



## MONOGRAFÍA APLICADA

### APP - ESTUDIO GENERAL DE SUELOS Y ZONIFICACIÓN DE TIERRAS DEL DEPARTAMENTO DE SANTANDER, COLOMBIA.

### APORTES PARA UNA INVESTIGACIÓN-ACCIÓN-PARTICIPATIVA EN INTELIGENCIA Y JUSTICIA TERRITORIAL

#### **Autor**

Laura Ariza Velasco

#### **Director del proyecto**

Javier Felipe Moncada Sánchez

Ing. Catastral y Geodesta

Coordinador de Ing. Catastral y Geodesta – ICG Bogotá D.C. - República de Colombia.

PBX: (057) (1) 3239300 - 3238400 Ext. 1516

[jfmoncada@udistrital.edu.co](mailto:jfmoncada@udistrital.edu.co) [jfmoncadas@udistrital.edu.co](mailto:jfmoncadas@udistrital.edu.co) [ingcatastral@udistrital.edu.co](mailto:ingcatastral@udistrital.edu.co)

#### **Aportes**

Dr. Horacio Bozzano

Dr. en Geografía, Ordenamiento Territorial y Urbanismo Universidad de la Sorbonne III Paris

Profesor Titular de la Universidad nacional de La Plata – Investigador del CONICET

Argentina

[bozzano59@gmail.com](mailto:bozzano59@gmail.com) [tag\\_idihcs@fahce.unlp.edu.ar](mailto:tag_idihcs@fahce.unlp.edu.ar)

<http://territoriosposibles.fahce.unlp.edu.ar>

Colombia-Bogotá, D.C

2019

## **Dedicatoria**

El presente trabajo investigativo lo dedico principalmente a Dios, por haberme regalado la vida, por ser el inspirador, y por estar presente en este caminar, dándome salud y sabiduría, para poder cumplir un sueño más en mi vida.

A mis padres, Clelia Velasco y Gustavo Ariza, por su infinito amor, esfuerzo, trabajo, sacrificio, consejos, por su apoyado incondicionalmente y que siempre a lo largo de la vida han velado por mi bienestar, son los mejores padres del universo.

A mis hermanos Anyerson y Mayerly que de una u otra forma me colaboraron en esta etapa tan importante de mi vida. A mi tío Marcos Velasco, mi tía Zoraida Velasco y mi prima Liliana Velasco, por sus consejos y palabras de aliento.

A Todas mis amistades, por apoyarme cuando las necesite, por extender su mano en momentos difíciles.

## Agradecimientos

Me harán falta hojas y palabras de agradecimiento, primero gracias a Dios por haberme dado la vida, sabiduría, para la culminación de mis estudios de pregrado, gracias por esta victoria.

No tengo palabras para expresar todo mi cariño y gratitud a mis padres, ellos son el motor de mi vida, gracias por sus consejos, por confiar y creer en mí, sin ellos nunca lo hubiera podido lograrlo, gracias por su apoyo infinito. Reconocimiento a mi madre por su lucha interminable, para que pudiera culminar con éxito, gracias infinitas por todo su amor. Gracias a Dios porque cada día bendice sus vidas, por permitirme disfrutar cada momento de mi vida con las personas que más amo y tener tan excelentes padres.

A mis hermanos por su cariño y mi hermano por estar conmigo siempre que lo necesito y sus consejos.

Agradezco a mi Director de Tesis el Ing. Javier Felipe Moncada Sánchez, y Dr. Horacio Bozzano, con sus conocimientos, su paciencia, experiencias, asesoría invaluable, destacada labor, gran apoyo y valiosos aportes, en esta investigación.

Gracias a mi Universidad por haberme permitido formarme, a mis educadores que hicieron parte en este proceso integral de formación, por sus enseñanzas, dedicación, paciencia, de manera especial al profesor Javier Moncada y profesora Jenny Espinosa Gómez, que sus conocimientos hicieron que pueda crecer día a día, de igual forma la secretaria del proyecto curricular de ingeniería Catastral y Geodesia, Luz Dary Menjura Jiménez que estuvo pendiente en este largo proceso y a todas la personas que fueron partícipes para formar parte de la historia. También al profesor de ingeniería industrial Jaime Peña por ser un amigo incondicional y consejero.

A mis amigos por su colaboración, apoyo incondicional, gracias por estar a mi lado en las buenas y malas, en el cumplimiento en uno de mis grandes sueños.

Gracias infinitas a todos por la colaboración en este caminar, también aquellos que abrieron sus puertas y compartieron sus conocimientos e hicieron marcar historia en la finalización esta etapa de mi vida.

## Contenido

|  |                                     |
|--|-------------------------------------|
| Identificación del proyecto.....   | 5                                   |
| Perfil de proyecto .....   | 6                                   |
| Definición del problema que abordará el proyecto .....                                   | 6                                   |
| Descripción del proyecto.....  | 7                                   |
| Población y/o territorios a beneficiar con el proyecto.....                              | 8                                   |
| Impactos .....   | 9                                   |
| Teórico. ....  | 9                                   |
| Técnico .....  | 9                                   |
| Aplicado. ....   | 10                                  |
| Académico.....   | 10                                  |
| Antecedentes .....   | 10                                  |
| Suelo.....   | 12                                  |
| Capacidad de uso del suelo. ....   | 15                                  |
| Zonificación del suelo. ....   | 15                                  |
| Bases de datos Geográficas.....  | 16                                  |
| Sistema de Información Geográfica (SIG).....   | 17                                  |
| Estudio general de suelos y zonificación de tierras del departamento del Santander. .... | 19                                  |
| Inteligencia Territorial y Justicia Territorial. ....                                    | 21                                  |
| APP o aplicación móvil.....  | 21                                  |
| Métodos Territorii y Stlocus e Investigación-Acción-Participativa.....                   | 23                                  |
| Estado de avance del proyecto .....  | 24                                  |
| Objetivos Generales .....  | 25                                  |
| Objetivos Específicos.....   | 26                                  |
| Justificación del proyecto de aplicación .....   | 26                                  |
| Presupuesto .....  | 27                                  |
| Conclusiones .....   | 38                                  |
| Bibliografía .....   | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| Anexos.....  | 40                                  |

## Identificación del proyecto

|   |   |
|---|---|
| <b>Nombre del Proyecto</b>  |   |
| <b>APP - Estudio General de Suelos y Zonificación de Tierras del Departamento de Santander, Colombia. Aportes para una Investigación-Acción-Participativa en Inteligencia y Justicia Territorial.</b>   |   |
| <b>Tipo de proyecto: Monografía aplicada</b>  |   |
| <b>LÍNEA 1:</b> Descarga de imágenes satélite.  | <b>Referencias Bibliográficas</b>                                 |
| <b>LÍNEA 2:</b> Digitalización y visualización de los cambios de usos y coberturas del suelo, por la elaboración de lenguaje de programación de Python, aplicación Jupiter notebook, Spyder, la biblioteca GDAL.  | <b>Software , librerías y Digitalización e análisis</b>           |
| <b>LINEA 3.</b> Discriminación de usos del suelo. Aplicación móvil del estudio general de suelos y zonificación de tierras del departamento de Santander, Colombia. La I-A-P, la Inteligencia Territorial y la Justicia Territorial-Base Teórica y Conceptual.  | <b>Referencias Bibliográficas</b>                                 |
| <b>LINEA 4.</b> Estudios de la aplicación móvil de la base de datos geográficos estudio general de suelos y zonificación de tierras del departamento de Santander-Ortofotos, Ortofotomosaicos, Imágenes de Satélites, Metadatos, Cartografía, Software ArcGIS 10.5, Editor mapas ArcMap y ArcCatalog,, Software Qgis 3.8, ERDAS Imagine, metodología Corine Land Cover adoptada por | <b>Aplicación móvil de la base de datos geográficas de suelos</b> |

|   |  |
|---|--|
| el Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC).   |  |
| <p><b>LINEA 5.</b> Análisis del proceso de ocupación territorial del Santander entre 1529 y 2019. Situación territorial al presente y definición preliminar de lugares en términos de patrones de ocupación y apropiación territorial (Método Stlocus, Bozzano y Resa, 2009) a partir de IGAC (2019). Identificación de los actores en condiciones de participar en el proceso de Inteligencia y Justicia Territorial. Aplicación preliminar del Método Territorii (Bozzano, 2000, 2009, 2013).</p> | <p><b>Estudio y aplicación en clave de Inteligencia y Justicia Territorial</b></p> |

### **Perfil de proyecto**

#### **Definición del problema que abordará el proyecto**

No se ha encontrado una aplicación móvil del estudio general de suelos y zonificación de tierras en el departamento de Santander. Es de gran importancia conocer los suelos, su uso, sus potencialidades, vocación y limitantes, para el desarrollo del departamento.

El proyecto que buscar generar los principios básicos para extenderlo a los demás departamentos del país.

La base de datos cartográfica incluye estudio general de suelos y zonificación de tierras del Departamento de Santander de 2013, publicado por la entidad Instituto geográfico Agustín Codazzi (IGAC).

La base de datos es procesada a través de un software que permite establecer una base de datos geográficos, que son organizados para el análisis y la gestión del territorio dentro de un Sistema de Información Geográfico (SIG) y es utilizada para los servicios geográficos relacionados con los datos espaciales. Los datos son obtenidos del mundo real que facilita optimizar el almacenamiento, para una mejor utilidad en las consultas.

### **Descripción del proyecto**

Para desarrollar el proyecto es necesario la búsqueda de una serie de fuentes bibliográficas confiables a nivel internacional, nacional y regional del tema, cobertura del suelo, Índice de Vegetación, el NDVI, suelo, capacidad de uso del suelo, zonificación del suelo, bases de datos geográficas, Sistema de Información Geográfica (SIG), Estudio general de suelos y zonificación de tierras del departamento del Santander, clasificación de la cobertura y análisis de usos del suelo, Inteligencia Territorial y Justicia Territorial, aplicaciones móviles y Métodos Territorii y Stlocus e Investigación-Acción-Participativa.

Para obtener la base de datos cartográfica en un móvil como producto final, es necesario seleccionar el software para el análisis de uso y cobertura para visualizar y analizar, en la fase información adquirida por la entidad Distrital Instituto Geográfico Agustín Codazzi, que desarrollo un estudio detallado del levantamiento de suelos del departamento de Santander se conseguí, describe y digitaliza.

El conocimiento del proceso de ocupación territorial del Departamento Santander (1529-2019) y su análisis en clave de Inteligencia Territorial y Justicia Territorial en el marco de la Red Científica Latinoamericana TAG Territorios Posibles en la INTI International Network of Territorial Intelligence contribuye a formular un marco propositivo y fáctico para que lo

expresado por la máxima autoridad del IGAC en ocasión de la presentación de “APP - Estudio General de Suelos y Zonificación de Tierras del Departamento de Santander, Colombia. Aportes para una Investigación-Acción-Participativa en Inteligencia y Justicia Territorial” en el año 2019, en Bucaramanga pueda ejecutarse con base científica. La investigación realizada por el repositorio EarthExplorer y el IGAC es de gran importancia para ejecutar unas tomas de decisiones donde no sólo se formulen regulaciones, sino que estas se ejecuten con la participación real y efectiva de las comunidades locales, el Gobierno Departamental, Gobiernos Locales, las administraciones de las veredas y ¿comunidades originarias?, la Dirección Nacional de Planeación, las administraciones de parques y reservas naturales, las empresas con sede en el Departamento Santander y el IGAC.

### **Población y/o territorios a beneficiar con el proyecto**

Santander es uno de los treinta y dos departamentos de la República de Colombia, su capital Bucaramanga. Está ubicado al noreste del país, en la región andina, limitando por el Norte con los departamentos de Cesar y Norte de Santander, por el Este y por el Sur con el departamento de Boyacá y por el Oeste con el río Magdalena que lo separa de los departamentos de Antioquia y Bolívar. Recibe su nombre en honor al prócer de la independencia de la Nueva Granada Francisco de Paula Santander.

Santander tiene una población aproximadamente de 2.090.854 habitantes (Censo General 2005 - Proyecciones nacionales y departamentales de población 2005-2020). Departamento Administrativo Nacional de Estadística. DANE. Marzo de 2010. Consultado el 25 de agosto de 2013) en una superficie de 68,47 hab/km<sup>2</sup>. Se encuentran incomparables paisajes y pisos térmicos, es un lugar donde los ríos abundan, ideales para nadar y practicar deportes de extremos. Además es llamada ‘la ciudad bonita’ y ‘la ciudad de los parques’.

El proyecto permitirá a los agricultores, campesinos, académicos, profesionales, científicos, u otra persona que tenga como objetivo saber el uso adecuado (agricultura o reserva ambiental), para un desarrollo de territorios sustentable con capacidad de estrategia económica, desarrollo social y calidad del medio ambiental. Además, la aplicación también facilitará al acceso a los campesinos azotados por la violencia en el proceso de la JEP (La Jurisdicción Especial para la Paz), también conocida como Justicia Especial para la Paz.

Además se puede utilizar esta aplicación para trabajos agrícolas, para medir y saber qué cantidad de terreno ha plantado.

## **Impactos**

### **Teórico.**

El proyecto se ejecutará en el departamento de Santander, después en los treinta y uno (31) Departamentos de Colombia y por último a nivel internacional.

Definir-Conceptualizar el suelo, capacidad de uso del suelo, zonificación del suelo, bases de datos geográficos, Sistema de Información Geográfica (SIG), estudio general de suelos y zonificación de tierras del departamento de Santander y aplicación móvil.

### **Técnico**

Describe la metodología del estudio de suelo, capacidad de uso, zonificación del Departamento del Santander Colombia, para un territorio sostenible.

## **Aplicado.**

Utilización de las bases geográficas para ubicar espacialmente en tiempo real el general de suelos y zonificación de tierras del departamento del Santander Colombia.

## **Académico.**

Contribuir al proyecto curricular de Ingeniería Catastral y Geodesta para la toma de decisiones en el uso y zonificación del suelo, conocimiento adquirido durante la formación académica en las áreas de Geomática, Geodesia, Economía, Planeación y Ordenamiento Territorial con énfasis en lo socioambiental con conocimiento científico e investigativo utilizando las técnicas y las tecnologías para el desarrollo sostenible del territorio. Siendo su objetivo el estudio del recurso de la tierra en lo social y ambiental para el bienestar y el buen vivir del país.

## **Antecedentes**

### **Cobertura del suelo y uso.**

La Cobertura vegetal o cobertura de suelo (landcover) es descripción del material físico en la superficie de la Tierra, diferenciándose así del término uso de suelo, que es la actividad o usos humanos al suelo.

La "Cobertura" de la tierra, es la cobertura (bio) física que se observa sobre la superficie de la tierra (Di Gregorio, 2005), en un término amplio no solamente describe la vegetación y los elementos antrópicos existentes sobre la tierra, sino que también describen otras superficies terrestres como afloramientos rocosos y cuerpos de agua. "Uso" implica la utilidad que presta un tipo de cobertura al ser humano, para Janssen (2000) el uso se relaciona con las actividades

humanas o las funciones económicas de una porción específica de la Tierra (como el uso urbano o industrial, de reserva natural, etc). En términos puntuales para la delimitación de las coberturas de la Tierra, el IDEAM (1997) describe la cobertura como la unidad delimitable que surge a partir de un análisis de respuestas espectrales determinadas por sus características fisionómicas y ambientales, diferenciables con respecto a la unidad próxima. (IDEAM, 2012)

### **Índice de vegetación.**

Los índices de vegetación son un instrumento de la teledetección que permite analizar los diferentes elementos de la superficie terrestre.

El cambio climático generado por el hombre, afectado drásticamente la vegetación, se analiza su comportamiento mediante el índice de vegetación. La medida más común es el Índice de Vegetación Normalizado (NDVI) en el análisis de la vegetación.

Se conoce el grado de salubridad de una cubierta vegetal, pigmentos de la hoja, su estructura y forma, y el grado de humedad o de estrés hídrico que posee.

La relación entre las bandas del Infra-rojo cercano y el rojo constituyen un test de comprobación del vigor de la vegetación o por el contrario, su débil vitalidad (salud de la vegetación)

### **El NDVI.**

El Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada, también conocido como NDVI por sus siglas en inglés, ayuda a diferenciar los tipos de cobertura del suelo y determinar su estado, definir y visualizar áreas con vegetación, además diferenciar la cantidad, la calidad y el proceso de

cambios anormales en su crecimiento, con base a la medición de la intensidad de la radiación de ciertas bandas del espectro electromagnético que la vegetación emite o refleja.

El cálculo de los índices de vegetación es necesaria la información que se encuentra en las bandas roja e infrarroja de ese espectro electromagnético.

## **Suelo.**

Desde nuestros antepasados el hombre se volvió sedentario y empezó a cultivar, tuvo la necesidad de conocer el suelo desde sus propiedades y su comportamiento, convirtiéndose en uno de los recursos naturales más importantes para el desarrollo de la vida. El suelo es la capa superficial de la corteza terrestre, sirve de soporte a las plantas y le proporciona nutrientes necesarios para crecer, además producen los fenómenos climáticos como el viento, la lluvia, etc., para el desarrollo de la vida.

La definición del suelo tiene diferentes enunciaciones, en el libro *Introducción a la ciencia del suelo* dice:

Como lo recuentan Hillel (1998), Buol et al (1997), Malagón et al (1995), Porta et al (1994) y Soil Survey División Staff (SSDS, 1993), entre otros autores, el término suelo ha tenido acepciones verdaderamente simplistas como: El suelo es, desde el punto de vista del agricultor, el sitio para ubicar sus semillas y producir sus cosechas (Worthen, 1949). Para un geólogo podría ser el recubrimiento terroso que hay sobre un cuerpo rocoso. Para un constructor, el suelo es el sitio sobre el cual colocará sus estructuras o el sustrato que le suministrará algunos de los materiales que requiere para hacerlas. Para un ecólogo es uno de los componentes del ecosistema que estudia. Para un químico, es el laboratorio donde se producen reacciones entre las fases sólida, líquida y gaseosa. Un antropólogo o un arqueólogo podrán ver el suelo como un tipo de registro del pasado. (Jaramillo Jaramillo, 2002, pág. v),

El suelo es “Superficie de la Tierra, Agr. Conjunto de materias orgánicas e inorgánicas de la superficie terrestre, capaz de sostener vida vegetal”. (Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC), n.d).

La edafología nos enseña cómo utilizar el suelo para el máximo aprovechamiento de sus diferentes funciones. Es una ciencia aplicada que inspira las técnicas y prácticas más adecuadas para la consecución de tales objetivos. Pero también es una ciencia de fundamentos teóricos importantes que es necesario conocer para orientar con criterios seguros el trabajo de los técnicos y científicos. La ciencia del suelo, que se constituyó como tal hace poco más de cien años, tiene ya una historia rica en la que se fueron acuñando conceptos y métodos que sirvieron para interpretar el complejo comportamiento del suelo, con seguridad uno de los entes naturales de composición y dinámica más diversas y heterogéneas. De acuerdo con (Días & Viqueira, 2011) . , en el libro La ciencia del suelo: Historia, concepto y método.

La Pedología, en donde se considera el suelo como un cuerpo natural cuyas propiedades interesan para establecer su origen y su clasificación, sin importar sus posibilidades de uso y la Edafología, en donde el suelo es tomado como el soporte para las plantas, es decir, se estudia desde un punto de vista netamente práctico, orientado a obtener los mejores rendimientos agropecuarios posibles. (Lyttleton y Buckman, 1944). (Jaramillo Jaramillo, 2002, pág. vi). , lo especifica en el libro Introducción a la ciencia del suelo.

Es importante realizar un estudio de suelos para determinar los cultivos que se pueden desarrollar para la productibilidad sostenible.

Se entiende por levantamiento de suelos el conjunto de investigaciones necesarias para caracterizar, clasificar, delimitar y representar, en un mapa, los diferentes suelos de una región, para luego interpretar la aptitud que tienen para un uso determinado y predecir su comportamiento y productividad bajo diferentes sistemas de manejo (Forero, 1984). El concepto levantamiento de suelos puede considerarse sinónimo de “mapeo de suelos”. El proceso de caracterizar un suelo consiste en describir y cuantificar, hasta donde sea posible, sus características (rasgos que pueden medirse o estimarse), de modo que se puedan establecer sus propiedades (rasgos derivados de la interacción de características) y deducir sus

cualidades (comportamientos definidos por la interacción de características y propiedades); estos elementos pueden ser evaluados en el campo, mediante el estudio del perfil del suelo o en el laboratorio, mediante análisis más detallados. Según (Jaramillo Jaramillo, 2002, pág. 479) . , en el libro *Introducción a la ciencia del suelo*.

Con más de cuatro décadas, el Laboratorio Nacional de Suelos del Instituto Geográfico Agustín Codazzi posee una experiencia en el análisis de los suelos. Su misión es de investigar y originar información solicitada para el inventario y monitoreo de los suelos, aguas y tejido vegetal.

Las investigaciones realizadas por el Laboratorio de Suelos de Colombia están respaldadas por las políticas implementadas por el Sistema de Gestión de la Calidad Integrado, dirigido al mantenimiento de la organización y de las condiciones con las cuales los análisis son planeados, realizados, monitoreados, registrados, reportados y archivados con el fin de poder mantener la evidencia objetiva de la competencia de acuerdo con las normas ISO 9001:2000 e ISO/IEC 17025:2005. Lo señala (Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC), n,d).

... De acuerdo con la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO, por sus siglas en inglés), el estado de los suelos del planeta es “decadente”. Este recurso, según sus análisis, está sometido a toda clase de amenazas, entre las cuales se cuentan las derivadas del cambio climático y la mala calidad ambiental y aunque América Latina y el Caribe tienen la reserva de tierra cultivable más grande del planeta, el 14 por ciento de la degradación mundial está ocurriendo en la región. La situación preocupa a la FAO, que considera que el cuidado y la preservación de los suelos en el mundo es fundamental para erradicar el hambre y alcanzar un desarrollo sostenible en los terrenos agrícolas. Pensando en esto, la Asamblea General de las Naciones Unidas declaró el 2015 Año Internacional de los Suelos, con el objetivo de promover una mejora de las prácticas agrícolas y preservar los recursos naturales, sin que se afecte la producción de alimentos. Dicho propósito también ha sido

trazado por organismos y autoridades colombianos, pues estudios llevados a cabo sobre el estado de los suelos en todo el país por el Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC), en alianza con los ministerios de Ambiente y Vivienda, Corpoica, el Instituto Von Humboldt y Parques Nacionales, muestran que estos no están siendo usados de manera correcta. (Cardona, 2015)

### **Capacidad de uso del suelo.**

La capacidad de uso del suelo es una forma de clasificación de los suelos, permitiendo su agrupación en clases de Capacidad de Uso. Facilita información básica que muestra potencialidades del suelo, la problemática de manejo, su necesidad, limitación de uso, riesgo y práctica de acuerdo con su capacidad de uso y así darle un manejo apropiado y tratamiento necesario para mantener su productividad, para el desarrollo sostenible.

### **Zonificación del suelo.**

Zonificación indica la división de un área geográfica en sectores homogéneos (capacidad productiva, grado de riesgo, conservación ambiental, entre otras). Es importante para la toma de decisiones en la agricultura y necesaria para la planificación y el desarrollo convirtiendo en territorio inteligente mejorando la calidad de vida de los campesinos, siendo el Santander uno de los departamentos que han sido azotados por la violencia por los grupos armados ilegales y el narcotráfico.

“Se entiende como zonificación un proceso dinámico mediante que se identifican y delimitan áreas relativamente homogéneas, ambientalmente sostenibles, económicamente viables y socialmente justas a partir del análisis y síntesis integral de criterios físicos, sociocosistémicos y socioeconómicos”. ((UPRA), 2019, pág. 9).

En el proceso del posconflicto unos de los puntos es la zonificación del territorio, En el numeral 1.1.10. Cierre de la frontera agrícola y protección de zonas de reserva: con el propósito de delimitar la frontera agrícola, proteger las áreas de especial interés ambiental y generar para la población que colinda con ellas o las ocupan, alternativas equilibradas entre medio ambiente y bienestar y buen vivir, bajo los principios de Participación de las comunidades rurales y Desarrollo sostenible, el Gobierno Nacional: Desarrollará en un plazo no mayor a 2 años un plan de zonificación ambiental que delimite la frontera agrícola y que permita actualizar y de ser necesario ampliar el inventario, y caracterizar el uso de las áreas que deben tener un manejo ambiental especial, tales como: zonas de reserva forestal, zonas de alta biodiversidad, ecosistemas frágiles y estratégicos, cuencas, páramos y humedales y demás fuentes y recursos hídricos, con miras a protegerla biodiversidad y el derecho progresivo al agua de la población, propiciando su uso racional... Lo menciona los autores (Márquez, Catatumbo, Álape, Benítez, & Nylander, 2016) en el ACUERDO FINAL PARA LA TERMINACIÓN DEL CONFLICTO Y LA CONSTRUCCIÓN DE UNA PAZ ESTABLE Y DURADERA.

### **Bases de datos Geográficas.**

El término base de datos surgió en el año 1963. Una Base de Datos Geográfica es un conjunto de datos geográficos organizados que permiten la digitalización, análisis y la administración del territorio en un SIG, la base de datos utiliza la implantación de servicios geográficos relacionados con los Datos Espaciales y su contenido es la producción cartográfica.

Una Base de Datos Geográfica (BDG) es un conjunto de datos geográficos organizados de tal manera que permiten la realización de análisis y la gestión del territorio dentro de aplicaciones de Sistemas de Información Geográfica (SIG). Además, una BDG se utiliza de soporte para la implantación de servicios geográficos relacionados con las Infraestructuras de Datos Espaciales (IDE), y su contenido es la base fundamental en los procesos de producción cartográficos. (Íbero, n.d)

La diferencia entre una base de datos alfanumérica y una base de datos espacial está dada porque esta última puede contener, adicionalmente a lo que contiene una alfanumérica, datos espaciales descritos por su geografía, posición absoluta, posición relativa y las relaciones espaciales entre ellos, cada una de estas bases de datos realiza un trabajo distinto. Los atributos no gráficos son guardados en tablas y manipulados por medio de un sistema de bases de datos y los atributos gráficos son guardados en archivos o campos especiales de la base de datos y manejados por el software de un sistema SIG. Además, los sistemas de información Geográfica tienen la capacidad para combinar datos gráficos (espaciales) con datos tabulares (descriptivos).

### **Sistema de Información Geográfica (SIG).**

Los SIG es el conjunto de herramientas que integra y relaciona diversos elementos, los usuarios, hardware, software y procesos. La información obtenida es georreferenciada y procedente del mundo real o espacio físico, se captura, almacena, manipula, analiza, y despliega la información de manera lógica y coordinada, para obtener resultados determinados o generales de una consulta.

Los Sistema de Información Geográfica están diseñado para trabajar con datos referenciados con respecto a coordenadas espaciales o geográficas y distintas bases de datos, permitiendo crear información gráfica (mapas). Han sido utilizados para investigaciones científicas, impacto ambiental, cartografía, planificación urbana y rural, marketing, entre otros.

En un SIG se utilizan herramientas gráficas y alfanuméricas completas que tienen procedimientos y aplicaciones para la captura, almacenamiento, consultar, análisis y visualización de la información georreferenciada. Así los sistemas de información geográfica (SIG) ayudan al público o al usuario realizar consultas para satisfacer las necesidades de

información. Sin duda vivimos en una sociedad en el cual la información y la tecnología son fundamentales donde los SIG es la tecnología para el manejo de información geográfica.

Los SIG móviles inician en los 90 para satisfacer las necesidades del trabajo de campo en lo levantamientos de información y mantenimiento de redes de infraestructura, funcionando de modo desconectado. Después funcionan 3G, 4G, los SIG móviles están conectados a la WEB formando parte de los SIG WED. Desde entonces forman parte de nuestro vivir ya que son necesarios y prácticos al público usándoles en todo tiempo y en cualquier lugar, usando aplicaciones que permiten ubicación espacial en tiempo real, acceder a lugares, ubicar amigos entre otras.

Hay aplicaciones SIG para iOS, el sistema operativo de iPhone, iPod touch e iPad.

**ArcGIS.** Es una aplicación para utilizar los mapas, utiliza tu ubicación actual, descubre información acerca de lo que ves, realizar consultas, medir distancias, áreas de interés, compartir los mapas con otros usuarios, entre otras. En ArcGIS.com también tiene herramientas para elaborar mapas personalizados y usarlos en ArcGIS. Es más potente el ArcPad.

**GIS Kit & GIS PRO.** Posee un dibujo de elementos puntuales, lineales y poligonales. Se puede tomar datos sin 3G o WIFI. Guarda información, Importación y exportación sencilla de datos por medio del correo electrónico o de iTunes y su formato de importación de Archivo es de SHP y KML. GIS Pro tiene funciones de exportación de archivos SHP, soporte WMS y datos raster.

**GISRoam.** Es un GIS móvil profesional y lleva raster y shapefiles a todas partes. Permite la visualización, simbología, edición, entre otras.

**Google Maps.** Disponible para iPhone, tiene un sistema de navegación GPS gratuito y navegación paso a paso guiada por voz, indicaciones de ruta en transporte público, indicaciones de rutas a pie, en coche, en bici y en transporte público, información del tráfico en tiempo real para evitar los trancones, descubrir lugares donde comer, beber, comprar y divertirse y mucho más.

Entre otras además hay herramientas para editar y visualizar mapas sin capacidades propias de un auténtico SIG:

**City Maps 2Go.** Mapas interactivos ilimitados offline y guías de viaje de Wikipedia para todo el mundo. No necesita roaming de datos ni WiFi.

**Google Earth.** Explora países lejanos, búsquedas de ciudades, sitios y empresas. Busca capas como carreteras, sitios, fotografías, entre otras. Además, tiene mapas de aviones en el aire, recorridos de ciudades, terremotos en tiempo real, senderos, etc.

Estamos en un mundo cibernético que está en nuestras manos para satisfacer las necesidades, para utilizarlas en cualquier momento y en cualquier lugar.

### **Estudio general de suelos y zonificación de tierras del departamento del Santander.**

Santander, cuarto departamento del país con mayor sobrecarga agropecuaria. Estudios de la entidad muestran que el 16% del país ya cuenta con suelos ‘enfermos’ por la sobreutilización agropecuaria, porcentaje que abarca 18,2 millones de hectáreas. Sin embargo, son 20 los departamentos que deben estar bajo la retina pública, ya que además de contar con gran parte de su área con estos suelos, son vulnerables a los derrumbes y a las inundaciones. Santander, con el 43,2% de su área sobrecargada, es el cuarto departamento en sobreutilización, con un total de 1,3 millones de hectáreas. El 95% de sus 87 municipios tienen por lo menos el 25% de su área con este conflicto, pero los más críticos son Charta (73%), Guavatá

(72%), Rionegro (71%), Palmar (71%) y San Gil (69%). El IGAC indicó que las zonas montañosas del centro, sur y oriente del departamento, ya cuentan con suelos ya catalogados bajo amenaza por poder presentar derrumbes. Entre tanto, los terrenos aledaños a los ríos Magdalena, Ermitaño, Carare, San Juan, Suárez, Opón, Sogamoso y Lebrija, son los más vulnerables a las inundaciones. Lo estudia (Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC), n.d) .

### **Clasificación de la cobertura y análisis de usos del suelo.**

La cobertura comprende todos los materiales físicos sobre la superficie terrestre como la vegetación, la formación rocosa, cuerpos de agua y los elementos antrópicos, que ayudan a explicar el comportamiento territorial. Con el crecimiento demográfico se genera centros poblados transformando su entorno y con su actuación altera físicamente su entorno urbano o rural generando cambios fuertes en la cobertura y uso.

Los estudios de cambios de cobertura y usos del suelo son importantes, porque permiten saber sus transformaciones en el tiempo, para la toma de decisiones ambientales y sociales. A través de la fotointerpretación de imágenes de satélite y las visitas a campo para la validación de la información.

Estas relaciones, hombre – medio ambiente o entre el ambiente y los procesos ligados a la economía social, se manifiestan o materializan como cambios en la cobertura y uso del suelo (Lambin, 1997; Vaitkus y Vaitkuvienė, 2005; Chen y Yang, 2008) y han sido reconocidos desde hace más de dos décadas, como causa importante de cambios en el ambiente global (Turner, 1989) con implicaciones diversas con otras afectaciones ambientales como el cambio climático y el ciclo del carbono, sustentabilidad agrícola, capacidad productiva de ecosistemas, recarga y

abastecimiento de acuíferos y servicios ambientales (Lepers et al., 2005; García y Mas, 2008). So menciona (González, Serrano, Cifuentes, & Flores , 2010)

### **Inteligencia Territorial y Justicia Territorial.**

La Inteligencia Territorial (IT) nace hace aproximadamente tres décadas en Europa, para hacer frente a las necesidades de las personas y a las vulnerabilidades ambientales. Se ha aplicado en los continentes de Asia, África, Anglo-América y América Latina.

Uno de los grandes desafíos a nivel internacional es transformar nuestro planeta, que ha sido atropellado ambientalmente por el hombre por más de 2.000 años, consecuencia de esta contaminación está generando un calentamiento global.

La Universidad Distrital Francisco José de Caldas (UDFJC), facultad de Ingeniería, en el año 2013 realizó su primer Seminario Territorios Posibles e Inteligencia Territorial, participo el científico Argentino Horacio Bozzano. “Entendemos la Inteligencia Territorial como el campo científico multidisciplinario que promueve y trabaja científicamente para dar respuesta a identidades, necesidades y sueños/expectativas, con el propósito de producir transformaciones y justicia cognitiva global mediante prácticas de justicia social ambiental global”. Lo cita (Universidad Distrital Francisco José de Caldas, 2013).

Tal como se trabaja e investiga en la INTI, nace hace aproximadamente tres décadas con un grupo de científicos europeos –economistas, geógrafos, comunicadores, informáticos, antropólogos, etc- y actores territoriales, coordinados por Jean-Jacques Girardot, quienes desarrollaron un método científico – denominado más tarde Catalyse- para dar respuesta a las necesidades de las poblaciones y los ambientes más vulnerables en Europa. “Desde la creación del método Catalyse, el cual va prefigurando la Inteligencia Territorial, hasta el estadio de desarrollo actual de la Red Internacional INTI de Inteligencia

Territorial, es posible reconocer seis hitos que jalonan la creación y el desarrollo de la Inteligencia Territorial. 1 El método Catalyse, prehistoria de la inteligencia territorial, 2 Inteligencia territorial, enfoque científico multidisciplinario y participativo; 3 Inteligencia territorial, un enfoque “polidisciplinario”; 4 Inteligencia territorial orientada hacia el desarrollo sostenible; 5 El nacimiento de una cooperación científica con América Latina; 6 Definición concreta de una agenda global de transición socio-ecológica para impulsar agendas locales participativas.” (Girardot; 2012:30-37; en Bozzano et al, 2012).Según (Bozzano , Geografía e Inteligencia Territorial, 2013) .

### **APP o aplicación móvil.**

Asimismo llamada Application, aplicación o apli, es una aplicación informática creada para ser ejecutada en teléfonos inteligentes, tabletas y otros dispositivos móviles. La aplicación móvil debe corresponder al sistema operativo del aparato ya sea Android, Apple, Microsoft y BlackBerry, estos tienen tiendas (Google Play, Windows Phone Store, App Store, BlackBerry World) para descargar las aplicaciones e instalar, se encuentran gratuitas o de pago.

Aparecieron las aplicaciones móviles a finales de los 90, eran como la agenda, Arcade, Games, los emails entre otras, era sencilla su utilización y aplicación.

En la evolución de los se dio por la tecnología protocolo de aplicaciones inalámbricas o WAP (Wireless Application Protocol) y la transmisión de datos (EDGE).

La tecnología Apple lanza el iPhone al mismo tiempo llegan los Smartphone, como el Android, inicia el mundo cibernético, dando inicio al desarrollo tecnológico. Cada vez es más innovadora y más potente convirtiéndose en una necesidad, la podemos llevar a cualquier lugar ya que hay variedad de plataformas que podemos acceder, permitiendo ubicación, visualización, digitalización, entre otras, dependiendo la necesidad del usuario.

“*SEPA móvil*. La herramienta desarrollada por el Instituto de Clima y Agua del INTA (El Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria), permite al sector agropecuario, conocer las características edafológicas, obtener información actualizada de las principales variables climáticas y el estado de vegetación de Argentina. Recibió el premio a la mejor aplicación del agro en el Geospatial World Forum de Lisboa, Portugal.

**Agrosolución.** Es una aplicación que permite identificar la plaga, accediendo a información acerca de los productos específicos que están disponibles para mitigarla, los lugares de distribución y distancia, valores y disponibilidad. Los investigadores del Centro de Evaluación Rosario en Chile (CER), creadores de esta aplicación al mundo de la agricultura para la toma de decisiones.

En la actualidad no hay una aplicación móvil que permita a los académicos, profesionales, científicos, agricultores u otra persona que desee saber el estudio general de suelos y zonificación de tierras de Colombia, para dar soluciones que les permitan optimar su productividad así mejorar su entorno y bienestar.

### **Métodos Territorii y Stlocus e Investigación-Acción-Participativa.**

Territorii, del latín tierra, que pertenece a alguien, nació en la década de 1990 con territorios reales, pensados y posibles, como una manera de aportar desde la ciencia visiones alternativas superadoras del statu quo, la crítica y la resistencia. Hoy, en resumen, Territorii (Bozzano, 2000, 2009, 2013) es un método que, mediante 12 a 15 técnicas sociales y espaciales, trabaja de manera integral con un objeto, proyecto o proceso en tres fases –estudio, intervención y transformación- para entender, comprender, problematizar y trabajar en posibles soluciones sociales, ambientales y otras, en un pensar hacer y política situadas. (Bozzano, Territorios posibles y utopías reales. Aportes a las teorías de la transformación: inteligencia territorial y justicia territorial, 2017, pág. 77)

Los objetivos centrales del Método Stlocus son: 1) definir científicamente con aporte de las comunidades locales cada uno de los lugares dentro de ciudades, periferias urbanas, pueblos y zonas rurales; y 2) conocer mejor los problemas y las posibles soluciones a trabajar con la gente en cada lugar en el corto, mediano y largo plazo. En ese sentido el diálogo a incentivar es en la presente ponencia el objetivo que refuerza la idea de acercar al campo del turismo métodos que habiendo surgido en las ciencias sociales, puedan dar cuenta de iniciativas válidas para la transformación de territorios turísticos con diferente grado de desarrollo o en proceso de consolidarse la práctica turística a través de la valorización de determinados atractivos naturales y culturales. ). (Gliemmo & Bozzano, n.d, pág. 128)

El vocablo Stlocus deriva del latín antiguo que significa “lugar de algo y de alguien”. Un método es, desde los antiguos griegos, un camino para llegar a algo. El Método Stlocus tiene más de dos décadas de evolución, con ensayos, errores y aprendizajes.<sup>28</sup> Si nuestro triple objeto –estudio, intervención, transformación- refiere en mayor o menor medida a los cuatro tipos de transformación que hemos ido reconociendo en tres décadas, estaremos trabajando en mejores condiciones por una ciencia con la gente y para la gente. Nos referimos a transformaciones: a) de cada individuo en cuerpo y alma, b) de cada individuo en comunidad y en sociedad, c) en nuestras conductas con el ambiente y el territorio, y d) en la incidencia en tomas de decisiones más próximas a procesos alternativos (Bozzano, 2014). (Gliemmo & Bozzano, n.d, pág. 134)

### **Estado de avance del proyecto**

**Fase 1.** – Recopilar y Analizar imágenes de satélite suministradas por earth explorer y planet, para digitalización y visualización de los cambios de usos y coberturas del suelo, por medio del software para determinar el índice de vegetación.

**Fase 2.** – Una base referencias bibliográficas que permitan realizar un análisis de cambios de usos y coberturas, aplicaciones móviles del estudio general de suelos y zonificación de tierras, así como en it, jt e iap.

**Fase 3.** – Buscar información incluyendo cartografía del estudio general de suelos y zonificación de tierras del departamento del Santander de la entidad Distrital Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC), para la discriminación de usos del suelo.

**Fase 4.** – Describir el proceso metodológico de la aplicación móvil: su procesamiento y presentación de los resultados.

**Fase 5.** – Estudiar la aplicabilidad de los Métodos Territorii y Stlocus para ofrecer aportes en procesos de Inteligencia y Justicia Territorial en futuras investigaciones de maestría y Doctorado.

### **Objetivos Generales**

- Desarrollar una aplicación que identifique los cambios de uso y cobertura a nivel departamental.
- Desarrollar una aplicación móvil de geolocalización que permita brindar información de usos de suelos y zonificación de tierras del departamento de Santander.
- Ofrecer aportes para la formulación de un proyecto científico (Doctorado) para ejecutar una segunda fase del aplicativo móvil con Inteligencia y Justicia Territorial mediante la aplicación de los Métodos Territorii y Stlocus con Investigación-Acción-Participativa (Orlando Fals Borda).

## **Objetivos Específicos**

- Diseño de la aplicación móvil de los cambios de usos y cobertura del departamento de Santander.
- Diseño de la aplicación móvil del estudio general de suelos y zonificación de tierras del departamento de Santander.
- Analizar, comprender el funcionamiento y comportamiento de la geolocalización, en dispositivos móviles.
- Explicar metodológicamente la importancia de la aplicación móvil en el proceso del posconflicto, para el desarrollo sostenible del departamento del Santander.
- Evaluar el correcto funcionamiento de la aplicación móvil mediante prueba piloto.
- Explicar el desarrollo y funcionamiento de la aplicación, en un artículo científico.

## **Justificación del proyecto de aplicación**

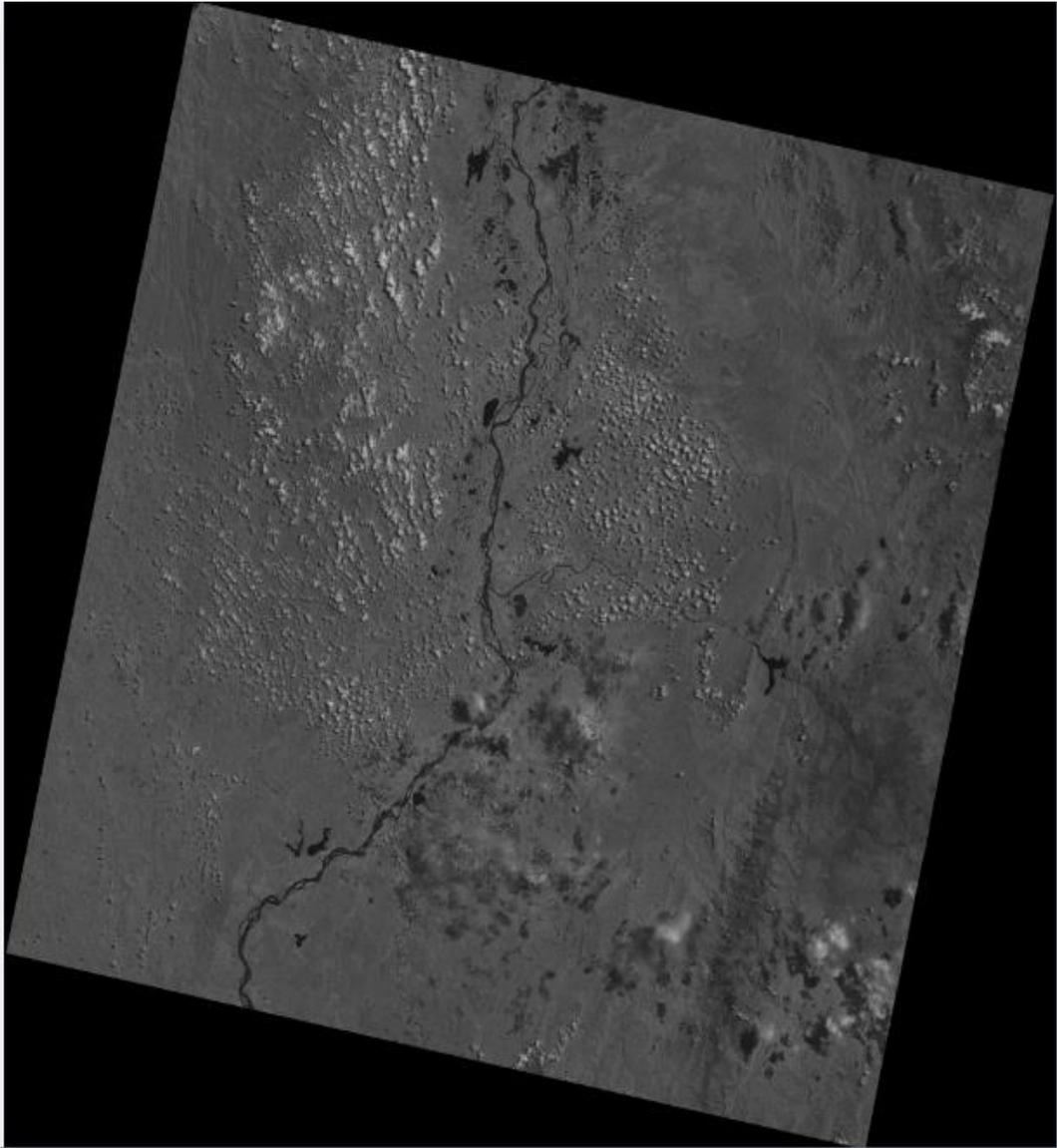
En la aplicación móvil se encuentran algunos conceptos que fueron obtenidos durante la carrera se han podido desarrollar involucrando aspectos ambientales, cartografía, datos espaciales, entre otros ya que no se encontró en la investigación ningún documento de aplicaciones móviles del estudio general de suelos y zonificación de tierras de Colombia. En el marco conceptual permite tener un desarrollo sostenible para mejorar la vida de campesinos que han sido azotados por la violencia, mitigando el hambre, la pobreza, el deterioro ambiental por el mal uso del suelo.

La Ingeniería Catastral y Geodesta tiene su importancia en la posibilidad de mitigar problemas de ordenamiento territorial, para el desarrollo sostenible con la utilización de la tecnología móvil.

## Presupuesto

|                                   | Valor (COP)          |                         |
|-----------------------------------|----------------------|-------------------------|
| Director el proyecto              | \$ 5.000.000         | <b>Recursos propios</b> |
| Auxiliar de Ingeniería            | \$ 2.000.000         |                         |
| Materiales e Insumos de papelería | \$ 1.000.000         |                         |
| Software                          | \$ 2.000.000         |                         |
| Material Bibliográfico            | \$ 2.000.000         |                         |
| Otros                             | \$ 2.000.000         |                         |
| Valor Total del Proyecto          | <b>\$ 14.000.000</b> |                         |

**Zona de estudio**



*Figura 1.* Bucaramanga. Imagen Landsat 8, año 2014

## Visitas a terreno

### Registro fotográfico

Para la toma de coordenadas se utilizó un APP llamada Guarda Ubicación GPS, al compartir la información es vista desde Google maps.



Figura. 2. Guarda Ubicación GPS.

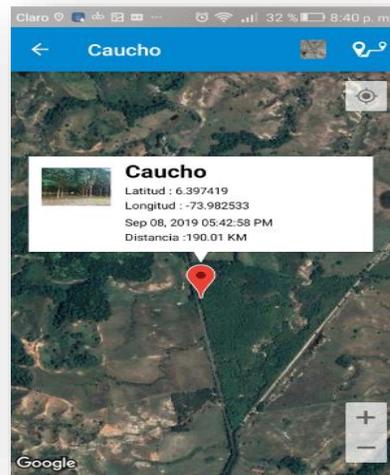


Figura 3. Vista desde la Aplicación Móvil Cultivo de Caucho

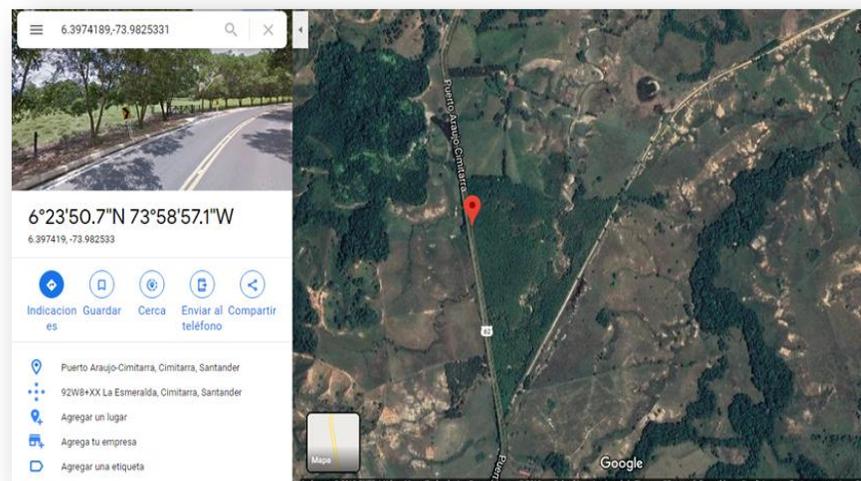
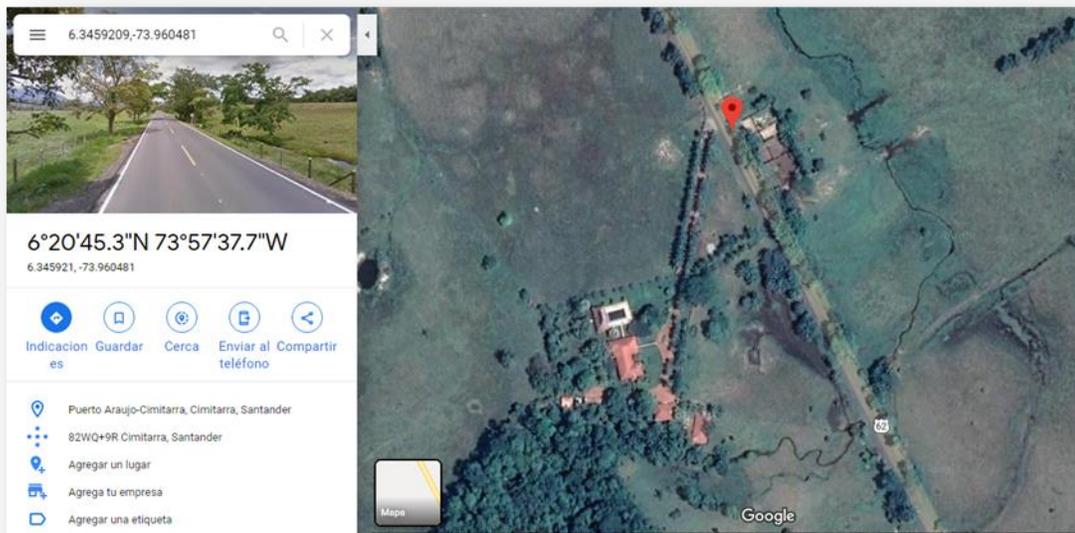


Figura 4. Vista Georreferenciada desde Google maps Cultivo de Caucho

*Fuente:* Nombre de la Ubicación: Caucho, Latitud: 6.397419, Longitud: -73.982533,  
Dirección: Nota: Fecha: Sep 08, 2019 05:42:58 PM  
Google Maps: <https://maps.google.com/maps?q=6.3974189%2C-73.9825331>  
Waze: <https://waze.com/ul?ll=6.3974189%2C-73.9825331&navigate=yes>  
Download App: <https://savelocationgps.com>  
GuardaUbicación:<https://savelocationgps.page.link?apn=com.rayo.savecurrentlocation&ibi=com.rayo.savelocation&link=https%3A%2F%2Fsavelocationgps.com%3Flatitude%3D6.3974189%26longitude%3D-73.9825331%26name%3DCAUCHO%26address%3D%26note%3D>



*Fotografía 1.* Cultivo de Caucho



*Figura 5.* Vista Georreferenciada desde Google maps cultivo Palmas de botella y Ganadería

Fuente: Nombre de la Ubicación: Palmas de botella y ganadería, Latitud: 6.345921, Longitud: -73.960481, Dirección: Nota: Fecha: Sep 08, 2019 05:51:08 PM, Google Maps:  
<https://maps.google.com/maps?q=6.3459209%2C-73.960481>, Waze:  
<https://waze.com/ul?ll=6.3459209%2C-73.960481&navigate=yes>, Download App:  
<https://savelocationgps.com>, Guarda Ubicación:  
<https://savelocationgps.page.link?apn=com.rayo.savecurrentlocation&ibi=com.rayo.savelocation&link=https%3A%2F%2Fsavelocationgps.com%3Flatitude%3D6.3459209%26longitude%3D-73.960481%26name%3DPalmas%2520de%2520Botella%2520y%2520Ganader%25C3%25Aa%26address%3D%26note%3D>



Fotografía 2. Palmas de botella y ganadería

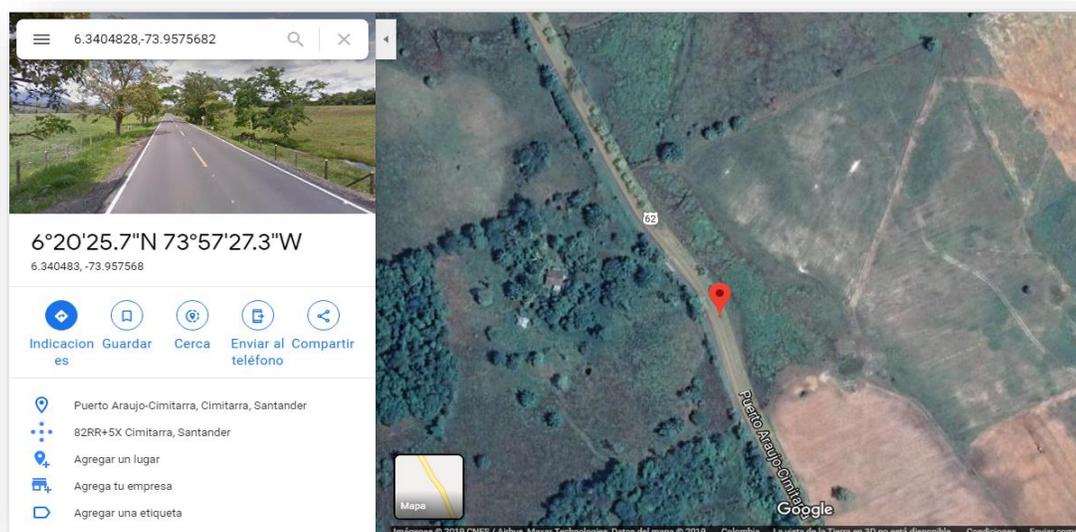
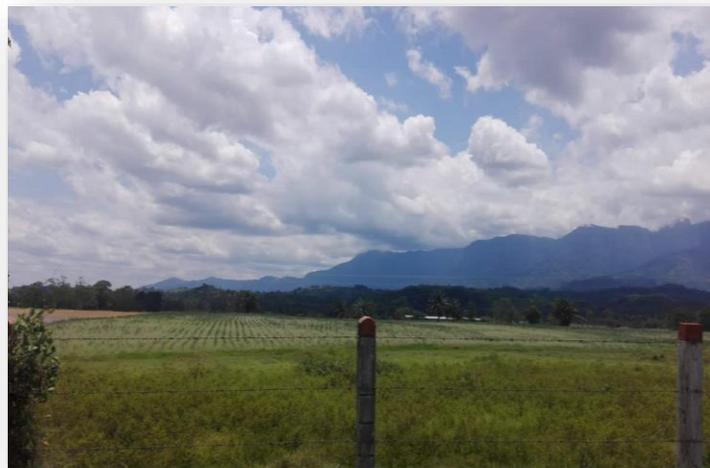
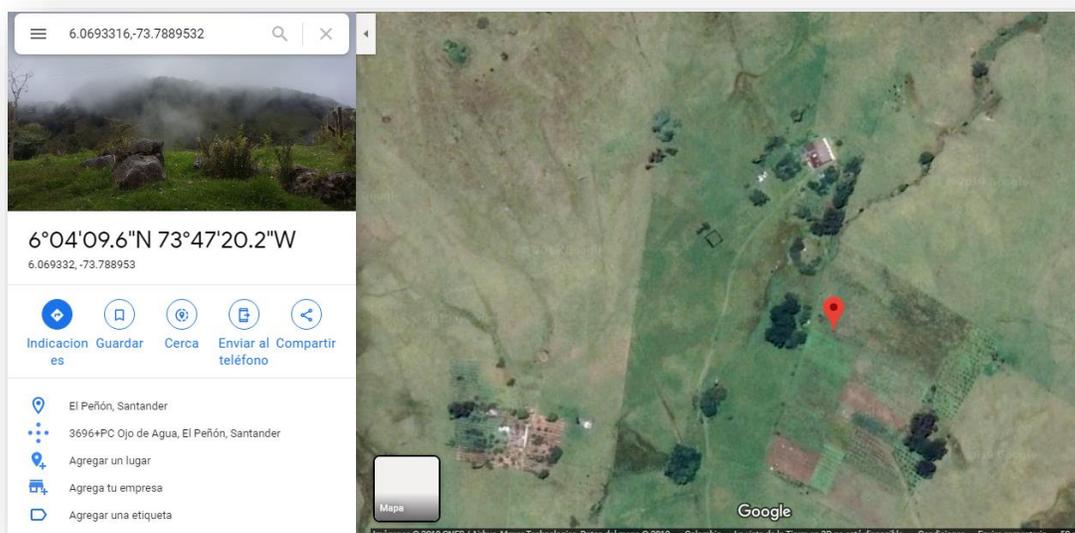


Figura 6. Vista Georreferenciada desde Google maps cultivo de Maíz

*Fuente:* Nombre de la Ubicación: Maíz, Latitud: 6.340483, Longitud: -73.957568, Dirección:  
, Nota: Fecha: Sep 09, 2019 11:36:11 AM, Google Maps:  
<https://maps.google.com/maps?q=6.3404828%2C-73.9575682>, Waze:  
<https://waze.com/ul?ll=6.3404828%2C-73.9575682&navigate=yes>Download App:  
<https://savelocationgps.com>Guarda Ubicación:  
<https://savelocationgps.page.link?apn=com.rayo.savecurrentlocation&ibi=com.rayo.savelocation&link=https%3A%2F%2Fsavelocationgps.com%3Flatitude%3D6.3404828%26longitude%3D-73.9575682%26name%3DMa%25C3%25ADz%26address%3D%26note%3D>



*Fotografía 3.* Vista desde Google Maps cultivo de Maíz

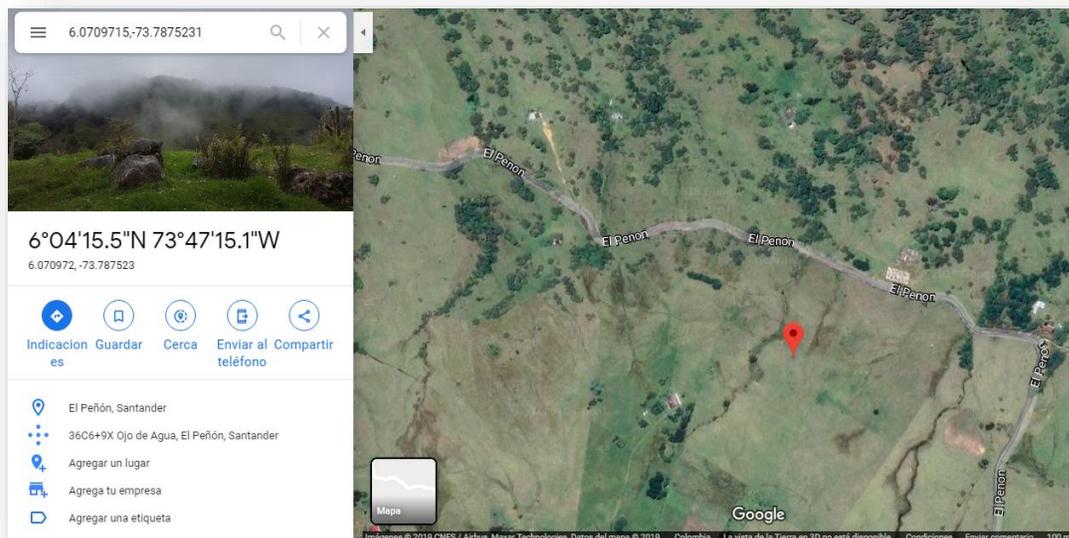


*Figura 7.* Vista Georreferenciada desde Google maps cultivo Tomate de árbol

*Fuente.* Nombre de la Ubicación: El ojo de agua, Latitud: 6.069332, Longitud: -73.788953, Dirección: El, Peñón Santander, Nota: Tomate de árbol, Fecha: Sep 16, 2019 09:18:40 AM, Google Maps: <https://maps.google.com/maps?q=6.0693316%2C-73.7889532>, Waze: <https://waze.com/ul?ll=6.0693316%2C-73.7889532&navigate=yes>, App: <https://savelocationgps.com>



*Fotografía 4.* Tomate de árbol

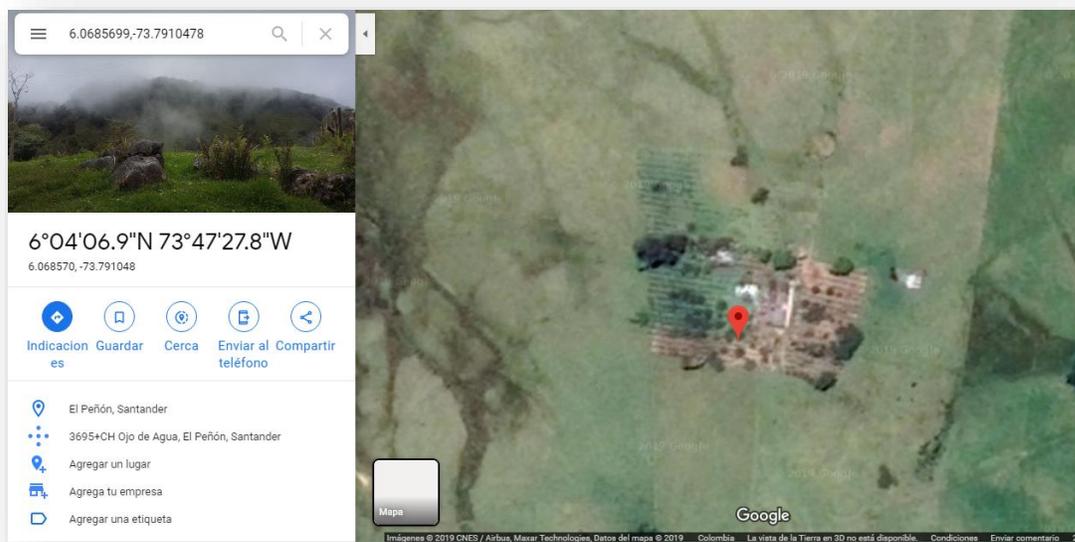


*Figura 8.* Vista Georreferenciada desde Google maps cultivo de Alverja

*Fuente:* Nombre de la Ubicación: Vereda el ojo de agua, Latitud: 6.070971, Longitud: -73.787523, Dirección: El peñón Santander, Nota: Alverja, Fecha: Sep 16, 2019 09:08:44 AM  
Google Maps: <https://maps.google.com/maps?q=6.0709715%2C-73.7875231>  
Waze: <https://waze.com/ul?ll=6.0709715%2C-73.7875231&navigate=yes>  
App: <https://savelocationgps.com/>



*Fotografía 5.* Cultivo de Alverja

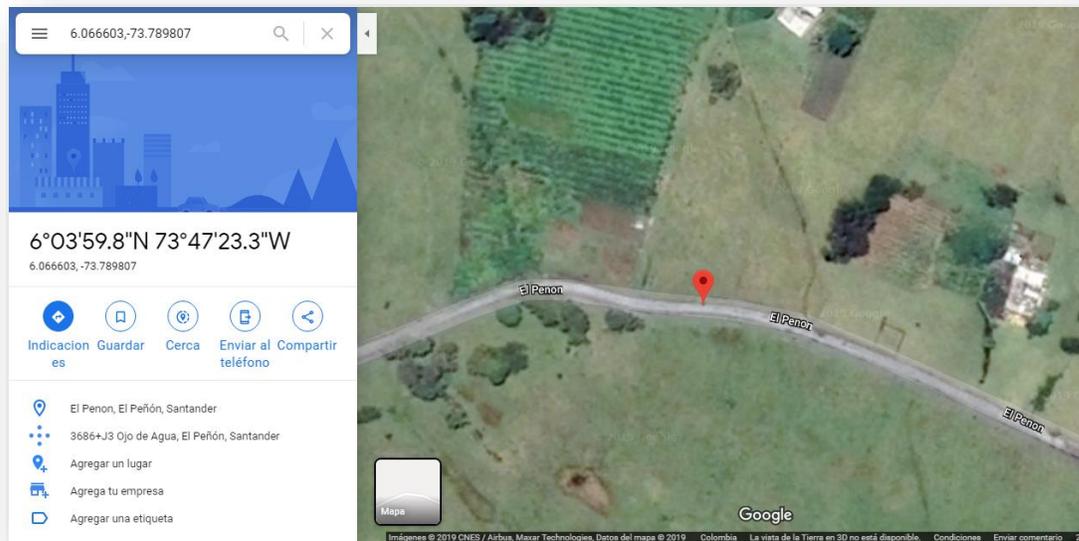


*Figura 9.* Vista Georreferenciada desde Google maps cultivos de Feijoa y Mora

*Fuente:* Nombre de la Ubicación: El ojo de agua, Latitud: 6.06857, Longitud: -73.791048, Dirección, El peñón Santander, Nota: Feijoa y Mora, Fecha: Sep 16, 2019 08:51:10 AM  
Google Maps: <https://maps.google.com/maps?q=6.0685699%2C-73.7910478>  
Waze: <https://waze.com/ul?ll=6.0685699%2C-73.7910478&navigate=yes>  
App : <https://savelocationgps.com/>



*Fotografía* 6. Cultivos de Feijoa y Mora



*Figura 8.* Vista Georreferenciada desde Google maps cultivo de Cebolla

*Fuente:* Nombre de la Ubicación: Finca nuevo horizonte, Latitud: 6.066603, Longitud: -73.789807,  
Dirección: Ojo de agua, Nota: Cebolla, Fecha: Sep 16, 2019 08:39:17 AM  
Google Maps: <https://maps.google.com/maps?q=6.066603%2C-73.789807>  
Waze: <https://waze.com/ul?ll=6.066603%2C-73.789807&navigate=yes>  
App : <https://savelocationgps.com/>



Fotografía 7. Cultivo de Cebolla

## Metodología

### Diagrama de flujo Cambios de usos y cobertura del suelo

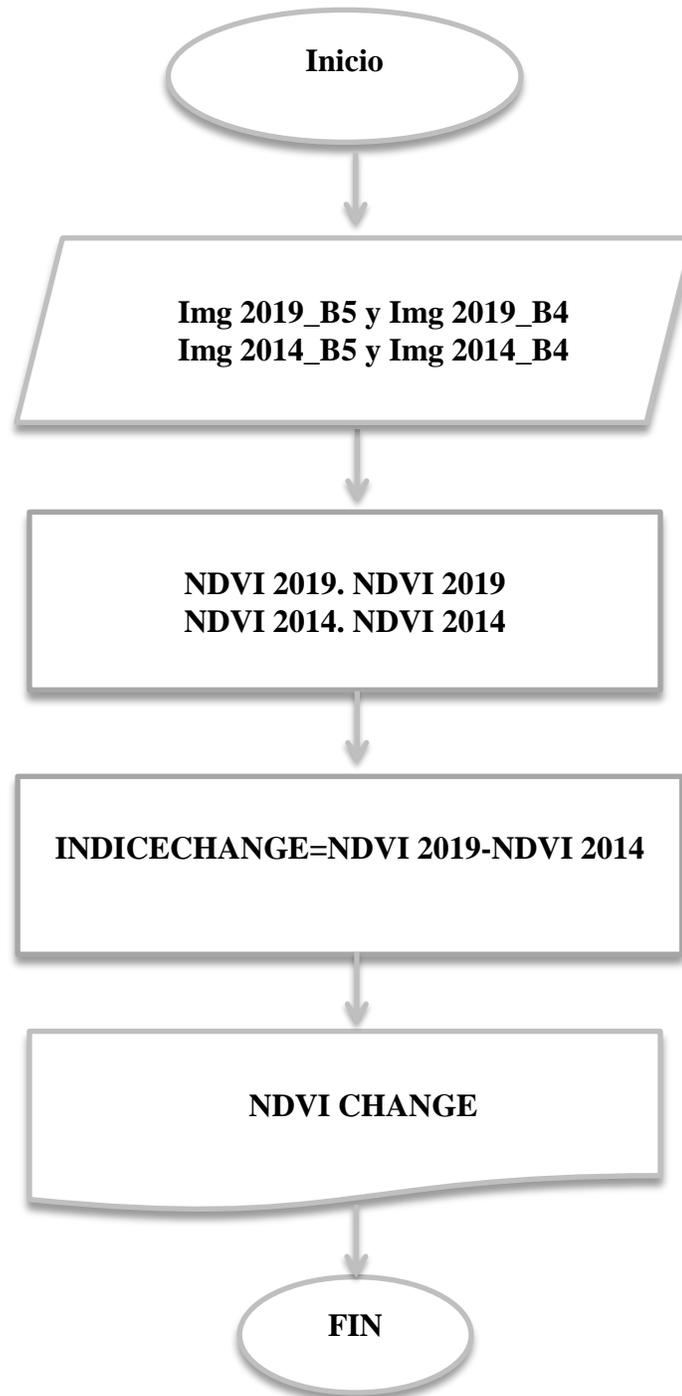


Figura 9. Diagrama de flujo Cambios de usos y cobertura del suelo. Elaboración propia.2019

## Conclusiones

Se generó el índice NVDI a partir de las imágenes Landsat 8 de año 2019 y 2014, para analizar los cambios de cobertura de algunos municipios de Santander como Girón, Piedecuesta y casco urbano y rural.

Se descargó las imágenes en tiempo seco ya que proporciona una respuesta espectral más confiable generando mayor reflectancia.

De acuerdo a la salida grafica los cambios de los índices de vegetación, NVDI 2014 y NVDI 2019 derivados de las imágenes de satélite Landsat 8, es mínimo los cambios de usos y cobertura, oscilando entre (- 0.50) y (+ 0.50) en los periodos de tiempo establecidos entre 2014 y 2019.

La escala a nivel Nacional de usos y cobertura que proveyó el IGAC, no tiene el suficiente detalle, para llegar a la densificación a escalas departamentales y/ o municipales que permitan una mayor precisión del análisis y de coberturas propuestas.

## **Recomendaciones**

Se recomienda para trabajos posteriores contar con la información completa para emprender el proyecto y alcanzar mejores resultados, que cuenten con mayor precisión de análisis o estudio.

También se debe tener en cuenta que se podría mejorarla interfaz de la aplicación, para que sea más ergonómica al usuario.

Además contar con satélites de alta resolución espacial, que permitan un mayor detalle para la discriminación de cobertura de tal manera que se pueda separar al detalle como el caso de los cultivos para su discriminación.

## Bibliografía

- (UPRA), U. d. (2019). *Escenarios prospectivos para el ordenamiento productivo del arroz en Colombia*. Bogotá.
- Bozzano , H. (06 de 2013). Geografía e Inteligencia Territorial. *Revista Geográfica Digital*.
- Bozzano, H. (2017). Territorios posibles y utopías reales. Aportes a las teorías de la transformación: inteligencia territorial y justicia territorial. *Arquetipo*.
- Cardona, V. (27 de 02 de 2015). *EL TIEMPO*. Recuperado el 24 de 11 de 2018, de <https://www.eltiempo.com/archivo/documento/CMS-15313755>
- Días, F., & Viqueira, F. (2011). *La ciencia del suelo: Historia, concepto y método*. Universidad Santiago de Compostela.
- Gliemmo, F., & Bozzano, H. (n.d). Propuesta de aplicación del Método Stlocus como aporte para definir lugares sustentables para la práctica turística. Estudio de caso: en Minas, Lavalleja (Uruguay). 128-148. La Plata.
- González, N., Serrano, B., Cifuentes, L., & Flores , M. (2010). Cambio de cobertura y uso del suelo en la cuenca del río Mololoa, Nayarit. *Bio Ciencias, I(01)*, 19-29.
- Íbero, E. G. (n.d). *Instituto Geográfico Nacional*. Recuperado el 20 de 11 de 2018, de <https://www.ign.es/web/resources/docs/IGNCnig/CBG-BD.pdf>
- IDEAM. (2012). *IDEAM*. Recuperado el 25 de Marzo de 2019, de <http://www.ideam.gov.co/web/ecosistemas/coberturas-tierra>

Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC). (n.d). *IGAC (Instituto Geográfico Agustín Codazzi)*. Recuperado el 19 de 11 de 2018, de <https://www.igac.gov.co/es/contenido/areas-estrategicas/agrologia/laboratorio-nacional-de-suelos>

Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC). (n.d). *IGAC (Instituto Geográfico Agustín Codazzi)*. Recuperado el 18 de 11 de 2018, de <https://www.igac.gov.co/es/contenido/glosario>

Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC). (n.d). *IGAC (Instituto Geográfico Agustín Codazzi)*. Recuperado el 28 de 11 de 2018, de <https://igac.gov.co/noticias/santander-cuarto-departamento-del-pais-con-mayor-sobrecarga-agropecuaria>

Jaramillo Jaramillo, D. F. (2002). *Introducción a la ciencia del suelo*. Medellín: Universidad Santiago de Compostela.

Universidad Distrital Francisco José de Caldas. (08 de 07 de 2013). *Universidad Distrital Francisco José de Caldas*. Recuperado el 28 de 11 de 2018, de <https://www1.udistrital.edu.co/novedades/particularNews.php?idNovedad=4554&Type=>

N

## Anexos

### Código

```
# -*- coding: utf-8 -*-
"""

@author: LAURA VELASCO
"""

from osgeo import ogr, gdal, osr
import numpy as np
import os
import matplotlib.pyplot as plt
import tkinter as tk

class Aplicacion:
    def __init__(self):
        self.valor=1
        self.ventana1=tk.Tk()
        self.ventana1.title("CAMBIOS EN LA VEGETACIÓN")
        self.label1=tk.Label(self.ventana1, text=self.valor)
        self.label1.grid(column=0, row=0)
        self.label1.configure(foreground="red")

        self.boton1=tk.Button(self.ventana1, text="SUBIR IMAGENES",
command=self.leer_imagenes)
        self.boton1.grid(column=0, row=1)

        self.boton2=tk.Button(self.ventana1, text="CALCULA CAMBIOS EN LA
VEGETACIÓN", command=self.Estimar_cambios)
        self.boton2.grid(column=0, row=2)
```

```

self.ventana1.mainloop()

def leer_imagenes(self):
    #ENTRADA RUTA O DIRECTORIO DE IMAGENES LANDSAT 8 PARA ESTE
    EJEMPLO SANTANDER 2014-2019
    #Img2019

    path_B5_2019=" ../Image20190203clip/LC08_L1TP_008055_20190827_20190903_01_T1_B5.
    TIF"

    path_B4_2019=" ../Image20190203clip/LC08_L1TP_008055_20190827_20190903_01_T1_B4.
    TIF"

    #Img 2014

    path_B5_2014=" ../Image20140205clip/LC08_L1TP_008055_20140728_20170420_01_T1_B5.
    TIF"

    path_B4_2014=" ../Image20140205clip/LC08_L1TP_008055_20140728_20170420_01_T1_B4.
    TIF"

    #ARCHIVOS DE SALIDA

    #SALIDA NDVI RASTER
    path_NDVI_2019 = '../Output/NDVI2019.tif'
    path_NDVI_2014 = '../Output/NDVI2014.tif'
    path_NDVICChange_19_14 = '../Output/NDVICChange_19_14.tif'

    #NDVI Contours
    contours_NDVICChange_19_14 = '../Output/NDVICChange_19_14.shp'

    #ABRE IMAGENES LANDSAT8 DE SANTANDER

```

```

B5_2019 = gdal.Open(path_B5_2019)
B4_2019 = gdal.Open(path_B4_2019)
B5_2014 = gdal.Open(path_B5_2014)
B4_2014 = gdal.Open(path_B4_2014)

#LEER BANDAS COMO ARREGLOS MATRICIALES
B52019_Data = B5_2019.GetRasterBand(1).ReadAsArray().astype(np.float32)
B42019_Data = B4_2019.GetRasterBand(1).ReadAsArray().astype(np.float32)
B52014_Data = B5_2014.GetRasterBand(1).ReadAsArray().astype(np.float32)
B42014_Data = B4_2014.GetRasterBand(1).ReadAsArray().astype(np.float32)
print(B5_2014.GetProjection()[:80])
print(B5_2019.GetProjection()[:80])
if B5_2014.GetProjection()[:80]==B5_2019.GetProjection()[:80]: print('SRC OK')

print(B52014_Data.shape)
print(B52019_Data.shape)
if B52014_Data.shape==B52019_Data.shape: print('Array Size OK')

print(B5_2014.GetGeoTransform())
print(B5_2019.GetGeoTransform())
if B5_2014.GetGeoTransform()==B5_2019.GetGeoTransform():
print('Geotransformation OK')

projection = B5_2014.GetProjection()
finalX = originX + pixelWidth * cols
originY = finalY + pixelHeight * rows
#Calcular el NDVI
ndvi2014 = np.divide(B52014_Data - B42014_Data, B52014_Data+
B42014_Data,where=(B52014_Data - B42014_Data)!=0)
ndvi2014[ndvi2014 == 0] = -999

```

```

ndvi2019 = np.divide(B52019_Data - B42019_Data, B52019_Data+
B42019_Data,where=(B52019_Data - B42019_Data)!=0)
ndvi2019[ndvi2019 == 0] = -999

def saveRaster(dataset,datasetPath,cols,rows,projection):
    rasterSet = gdal.GetDriverByName('GTiff').Create(datasetPath, cols,
rows,1,gdal.GDT_Float32)
    rasterSet.SetProjection(projection)
    rasterSet.SetGeoTransform(geotransform)
    rasterSet.GetRasterBand(1).WriteArray(dataset)
    rasterSet.GetRasterBand(1).SetNoDataValue(-999)
    rasterSet = None

saveRaster(ndvi2014,path_NDVI_2014,cols,rows,projection)

saveRaster(ndvi2019,path_NDVI_2019,cols,rows,projection)

#SALIDAS GRAFICAS DEL NDVI
extentArray = [originX,finalX,originY,finalY]
def plotNDVI(ndviImage,extentArray,vmin,cmap):
    ndvi = gdal.Open(ndviImage)
    ds2019 = ndvi.ReadAsArray()
    plt.figure(figsize=(20,15))
    im = plt.imshow(ds2019, vmin=vmin, cmap=cmap, extent=extentArray)#
    plt.colorbar(im, fraction=0.015)
    plt.xlabel('Este')
    plt.ylabel('Norte')
    plt.show()
    plotNDVI(path_NDVI_2014,extentArray,0,'YlGn')
    plotNDVI(path_NDVI_2019,extentArray,0,'YlGn')

```

```

    ndviChange = ndvi2019-ndvi2014
    ndviChange = np.where((ndvi2014>-999) & (ndvi2019>-999),ndviChange,-999)
    ndviChange
    saveRaster(ndviChange,path_NDVICChange_19_14,cols,rows,projection)
def Estimar_cambios(self):

    plotNDVI(path_NDVICChange_19_14,extentArray,-0.5,'Spectral')

    Dataset_ndvi = gdal.Open(path_NDVICChange_19_14)#path_NDVI_2014
    ndvi_raster = Dataset_ndvi.GetRasterBand(1)

    ogr_ds = ogr.GetDriverByName("ESRI
Shapefile").CreateDataSource(contours_NDVICChange_19_14)

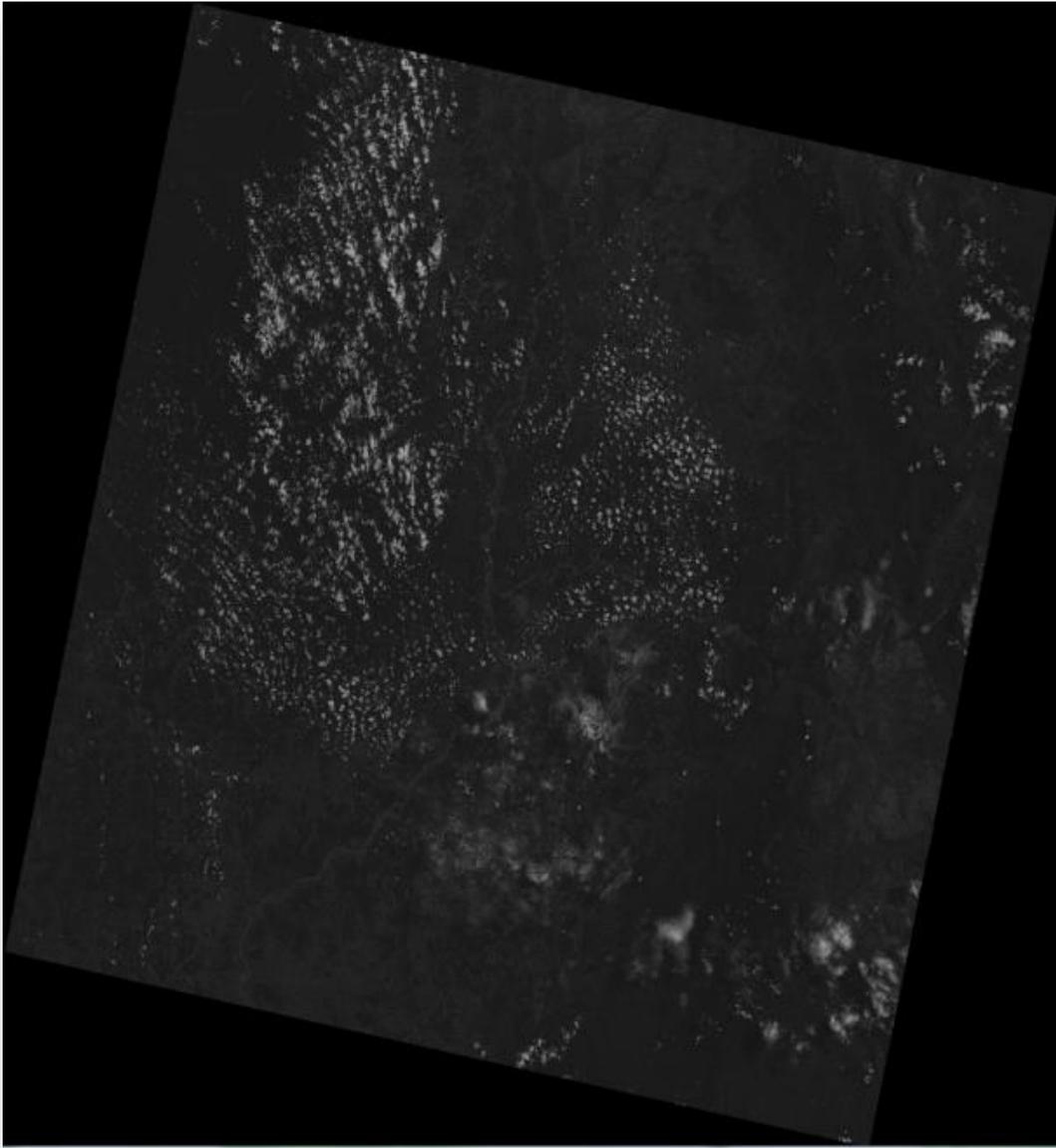
    prj=Dataset_ndvi.GetProjectionRef()#GetProjection()

    srs = osr.SpatialReference(wkt=prj)#
#srs.ImportFromProj4(prj)

    contour_shp = ogr_ds.CreateLayer('contour', srs)
    field_defn = ogr.FieldDefn("ID", ogr.OFTInteger)
    contour_shp.CreateField(field_defn)
    field_defn = ogr.FieldDefn("ndviChange", ogr.OFTReal)
    contour_shp.CreateField(field_defn)
#Generate Contourlines
    gdal.ContourGenerate(ndvi_raster, 0.1, 0, [], 1, -999, contour_shp, 0, 1)
    ogr_ds = None
aplicacion1=Aplicacion()

```

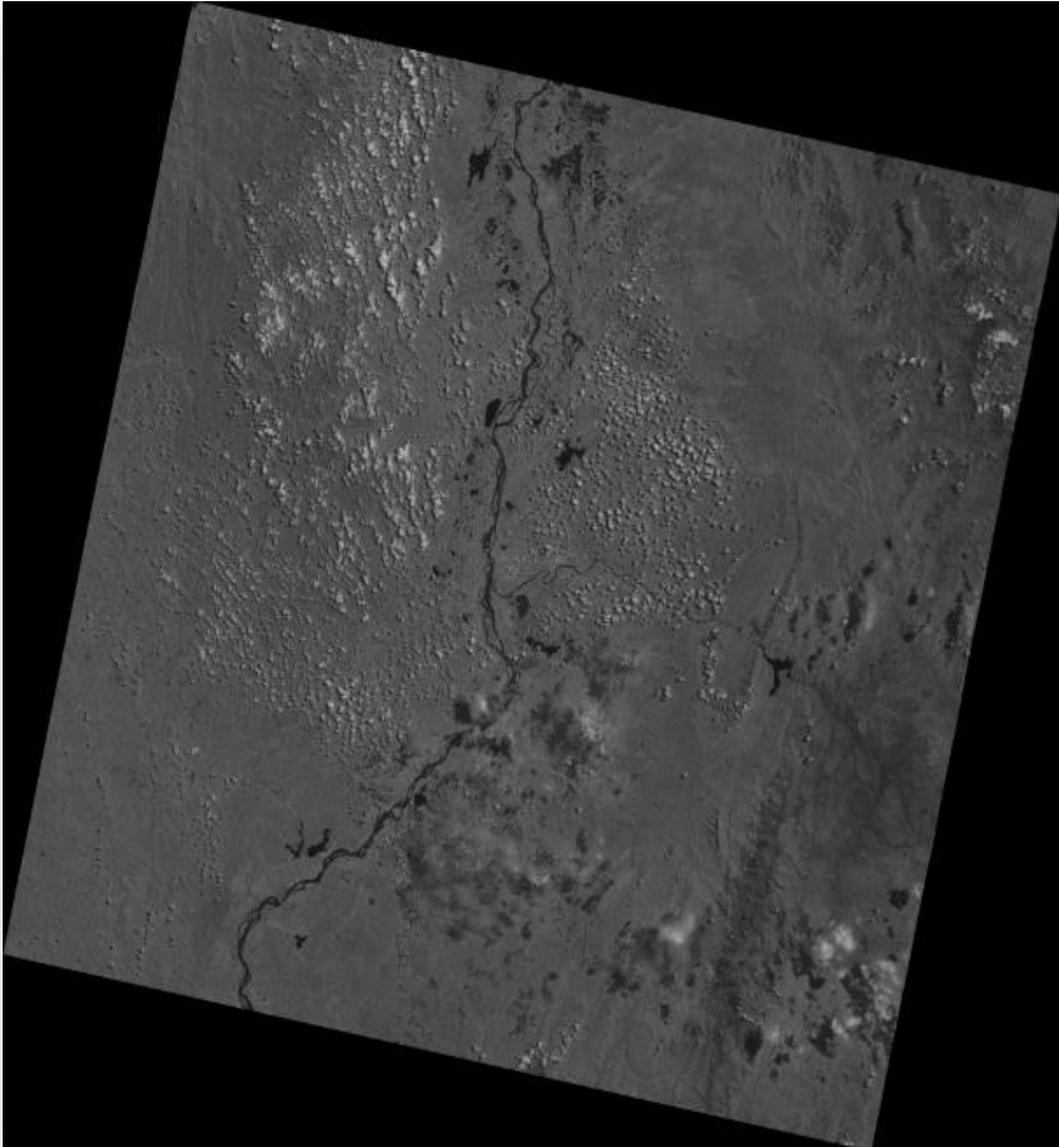
## Imágenes de entrada



*Figura 10.* Imagen LANDSAT 8 2014, PATH: 008, ROW: 55, banda 4.

Nombre de la imagen LC08\_L1TP\_008055\_20140728\_20170420\_01\_T1\_B4

Fuente <https://earthexplorer.usgs.gov/>



*Figura 11.* Imagen LANDSAT 8 2014, PATH: 008, ROW: 55, Banda 5.

Nombre de la imagen LC08\_L1TP\_008055\_20140728\_20170420\_01\_T1\_B5

Fuente <https://earthexplorer.usgs.gov/>

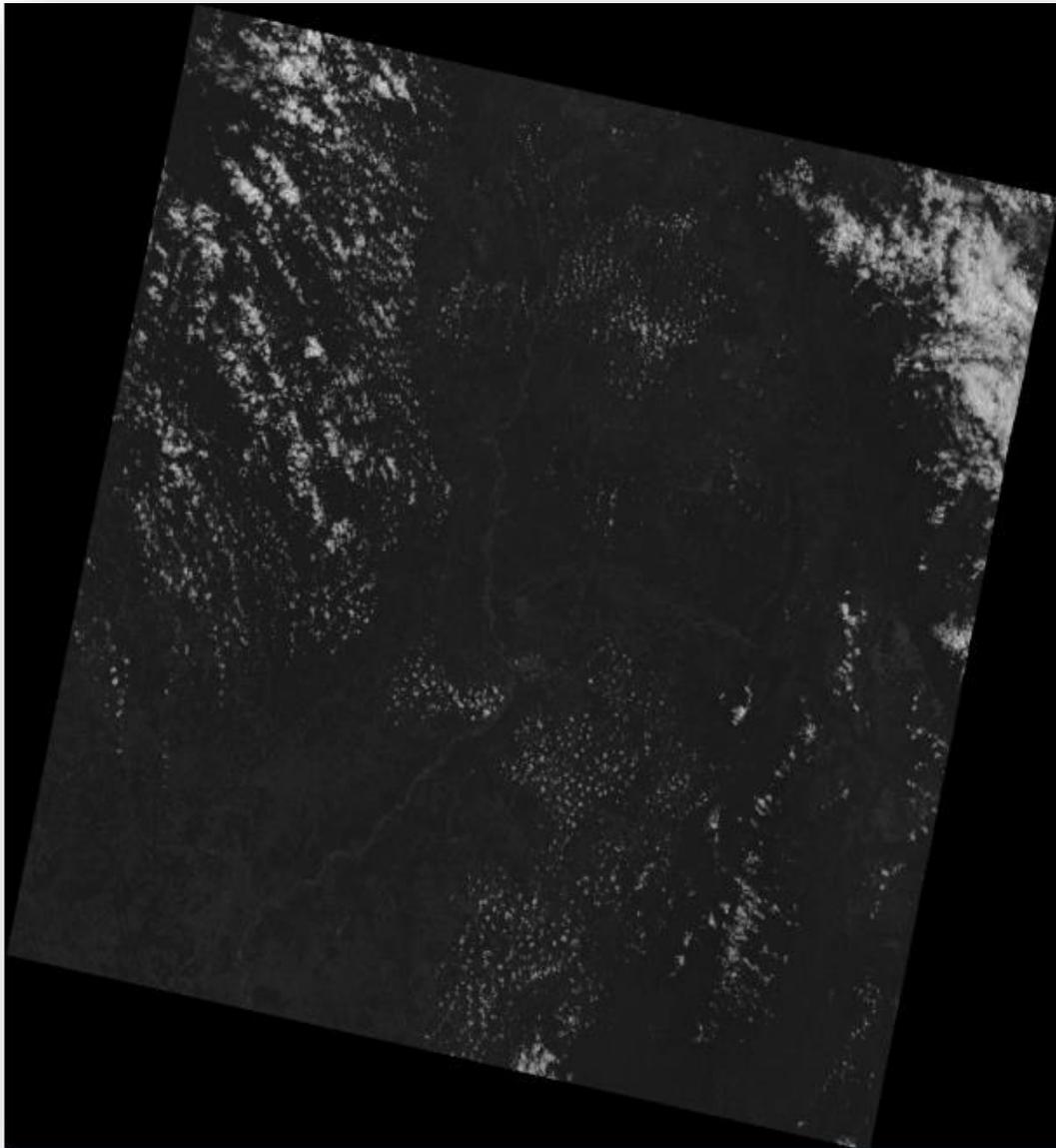
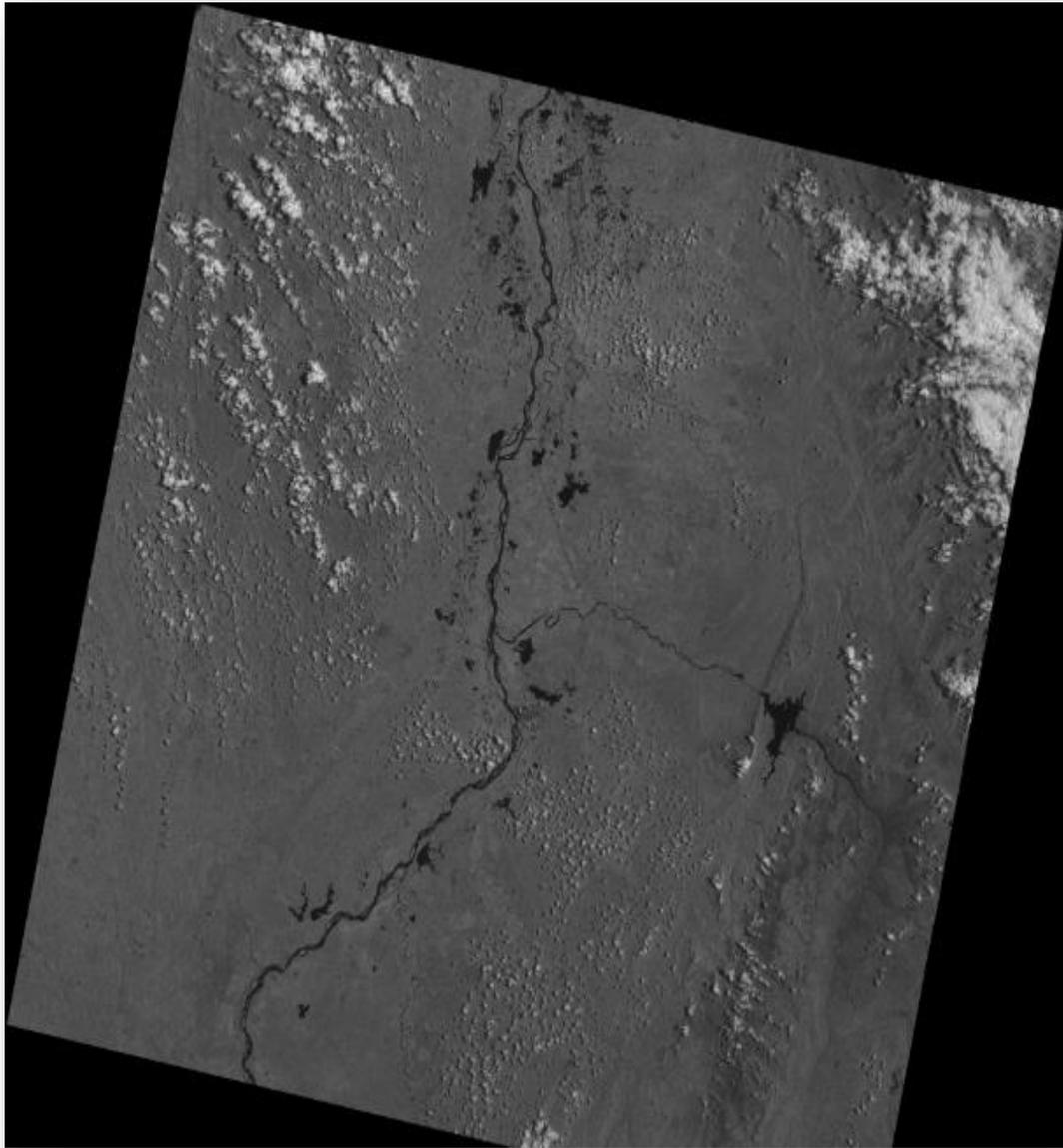


Figura 12. Imagen LANDSAT 8 2019, PATH: 008, ROW: 55, Banda 4,

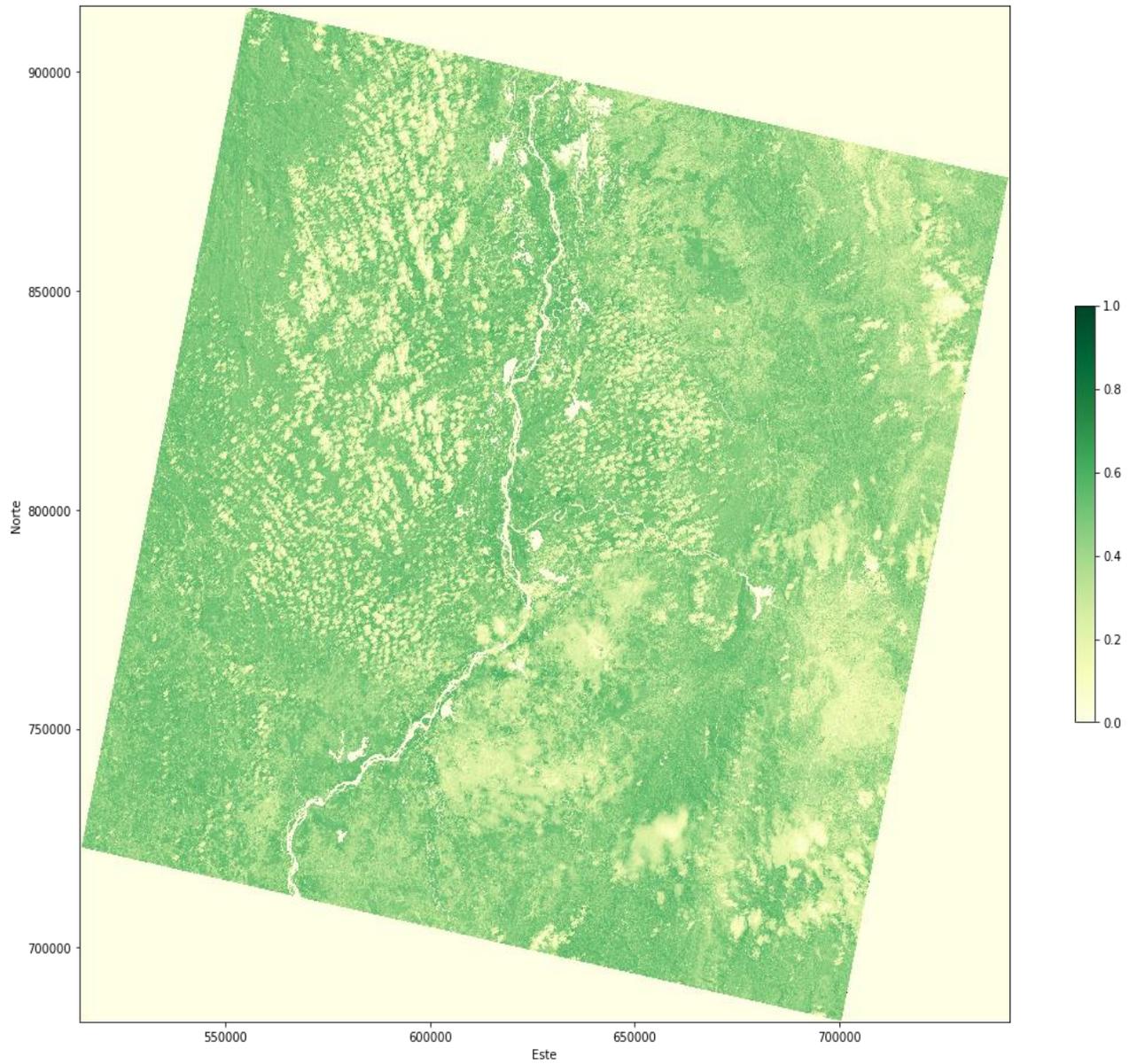
Nombre de la imagen LC08\_L1TP\_008055\_20190827\_20190903\_01\_T1\_B4

Fuente <https://earthexplorer.usgs.gov/>

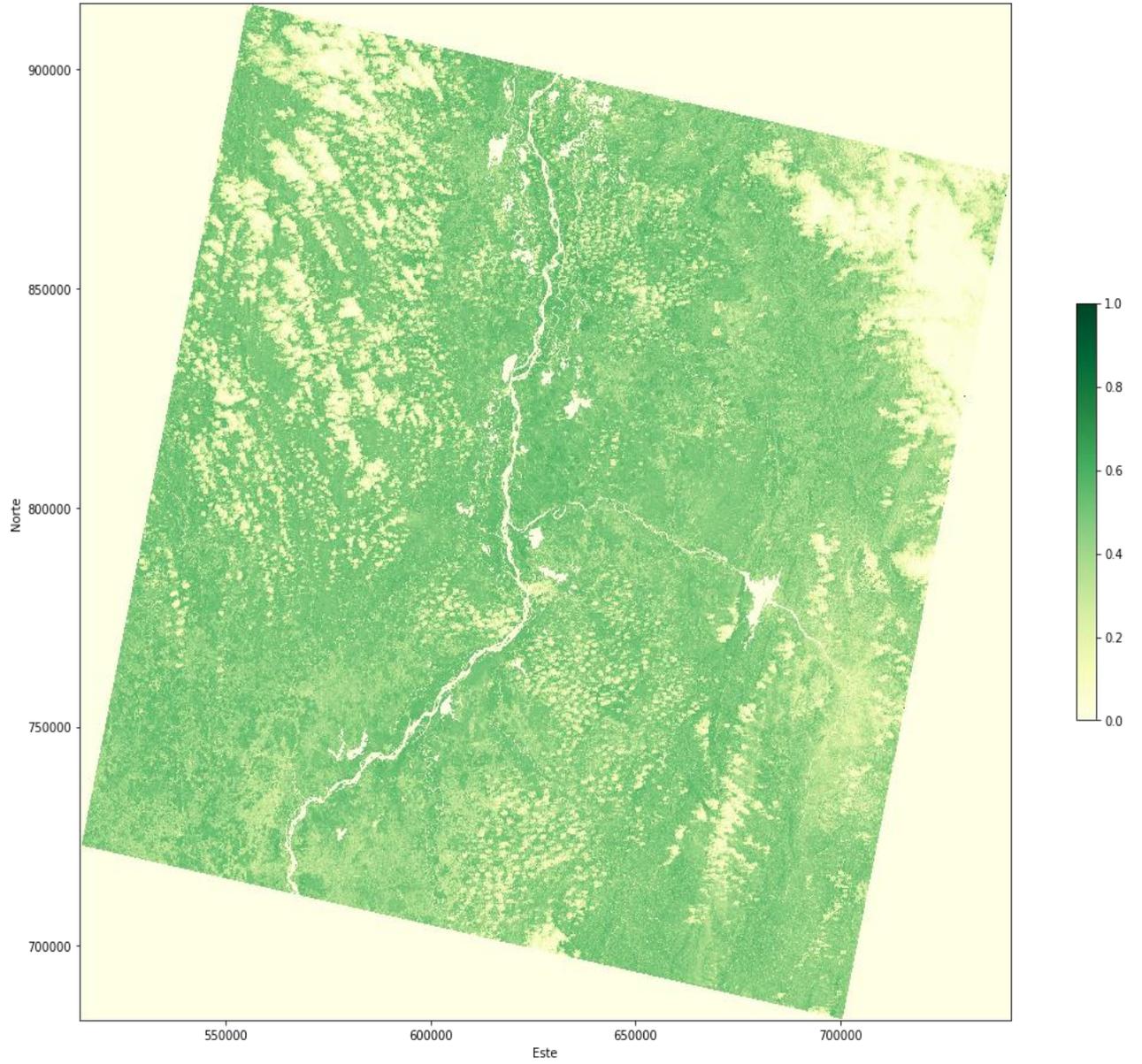


*Figura 13.* Imagen LANDSAT 8 2019, PATH: 008, ROW: 55, Banda 5,  
Nombre de la imagen LC08\_L1TP\_008055\_20190827\_20190903\_01\_T1\_B5  
Fuente <https://earthexplorer.usgs.gov/>

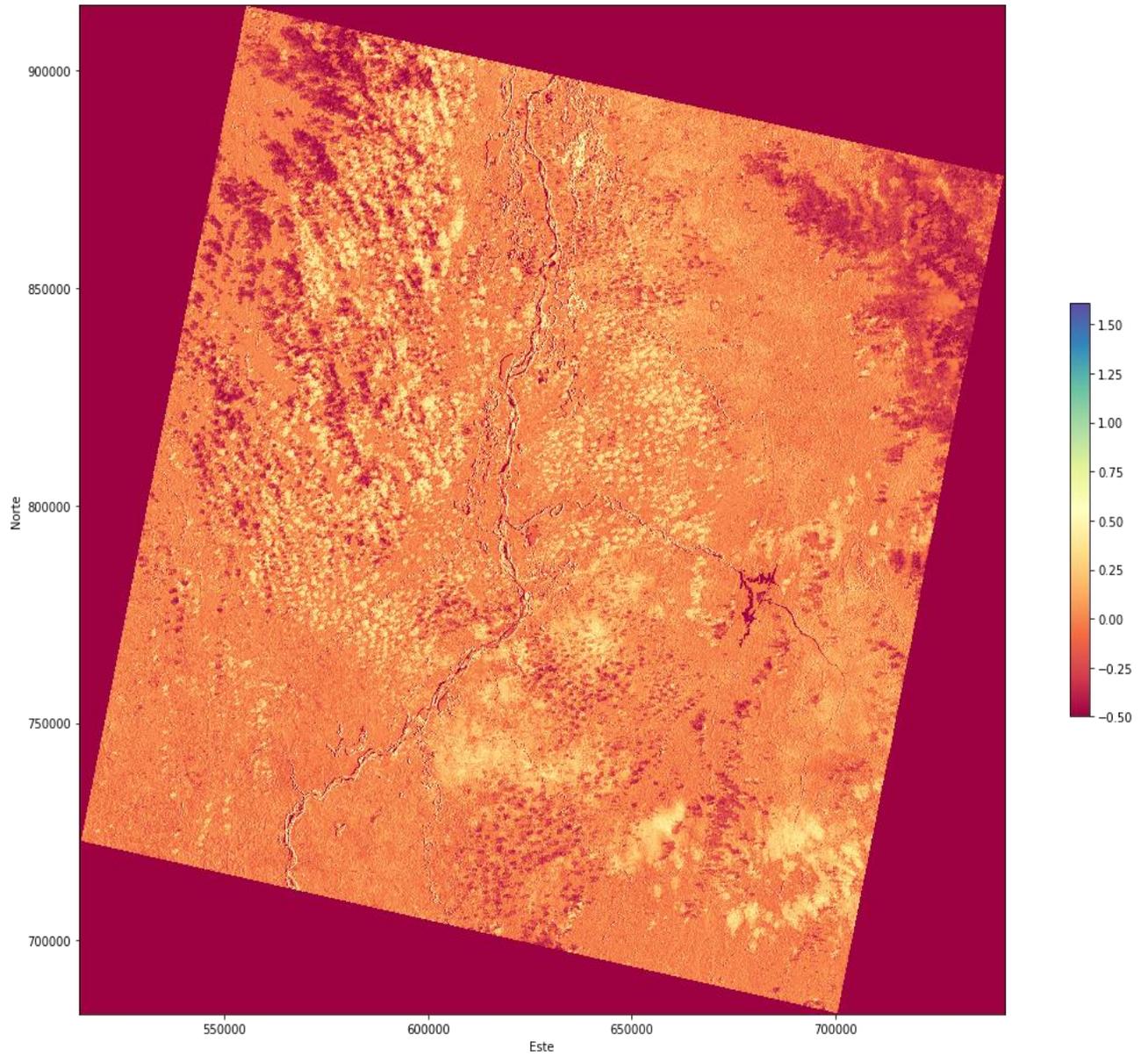
## Imágenes de Salida



*Figura 14.* NDVI2014. Elaboración propia 2019



*Figura 15.* NDVI2019. Elaboración propia 2019



*Figura 15.* CAMBIOS = NDVI2019-NVD2014. Elaboración propia 2019.

