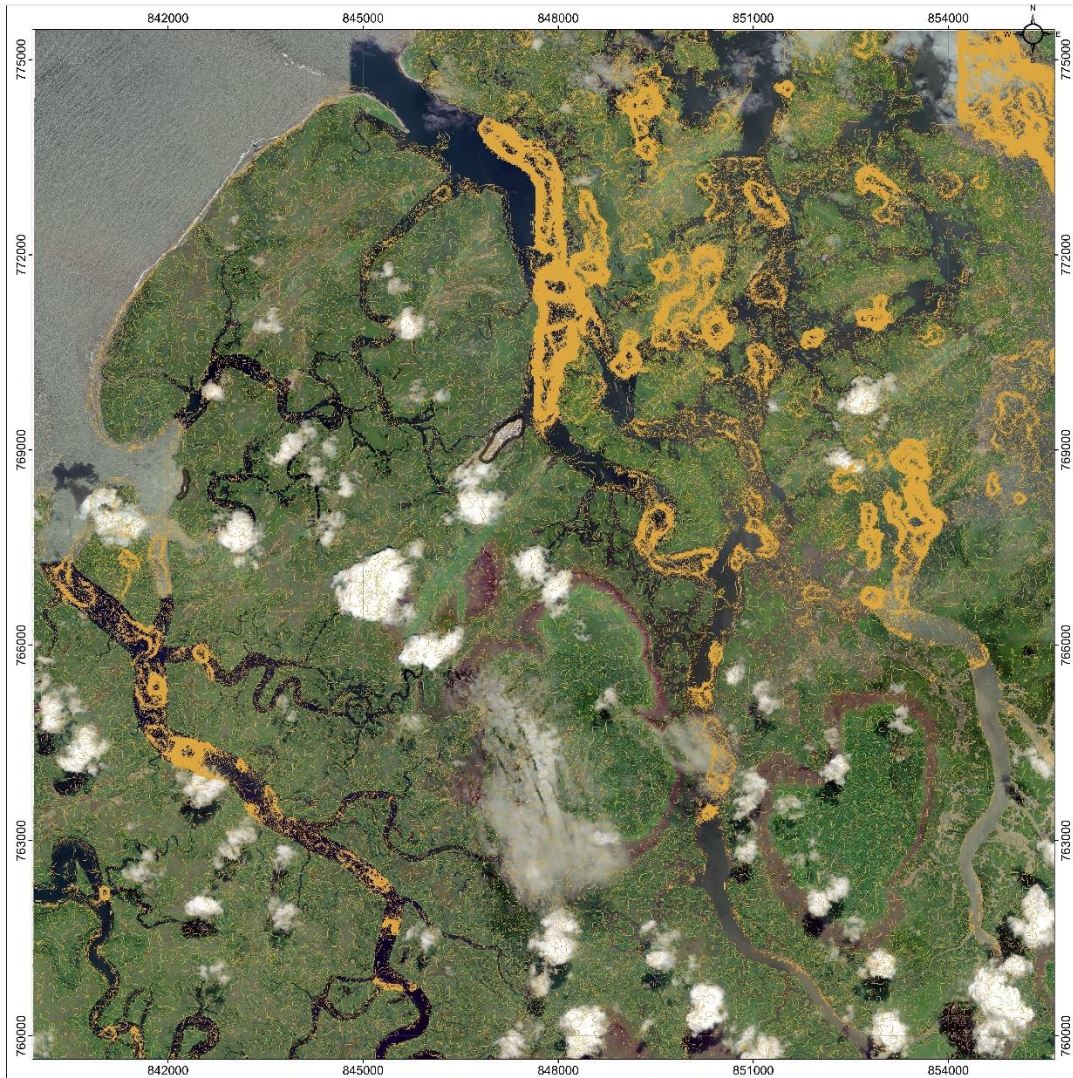
Sistema de Coordenadas: MAGNA Colombia Oeste  
 Proyección: Mercator Transversal  
 Datum: MAGNA  
 Meridiano Central: -77,0775  
 Latitud de Origen: 4,5962  
 Unidades: Metro



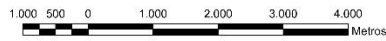
**Convenciones**

	Casco Urbano
	Plano (-1)
	Norte (0-22.5)
	Nordeste (22.5-67.5)
	Este (67.5-112.5)
	Sureste (112.5-157.5)
	Sur (157.5-202.5)
	Suroeste (202.5-247.5)
	Oeste (247.5-292.5)
	Norociente (292.5-337.5)
	Norte (337.5-360)

Anexo 22



 <b>UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA</b> FACULTAD DE INGENIERIA INGENIERIA CIVIL	
MOSQUERA CURVAS DE NIVEL	
Fecha: 15-09-2021	Mapa No: 22
Elaboración: Juan Andres Linares Briceño	Departamento: Nariño





ESCALA 1:30.000

**FUENTE DE DATOS GEOGRAFICOS**

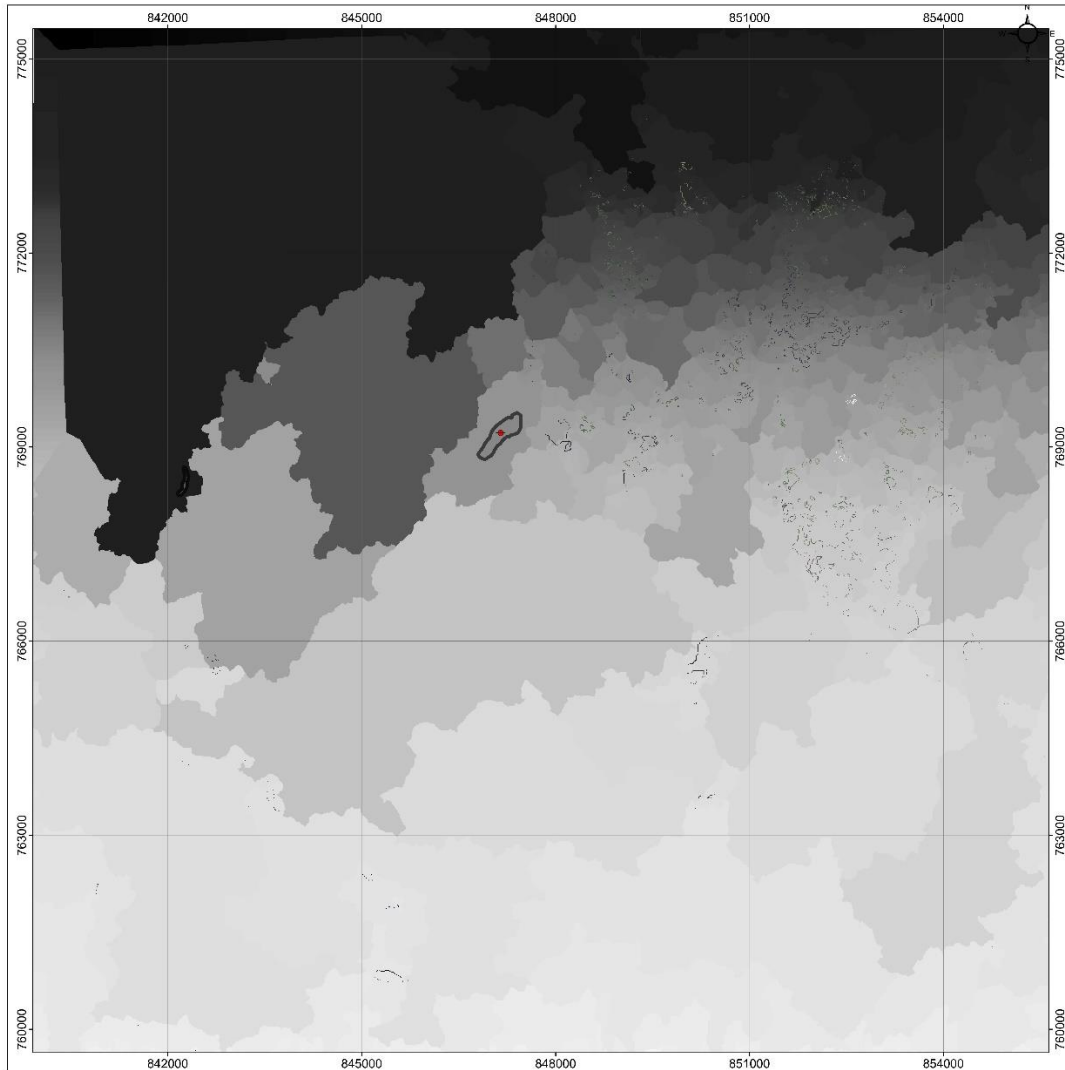
Dataset: ASF DAAC 2015, ALOS\_PALSAR\_AP\_26929\_  
 FBS\_F0030\_RTC\_FI\_RES;  
 Includes Material ©JAXA/METI 2021.  
 Accessed through ASF DAAC [https://asf.alaska.edu]  
 25 August 2021.  
 DOI: https://doi.org/10.5067/297HFCNKR8VA

Sistema de Coordenadas: MAGNA Colombia Oeste  
 Proyección: Mercator Transversal  
 Datum: MAGNA  
 Meridiano Central: -77.0775  
 Latitud de Origen: 4.5962  
 Unidades: Metro

Convenciones	
	Casco Urbano
	Curva de nivel



Anexo 23



 <b>UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA</b> FACULTAD DE INGENIERIA INGENIERIA CIVIL	
<b>MOSQUERA</b> SISTEMA HIDRICO	
<b>Fecha:</b> 15-09-2021	<b>Mapa No.:</b> 23
<b>Elaboración:</b> Juan Andres Linares Briceño	<b>Departamento:</b> Narinó



ESCALA 1:30.000

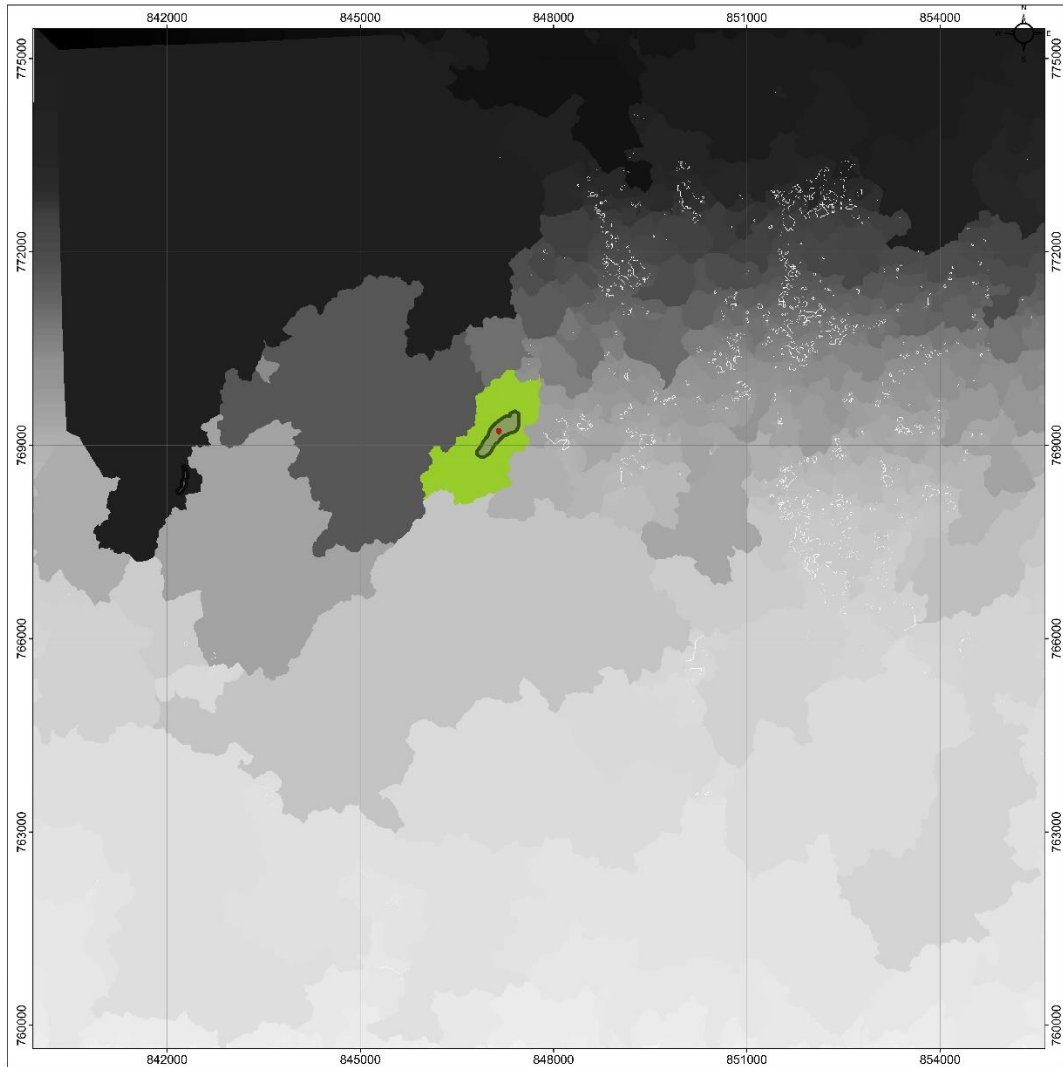
**FUENTE DE DATOS GEOGRAFICOS**  
 Dataset: ASF DAAC 2015, ALOS\_PALSAR\_AP\_26929\_ FBS\_F0030\_RTC\_HI\_RES;  
 Includes Material ©JAXA/METI 2021.  
 Accessed through ASF DAAC (<https://asf.alaska.edu>)  
 25 August 2021  
 DOI: <https://doi.org/10.5067/2017HFCNKR6VA>

Sistema de Coordenadas: MAGNA Colombia Oeste  
 Proyección: Mercator Transversal  
 Datum: MAGNA  
 Meridiano Central: -77,0775  
 Latitud de Origen: 4,5962  
 Unidades: Metro

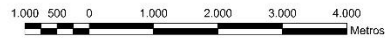
Convenciones	
	Casco Urbano
	Punto de fluidez
Cuenca hidrográfica	
	División cuencas



Anexo 24



 <b>UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA</b> FACULTAD DE INGENIERIA INGENIERIA CIVIL	
<b>MOSQUERA</b> SISTEMA HÍDRICO	
Fecha: 15-09-2021	Mapa No: 24
Elaboración: Juan Andres Linares Briceño	Departamento: Nariño



ESCALA 1:30.000

**FUENTE DE DATOS GEOGRAFICOS**

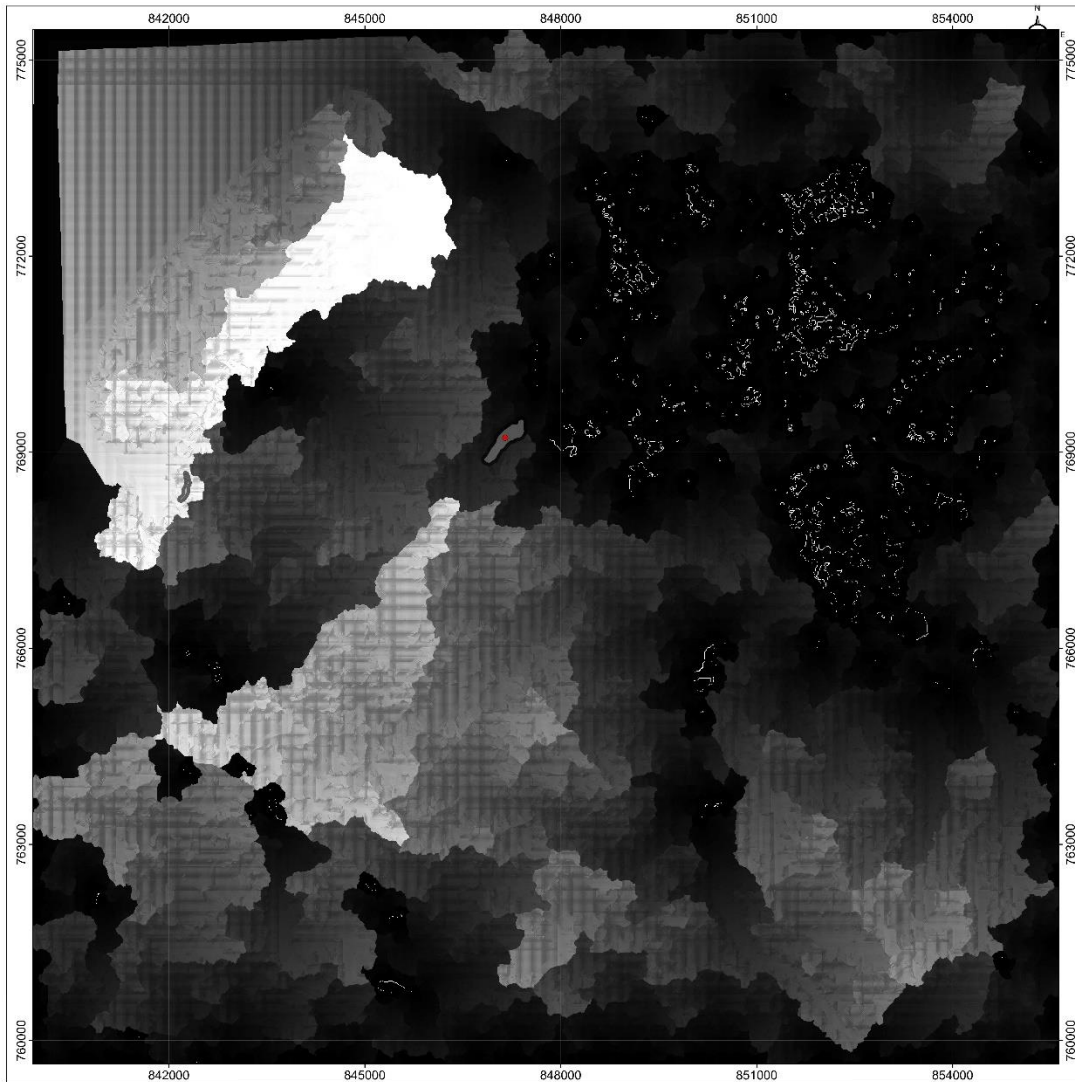
Dataset: ASF DAAC 2015, ALOS PALSAR AP\_26929  
 FBS\_F0030\_RTC\_HI\_RES,  
 Includes Metadata ©JAXA/METI 2021,  
 Accessed through ASF DAAC (<https://asf.alaska.edu>)  
 25 August 2021.  
 DOI: <https://doi.org/10.5067/Z97HFCNKR6VA>

Sistema de Coordenadas: MAGNA Colombia Oeste  
 Proyección: Mercator Transversal  
 Datum: MAGNA  
 Meridiano Central: -77,0775  
 Latitud de Origen: 4,5962  
 Unidades: Metro

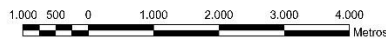
Convenciones	
	Casco Urbano
	Punto de fluidez
Cuenca hidrográfica	
	División cuencas
	Cuenca contribuyente Mosquera



Anexo 25



 <b>UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA</b> FACULTAD DE INGENIERIA INGENIERIA CIVIL	
<b>MOSQUERA</b> SISTEMA HÍDRICO	
Fecha: 15-09-2021	Mapa No: 25
Elaboración: Juan Andres Linares Briceño	Departamento: Nariño



ESCALA 1:30.000

**FUENTE DE DATOS GEOGRAFICOS**

Dataset: ASF DAAC 2015\_ALDOS\_PALSAR\_AP\_26929\_ FBS\_F0030\_RTC\_HI\_RES;  
 Includes Material ©JAXA/METI 2021.  
 Accessed through ASF DAAC [https://ast.alaska.edu] 25 August 2021.  
 DOI: https://doi.org/10.5067/Z97HFCNKR6VA

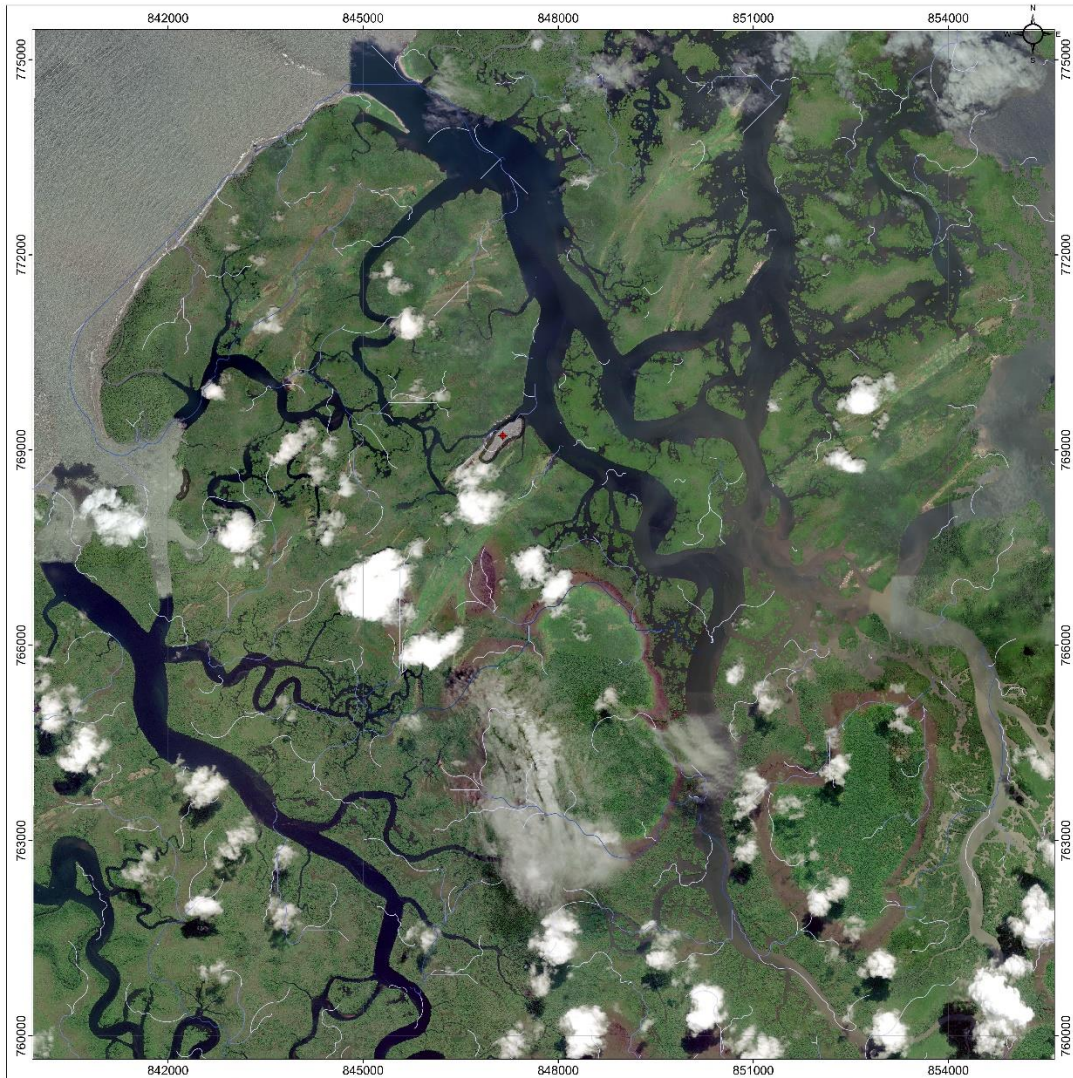
Sistema de Coordenadas: MAGNA Colombia Oeste  
 Proyección: Mercator Transversal  
 Datum: MAGNA  
 Meridiano Central: -77,0775  
 Latitud de Origen: 4,5962  
 Unidades: Metro



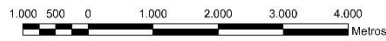
**Convenciones**

	Casco Urbano
	Punto de fluidez
<b>Longitud del flujo aguas abajo</b>	
<b>Valor</b>	
	Alta : 18816
	Baja : 0

Anexo 26



 <b>UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA</b> FACULTAD DE INGENIERIA INGENIERIA CIVIL	
<b>MOSQUERA</b> <b>SISTEMA HIDRICO</b>	
<b>Fecha:</b> 15-09-2021	<b>Mapa No:</b> 26
<b>Elaboración:</b> Juan Andres Linares Briceño	<b>Departamento:</b> Nariño



ESCALA 1:30.000

**FUENTE DE DATOS GEOGRAFICOS**

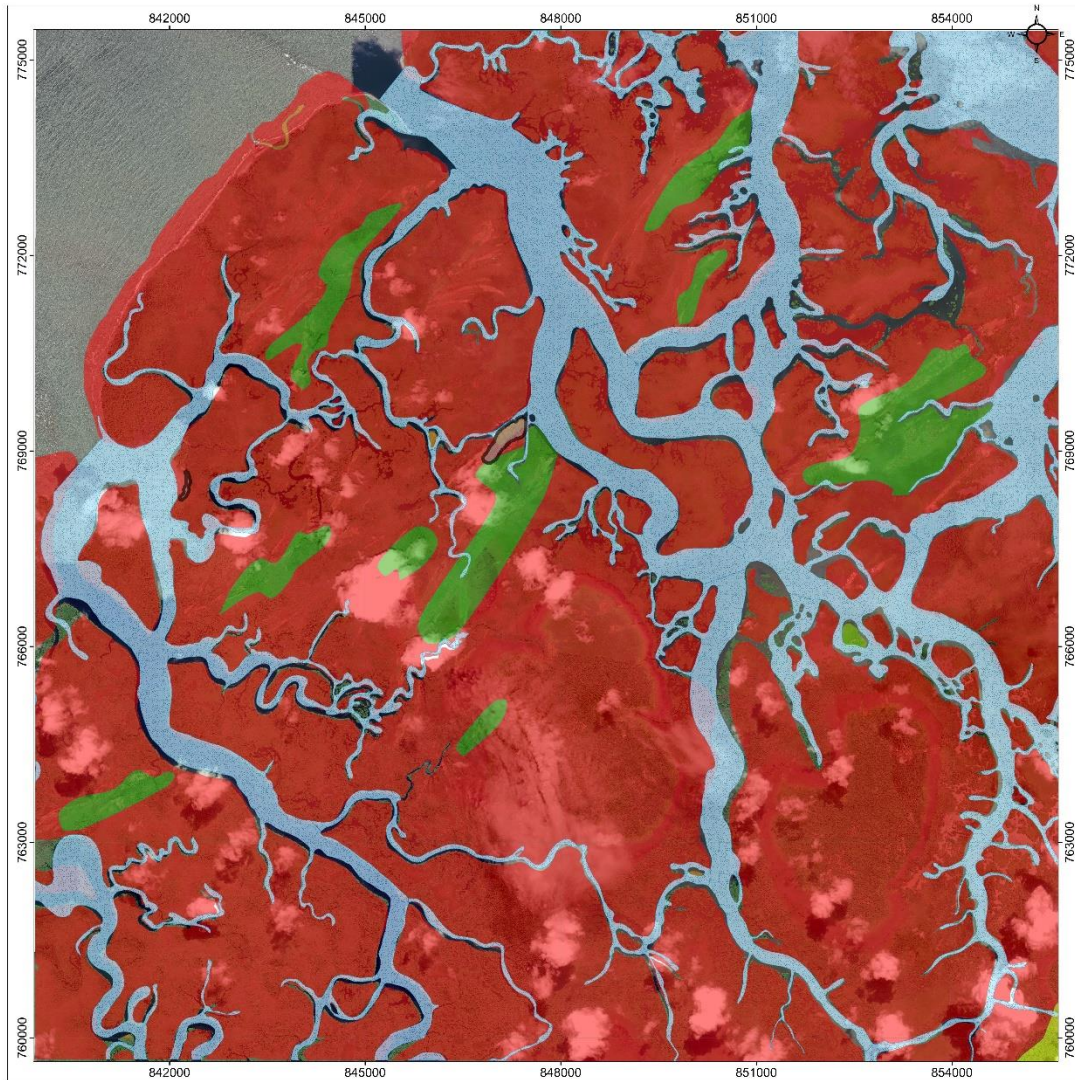
Dataset: ASF DAAC 2015, ALOS\_PALSAR\_AP\_26929\_  
 FBS\_F0030\_RTC\_HI\_RES;  
 Includes Material ©JAXA/METI 2021.  
 Accessed through ASF DAAC [https://asf.alaska.edu]  
 25 August 2021.  
 DOI: https://doi.org/10.5067/297HFCNKR8VA

Sistema de Coordenadas: MAGNA Colombia Oeste  
 Proyección: Mercator Transversal  
 Datum: MAGNA  
 Meridiano Central: -77,0775  
 Latitud de Origen: 4,5962  
 Unidades: Metro



Convenciones	
	Casco Urbano
	Punto de fluidez
Jerarquía Drenajes	
	1
	2
	3
	4

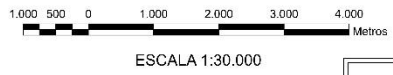
Anexo 27



**UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA**  
**FACULTAD DE INGENIERIA**  
**INGENIERIA CIVIL**

**MOSQUERA**  
**MAPA OFERTA AMBIENTAL**

Fecha:	Mapa No:
15-09-2021	27
Elaboración:	Departamento:
Juan Andres Linares Briceño	Nariño



**FUENTE DE DATOS GEOGRAFICOS**

Sistema de Información Ambiental de Colombia (SIAC)  
 Cobertura Tierras Escala 1:100.000  
 Datos Abiertos Biodiversidad  
 Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas (SINCHI)  
 2021

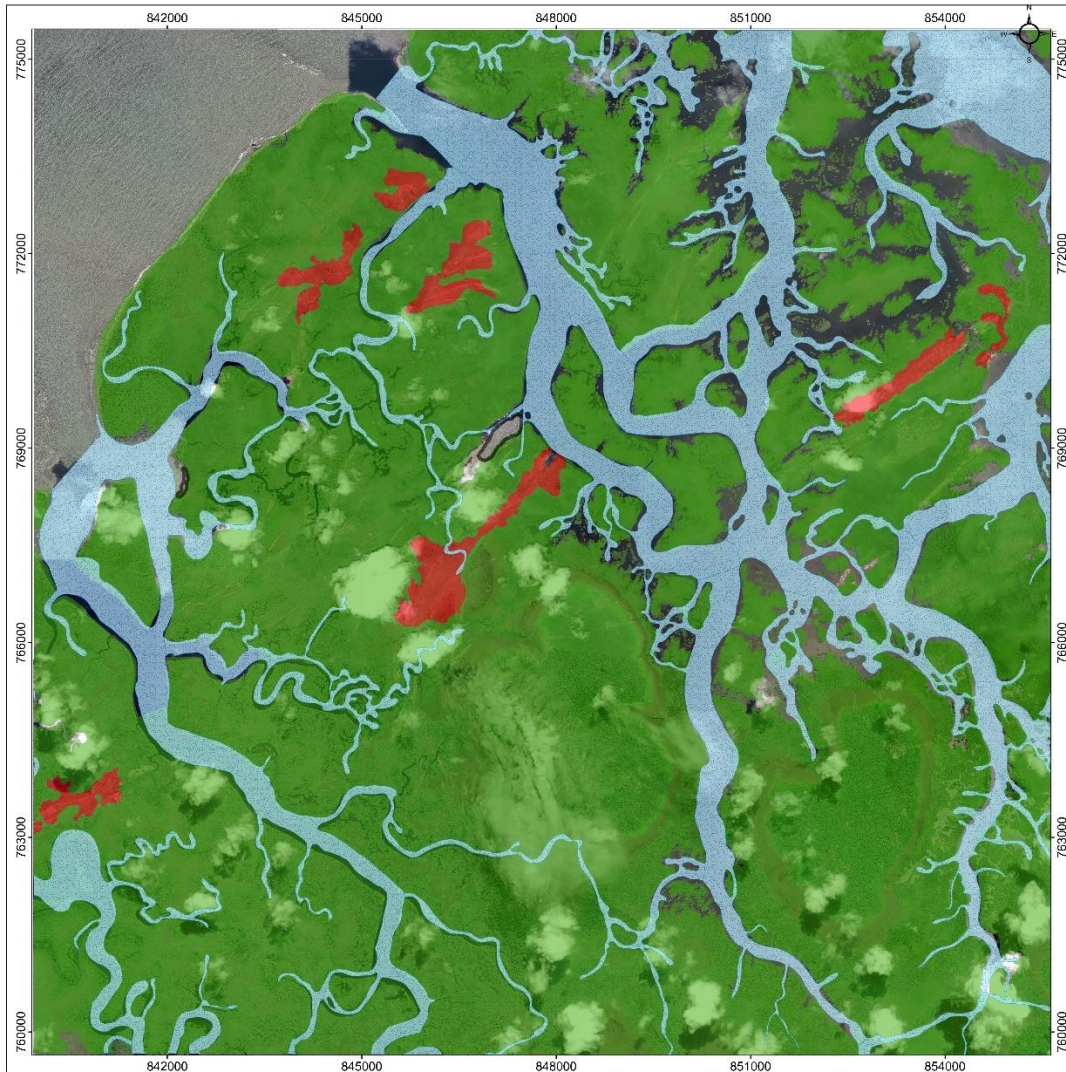
Sistema de Coordenadas: MAGNA Colombia Oeste  
 Proyección: Mercator Transversal  
 Datum: MAGNA  
 Meridiano Central: -77,0775  
 Latitud de Origen: 4,5962  
 Unidades: Metro

**Convenciones**

	Casco Urbano
	Drenaje Doble
<b>Oferta</b>	
	Alta
	Media alta
	Media
	Media baja
	Baja



Anexo 28



 <b>UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA</b> FACULTAD DE INGENIERIA INGENIERIA CIVIL	
<b>MOSQUERA</b> <b>MAPA DEMANDA</b>	
Fecha: 15-09-2021	Mapa No: 28
Elaboración: Juan Andres Linares Briceño	Departamento: Nariño



ESCALA 1:30.000

**FUENTE DE DATOS GEOGRAFICOS**

Sistema de Información Ambiental de Colombia (SIAC)  
 Cobertura Tierras Escala 1:100.000  
 Datos Abiertos Biodiversidad  
 Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas (SINCHI)  
 2021

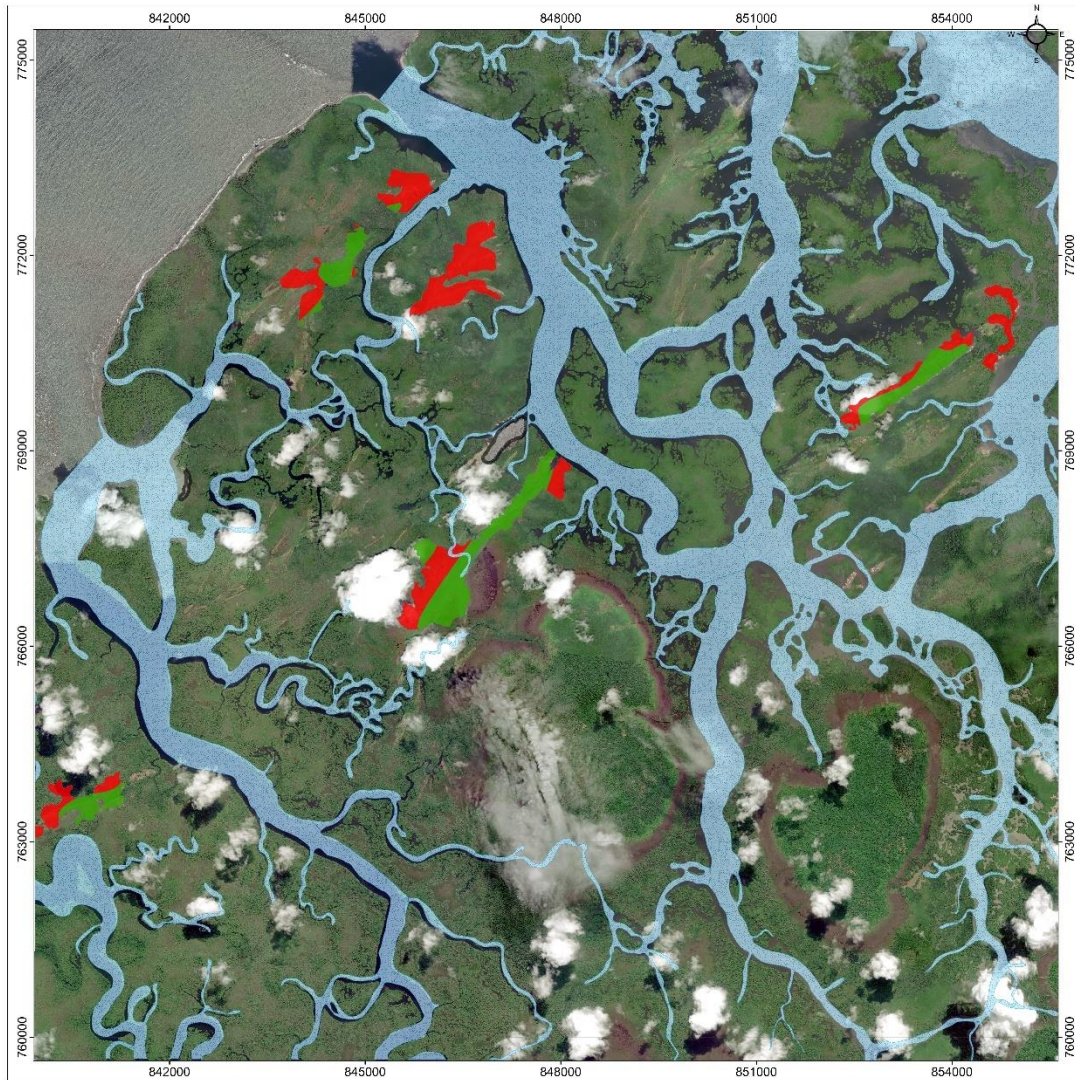
Sistema de Coordenadas: MAGNA Colombia Oeste  
 Proyección: Mercator Transversal  
 Datum: MAGNA  
 Meridiano Central: -77,0775  
 Latitud de Origen: 4,5962  
 Unidades: Metro



Convenciones	
	Casco Urbano
	Drenaje Doble
Demanda	
	Baja
	Alta



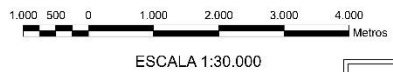
Anexo 29



 **UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA**  
**FACULTAD DE INGENIERIA**  
**INGENIERIA CIVIL**

**MOSQUERA**  
**MAPA CONFLICTOS SOCIOAMBIENTALES**

Fecha: 15-09-2021      Mapa No: 29  
 Elaboración: Juan Andres Linares Briceño      Departamento: Naríño



**FUENTE DE DATOS GEOGRAFICOS**

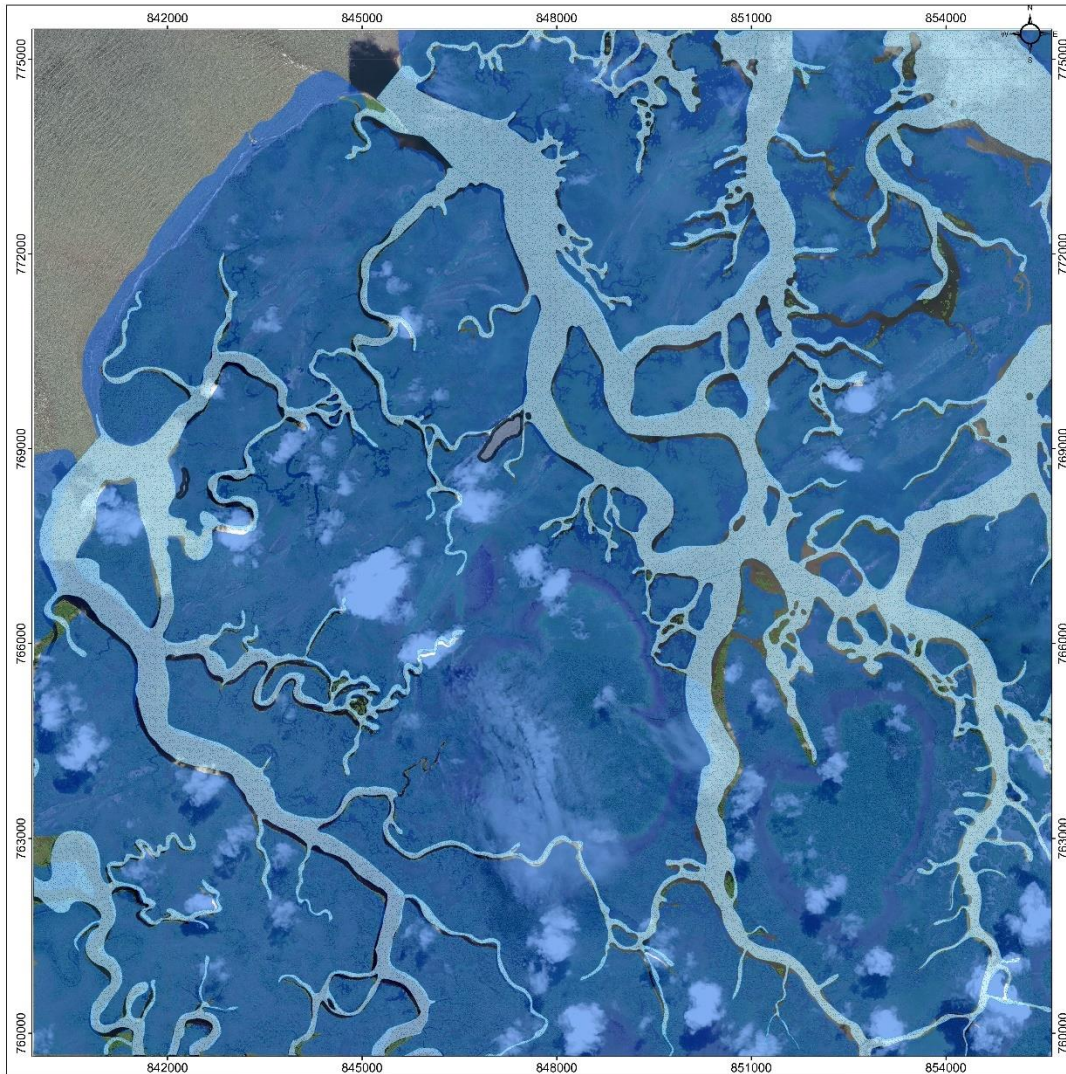
Sistema de Información Ambiental de Colombia (SIAC)  
 Cobertura Tierras Escala 1:100.000  
 Datos Abiertos Biodiversidad  
 Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas (SINCHI)  
 2021

Sistema de Coordenadas: MAGNA Colombia Oeste  
 Proyección: Mercator Transversal  
 Datum: MAGNA  
 Meridiano Central: -77,0775  
 Latitud de Origen: 4,5962  
 Unidades: Metro

Convenciones	
	Casco Urbano
	Drenaje Doble
Conflicto	
	Bajo
	Muy alto



Anexo 30



 <b>UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA</b> FACULTAD DE INGENIERIA INGENIERIA CIVIL	
<b>MOSQUERA</b> <b>MAPA AMENAZA CLIMÁTICA</b>	
Fecha: 15-09-2021	Mapa No: 30
Elaboración: Juan Andres Linares Briceño	Departamento: Nariño



ESCALA 1:30.000

**FUENTE DE DATOS GEOGRAFICOS**

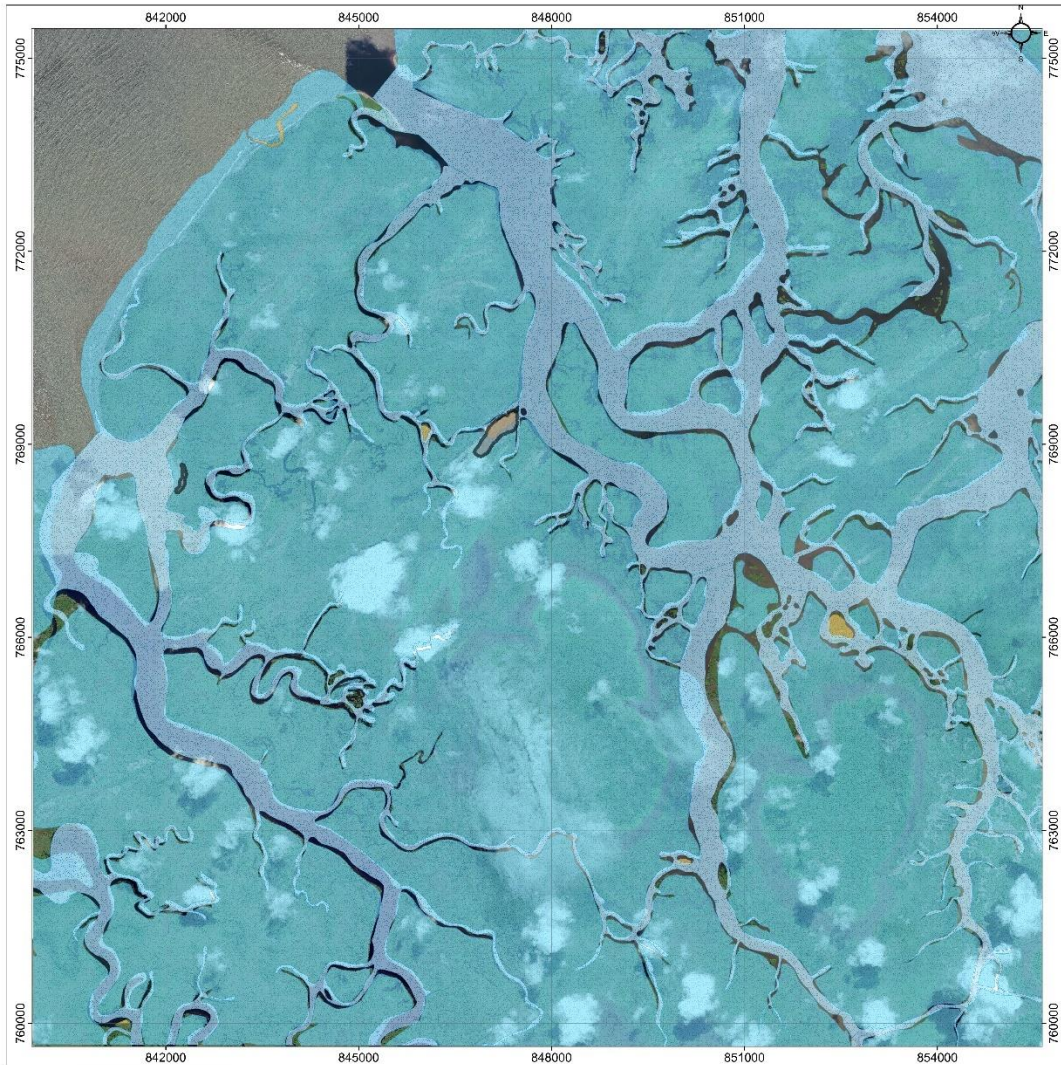
Sistema de Información Ambiental de Colombia (SIAC)  
 Cobertura Tierras Escala 1:100.000  
 Datos Abiertos Biodiversidad  
 Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas (SINCHI)  
 2021

Sistema de Coordenadas: MAGNA Colombia Oeste  
 Proyección: Mercator Transversal  
 Datum: MAGNA  
 Meridiano Central: -77.0775  
 Latitud de Origen: 4,5962  
 Unidades: Metro

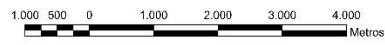
Convenciones	
	Casco Urbano
	Drenaje Doble
Amenaza climática	
	Tormentas



Anexo 31



 <p>UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA FACULTAD DE INGENIERIA INGENIERIA CIVIL</p>	
<p>MOSQUERA MAPA AMENAZA GEOMORFOLOGICA</p>	
Fecha: 15-09-2021	Mapa No: 31
Elaboración: Juan Andres Linares Briceño	Departamento: Nariño



ESCALA 1:30.000

**FUENTE DE DATOS GEOGRAFICOS**

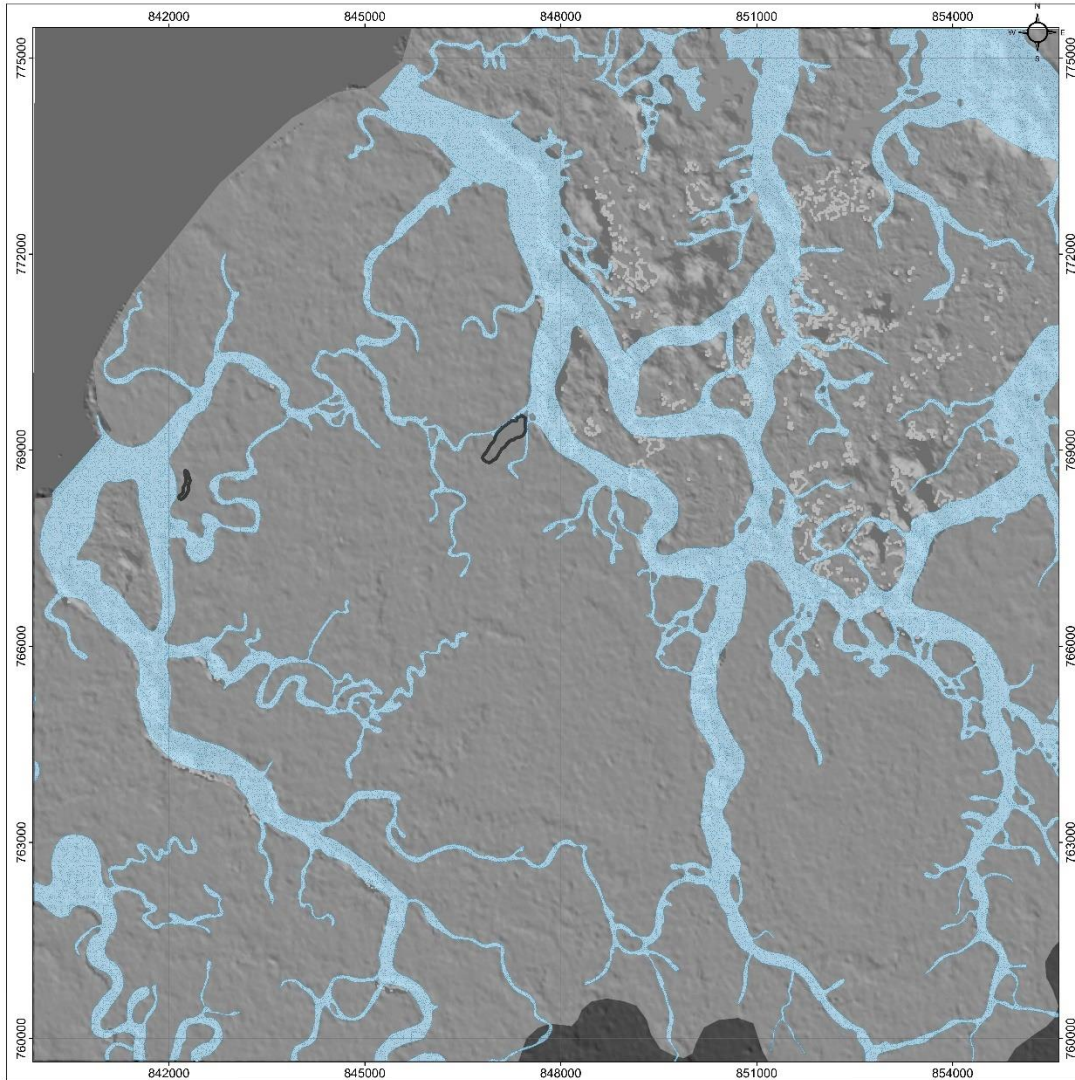
Sistema de Información Ambiental de Colombia (SIAC)  
Cobertura Tierras Escala 1:100.000  
Datos Abiertos Biodiversidad  
Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas (SINCHI)  
2021

Sistema de Coordenadas: MAGNA Colombia Oeste  
Proyección: Mercator Transversal  
Datum: MAGNA  
Meridiano Central: -77.0775  
Latitud de Origen: 4.5962  
Unidades: Metro

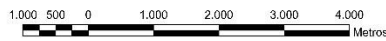
Convenciones	
	Casco Urbano
	Drenaje Doble
Amenaza geomorfológica	
	Muy alto (Hundimientos)
	Muy alto (Inundacion)



Anexo 32



 <b>UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA</b> FACULTAD DE INGENIERIA INGENIERIA CIVIL	
<b>MOSQUERA</b> UNIDADES CRONOESTRATIGRAFICAS	
Fecha: 15-09-2021	Mapa No: 32
Elaboración: Juan Andres Linares Briceño	Departamento: Nariño



ESCALA 1:30.000





**FUENTE DE DATOS GEOGRAFICOS**

Sistema de Información Ambiental de Colombia (SIAC)  
 Cobertura Tierras Escala 1:100.000  
 Datos Abiertos Biodiversidad  
 Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas (SINCHI)  
 2021

Sistema de Coordenadas: MAGNA Colombia Oeste  
 Proyección: Mercator Transversal  
 Datum: MAGNA  
 Meridiano Central: -77,0775  
 Latitud de Origen: 4,5962  
 Unidades: Metro

**MAPA REFERENCIAL**



Convenciones	
	Casco Urbano
	Drenaje Doble
Cronoestratigrafia	
	Cuaternario
	Holoceno