MONITIREO Y ANALISIS MULTITEMPORAL USANDO IMÁGENES SATELITALES COMO RESPUESTA A PROCESOS LEGALES DE PROYECTOS DE INGENIERIA CIVIL

YEFERSON CUESTA VACA

Trabajo Final Diplomado S.I.G Para Optar por El Titulo De:

INGENIERO CIVIL

TUTOR:

ALVARO ANDRES CASTAÑEDA

UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA

FACULTAD DE ESTUDIOS A DISTANCIA

PROGRAMA DE INGENIERIA CIVIL

DUITAMA, 15 DE SEPTIEMBRE 2021

Tabla de contenido

1. Planteamiento del problema 3
2. Justificación 3
3. Objetivo General 4
3.1 Objetivos Específicos 4
4. Marco referencial 4
5. Diseño metodológico 6
6. Resultados 7
6.1 Imágenes multitemporales landsat 8 7
6.2 Polígono 761 por demanda del IGAC. 13
7 Análisis de resultados 14
8 Conclusiones 15
9 Referencias bibliográficas 17

IMAGEN 1: ÁREA DEL PROCESOS JURÍDICO 7

ILUSTRACIÓN 1: COMBINACIONES RGB 7

MAPA 2: USO DE SUELOS 1993-2000 5
MAPA 1: USO DE SUELOS 2011 6
MAPA 3: TERRENO NATURAL-2021 8
MAPA 4: AGUA/SUELO-2021 8
MAPA 5: TERRENO NATURAL-2020 9
MAPA 6: AGUA/SUELO-2020 9
MAPA 7: TERRENO NATURAL-2019 10
MAPA 8: AGUA/SUELO-2019 10
MAPA 9: TERRENO NATURAL-2018 11
MAPA 10: AGUA/SUELO-2018 11
MAPA 11: TERRENO NATURAL-2017 12
MAPA 12: AGUA/SUELO-2017 12
MAPA 13: POLÍGONO 761 CAPACIDAD USO DEL SUELO IGAC 2012 13
MAPA 14: POLÍGONO DELIMITANTE 761 CAPACIDAD USO DEL SUELO IGAC 2012 13
MAPA 15: ÁREA DEL POLIGONO 761 CAPACIDAD USO DEL SUELO IGAC 2012 13

1. Planteamiento del problema

Los efectos de las obras civiles no siempre son directos o inmediatos al desarrollo de la misma, en ocasiones los efectos de estas obras se extienden a los territorios y comunidades circundantes conllevando a problemas legales que pueden tener significancia para sostenibilidad de los actores involucrados, los proyectos y las empresas que los administran. Por esta razón es importante comprender la ocurrencia de procesos naturales anteriores y posteriores a la realización de los proyectos.

Las personas que se pueden ver afectadas antes, durante o después de la ejecución de la intervención civil, pueden y están el derecho de tomar acciones legales en contra del gobierno u entidad ejecutora y las demandas que se impongan por las afectaciones causadas suelen proceder tiempo después de su finalización.

En este caso un área ubicada en el km 8 parte derecha de la vía que comunica a Maní- Casanare con el Campo Santiago; se procura esclarecimiento de un proceso jurídico en el cual se ha manifestado por parte del propietario demandante la afectación a su cultivo por el desarrollo de una obra civil (canal de drenaje). Estas demandas pueden durar años por falta de evidencia que pruebe o desmienta los efectos que se le atribuyen a la realización de la obra

Justificación

Los sistemas de información geográfica multitemporal resultan ser de gran utilidad a la hora de realizar una investigación sobre la intervención de una obra civil en un territorio determinado; El uso de estas herramientas permite observar los cambios que sufrió un territorio intervenido, el tiempo que duro en ejecución la obra, el resultado final y los beneficios que atrajo sobre el territorio, pero también se pude dar uso a estas herramientas para la aclaración y agilización de situaciones legales consecuentes a las intervenciones realizadas previamente, teniendo en cuenta que toda intervención puede o causa modificaciones al entorno adyacente, que en ocasiones generan un malestar o daño los cuales se reflejan en pérdidas económicas hacia las personas afectadas.

Haciendo uso del SIG con imágenes mulititemporales, se puede realizar un análisis comparativo entre un pre y pos intervención para determinar el nivel de responsabilidad que tuvo una obra civil con respecto a los daños adyacentes que se le adjudican, aclarando y agilizando procesos legales con análisis, evidencias y estudios del territorio en conflicto.

2. Objetivo General

Determinar el resultado por medio de los análisis realizados utilizando el S.I.G, para aclaración del proceso legal sobre el área ubicada en el km 8 parte derecha de la vía que comunica a Maní- Casanare con el Campo Santiago sobre el cultivo del demandante, por la construcción de la obra civil. (canal de drenaje).

2.1 Objetivos Específicos

- Obtener por medio S.I.G, la información requerida para realizar un análisis comparativo pre-intervención civil y pos-intervención civil, ejecutada en la adecuación de un canal de drenaje en el km 8 parte derecha de la vía que comunica a Maní- Casanare con el Campo Santiago

- Determinar el nivel de culpabilidad de la construcción de un canal de drenaje sobre el daño a los cultivos adyacentes a la zona de ejecución de la obra en el km 8 parte derecha de la vía que comunica a Maní- Casanare con el Campo Santiago

- Presentar los resultados obtenidos junto con el análisis para entregar como prueba en proceso legal generado por la intervención realizada en el en el km 8 parte derecha de la vía que comunica a Maní- Casanare con el Campo Santiago

3. Marco referencial

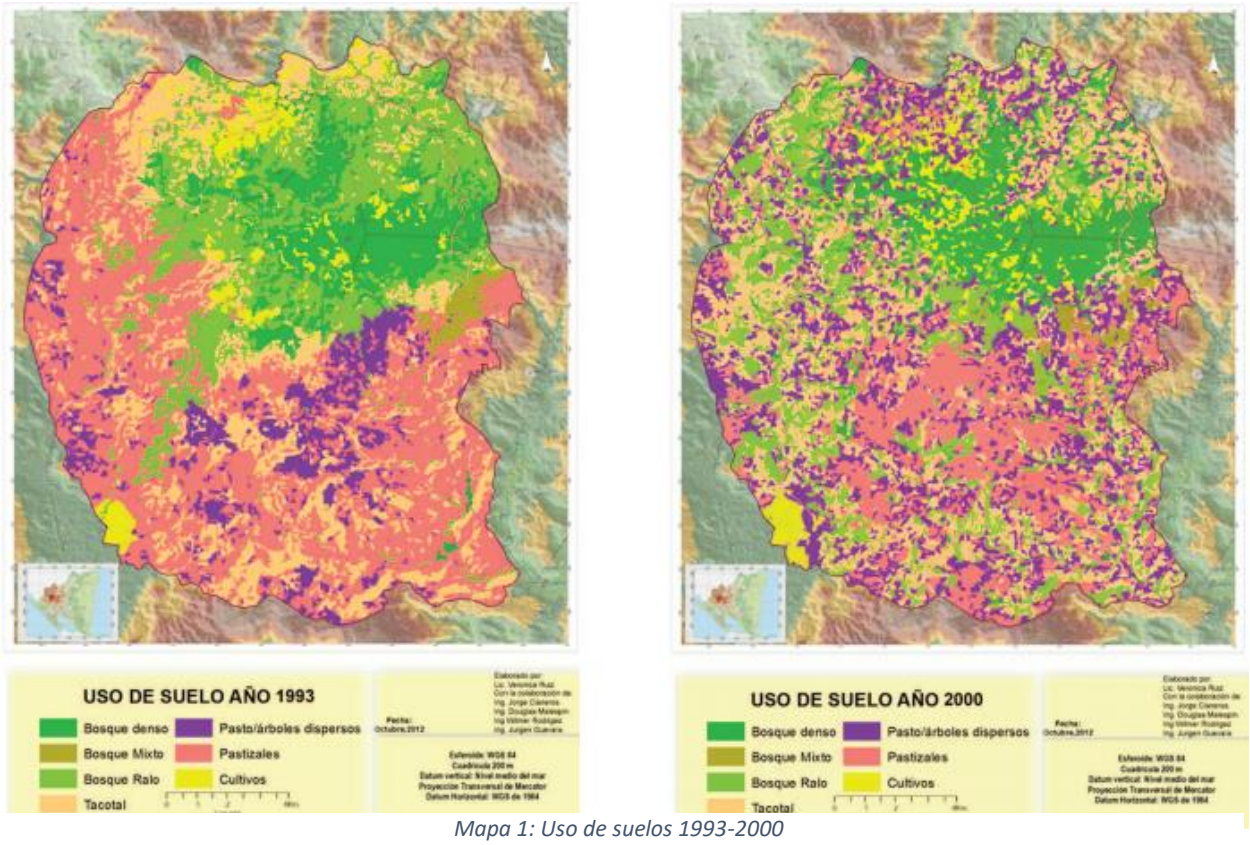
Landsat es un programa constituido por una serie de misiones donde los satélites observan la tierra de manera permanente, en conjunto con la NASA, Y USGS. Su estudio nos permite interpretar y ver la tierra de otra forma. El proyecto es uno de los más antiguos desde 1972, registrando cambios en la superficie de la tierra, que para este caso es desde el espacio.

"Landsat ha sido el único sistema de satélite diseñado y operado para observar repetidas veces la cubierta de la tierra" (Ariza, 2013).

Los S.I.G. (SISTEMAS DE INFORMACION GEOGRAFICA), son utilizados en la ingeniería para diferentes propósitos, principalmente como instrumento para la planificación y gestión urbana o plan de ordenamiento Territorial (POT), también son utilizados como herramientas en el área ambiental para monitorear los cambios a través del tiempo en una zona natural.

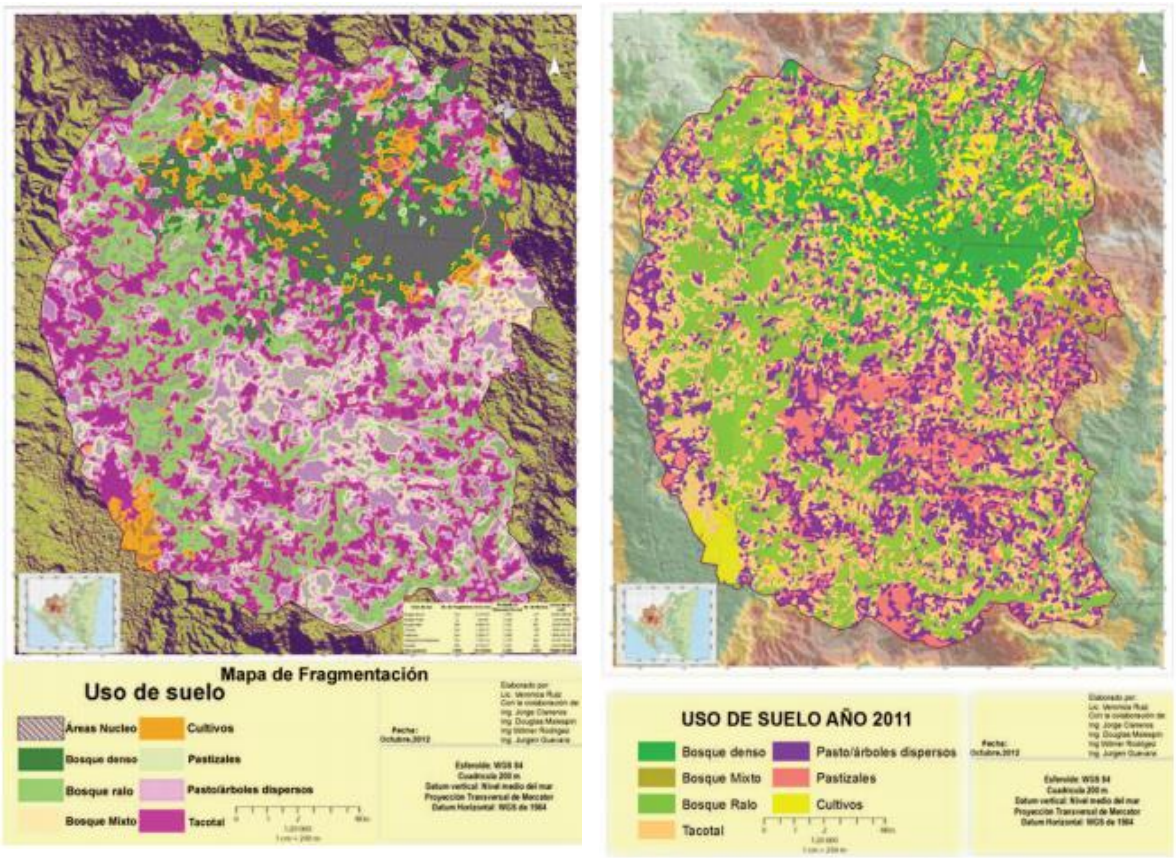
Por medio de análisis multitemporal se pudo determinar el cambio entre diferentes fechas de referencia evidenciando la evolución del medio natural y las repercusiones de las acciones humanas en el uso del suelo en una zona protegida en Miraflor Moropotente Nicaragua, evidenciado en las siguientes imágenes.[1]

En este estudio donde se utilizaron imágenes satelitales multitemporales, los investigadores obtuvieron evidencia donde probaron que el aumento de la población en el rango de tiempo en el que se enfocó la investigación produjo una mayor intervención agrícola y cambio del uso del suelo en la zona protegida en Miraflor Moropotente Nicaragua.



Mapa 1: Uso de suelos 1993-2000

[1] Ruiz, V.; Savé, R.; Herrera, A. Análisis multitemporal del cambio de uso del suelo, en el Paisaje Terrestre Protegido Miraflor Moropotente Nicaragua, 1993 – 2011



Mapa 2: Uso de suelos 2011

El uso de estos sistemas multitemporales son una base sólida para determinar la relación Causa-consecuencia de una problemática específica, permitiendo recolectar la información para realizar los análisis pertinentes sobre el conflicto en estudio como el presentado por la revista ecosistemas de España.1

4. Diseño metodológico

La determinación de criterios se basa en la obtención de las imágenes del área influencia de proyecto, seguimiento año a año retrocediendo en el tiempo desde que se interpone la demanda. Se procede a la identificación del momento exacto que inicia las actividades agrícolas en el sector. En base a esta información se inicia la descarga de imágenes multitemporales Landsat 8, he información de capacidad de suelos del IGAC, para análisis en el programa Arcmap, del comportamiento multitemporal que tuvo el área.

Se tomó como referencia las imágenes anuales del mes mayo para la descarga, siendo este el mes más lluvioso según estadísticas del IDEAM.

Una vez cargada la imagen al programa se procede a la georreferenciación y posterior determinación en la banda 4, 3, 2, en RGB color natural, y 5, 6, 4 en RGB agua/suelo. Se empezó a identificar a una escala 1:25000, la obra civil construida como es el canal de drenaje, las vías, y cultivos. Pudiendo profundizar más a detalle a una escala mayor, y teniendo cuenta la combinación presentada a continuación.

La banda 5 (NIR) Infrarrojo cercano se utiliza frecuentemente puesto que la clorofila presente en las plantas saludables la refleja con más intensidad.

Uso	Combinación
Color Natural	4 3 2
Falso Color (urbano)	7 6 4
Color Infrarrojo (vegetación)	5 4 3
Agricultura	6 5 2
Penetración Atmosférica	7 6 5
Vegetación Saludable	5 6 2
Agua/Suelo	5 6 4
Natural con Remoción Atmosférica	7 5 3
Infrarrojo Corto	7 5 4
Análisis de Vegetación	6 5 4

Ilustración 1: Combinaciones RGB

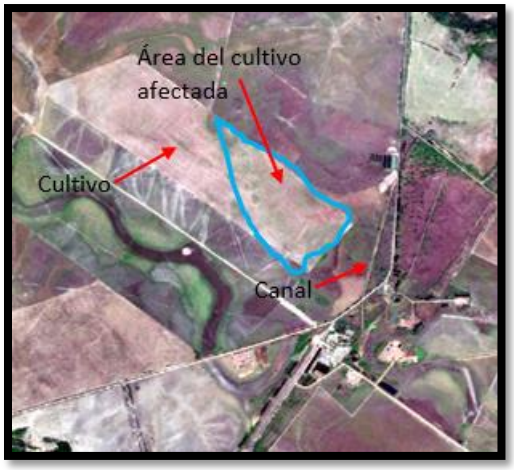


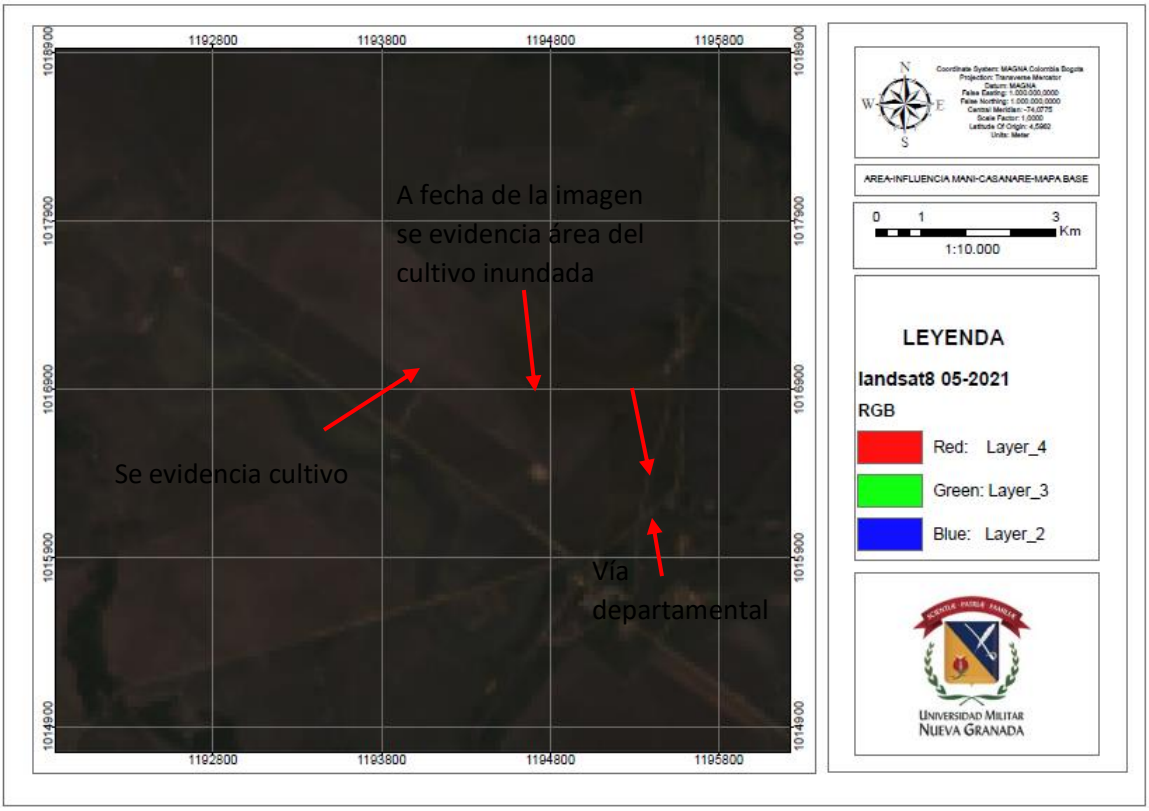
Imagen 2: Área del proceso jurídico

Este proceso lo repetimos durante los años de estudio que para nuestro caso es de 5 años anteriores a la fecha de la demanda, donde se evidecio claramente el proceso de cambio del area, sin intervencion por agricultura.

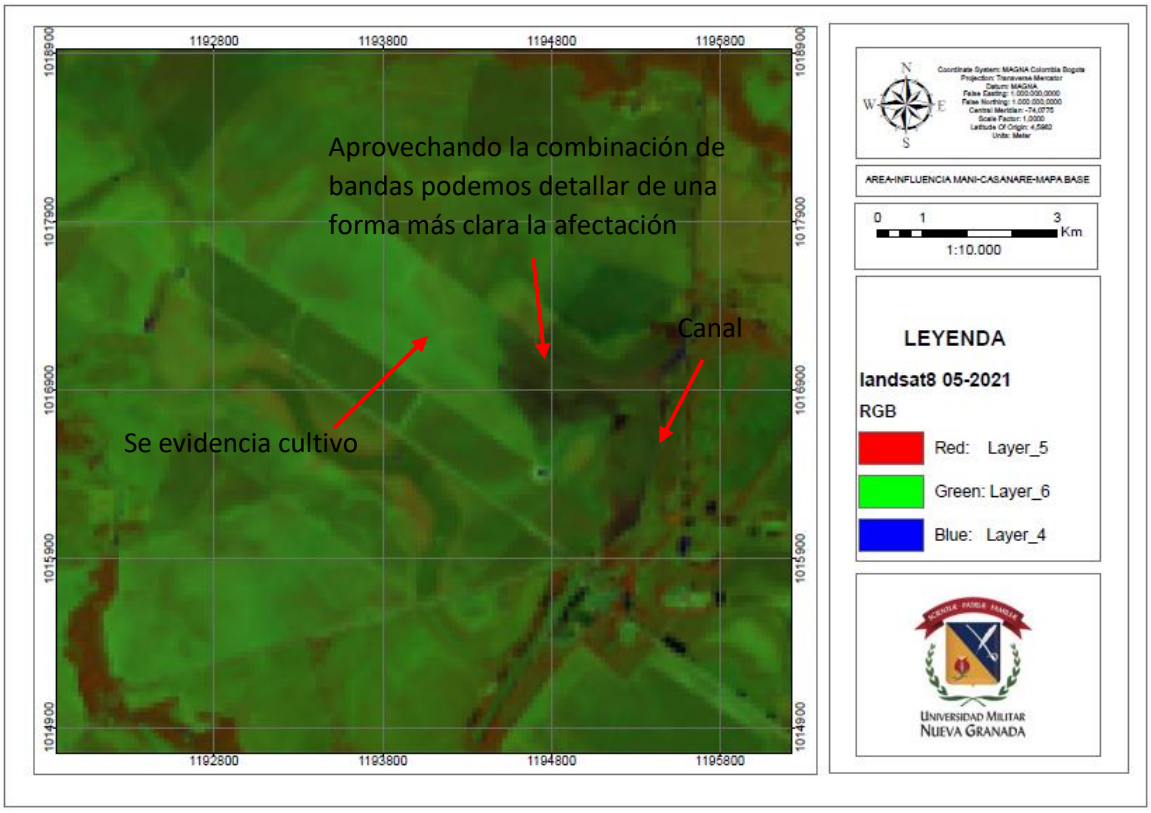
Para la demanda interpuesta podemos apoyarnos en el estudio de la capacidad uso de suelo realizado por el igac, este ultimo puede servir de apoyo para vislumbrar la pertinencia de la actividad agricola en el area de estudio.

5. Resultados

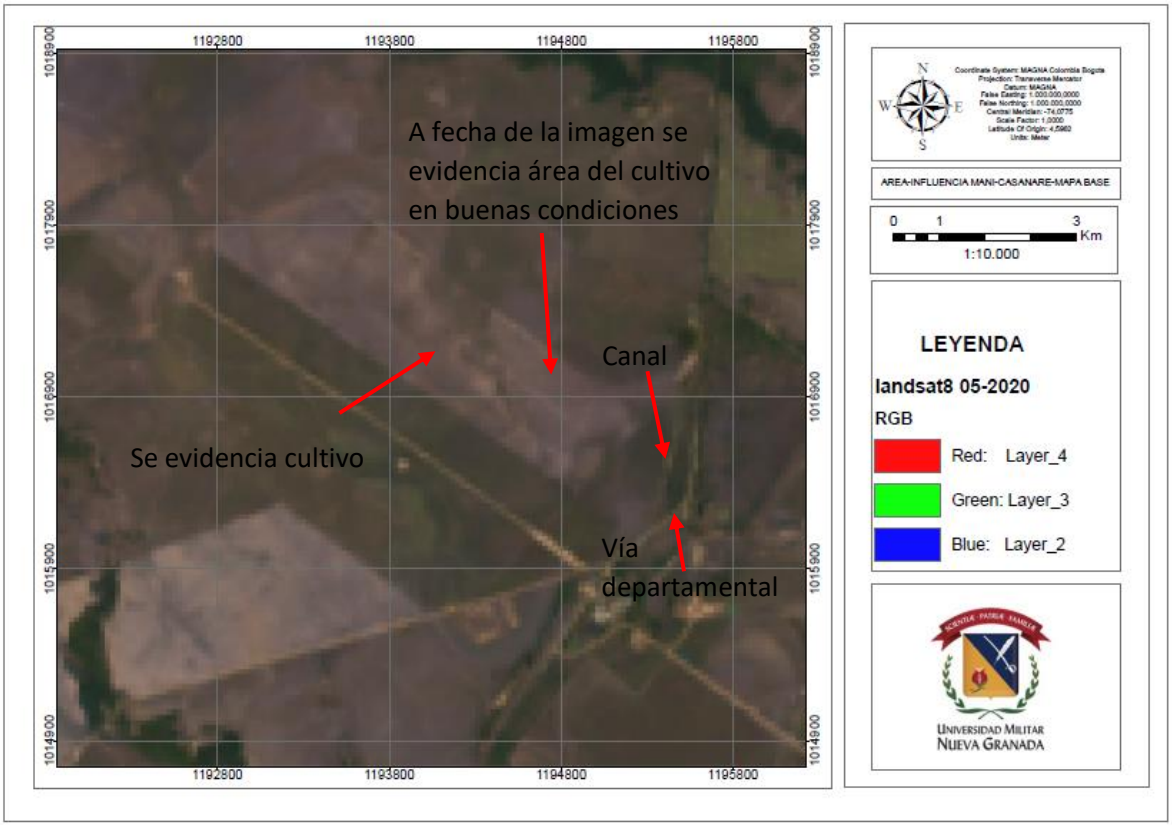
5.1 Imágenes multitemporales Landsat 8



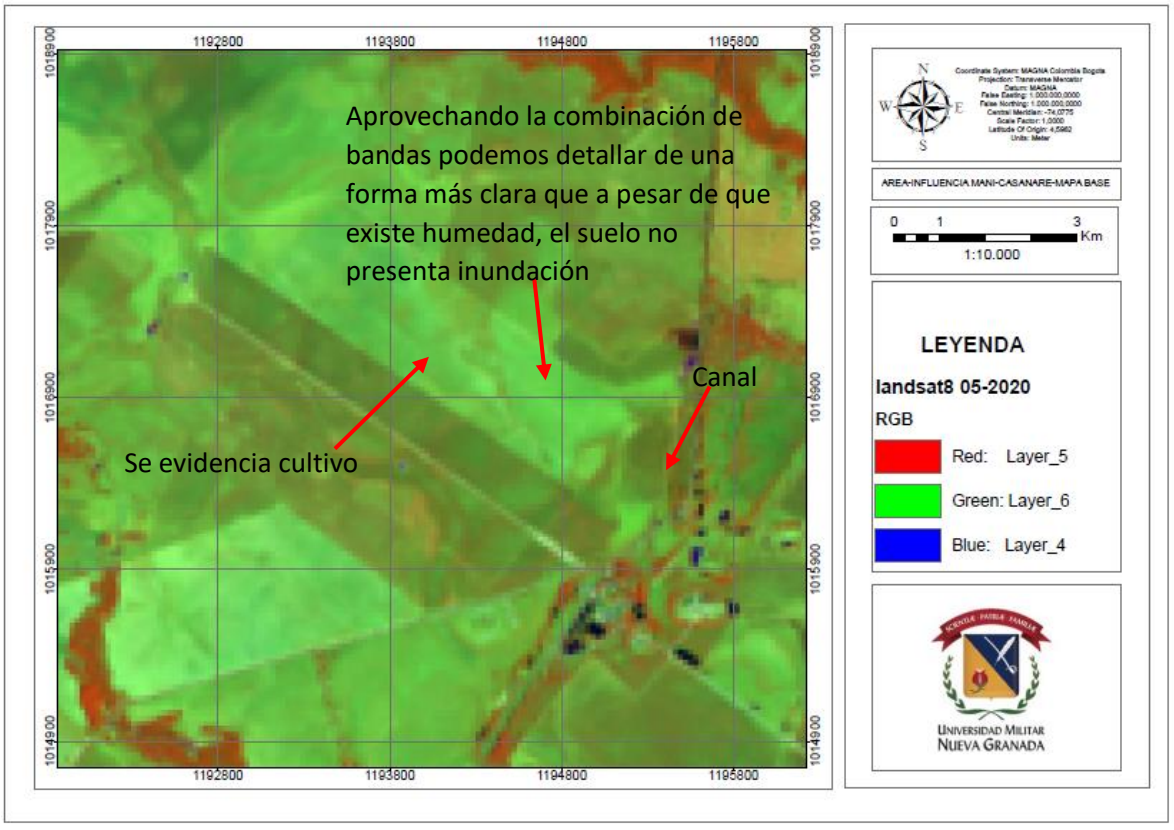
Mapa 4: Terreno natural-2021



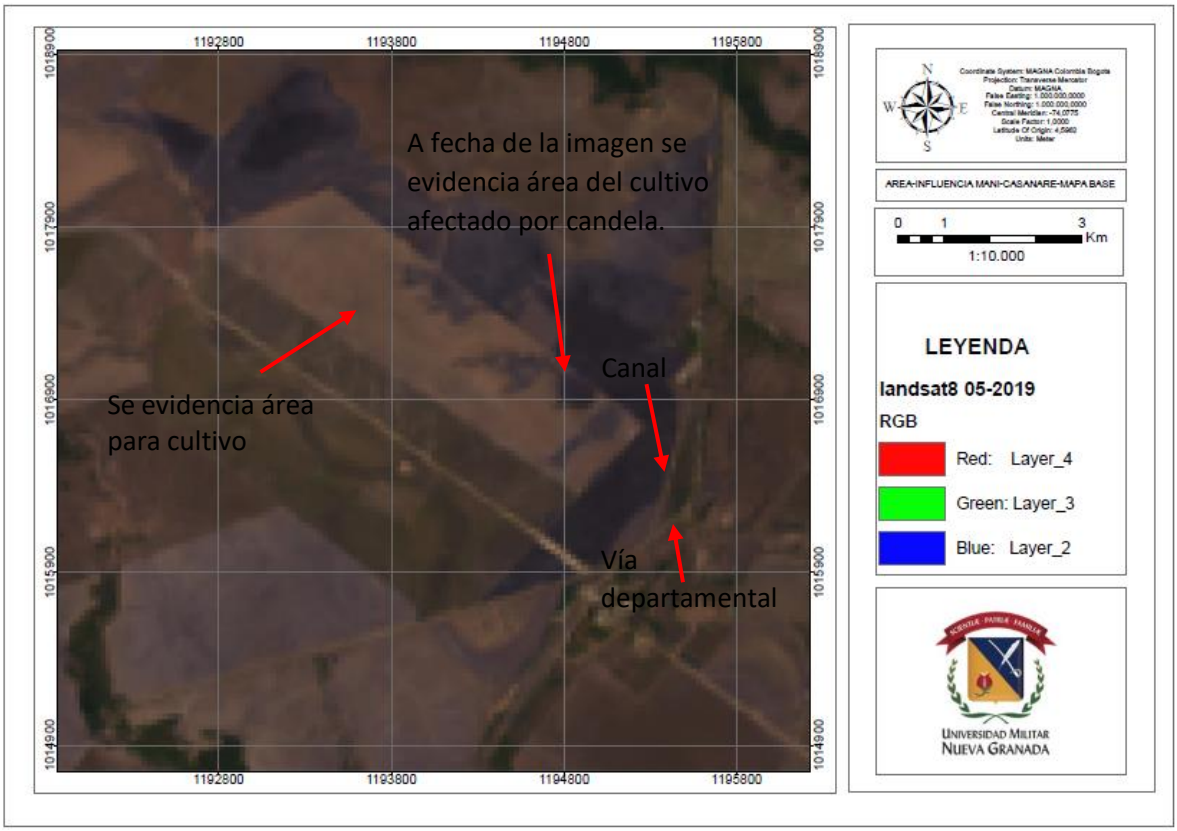
Mapa 7: Agua/Suelo-2021



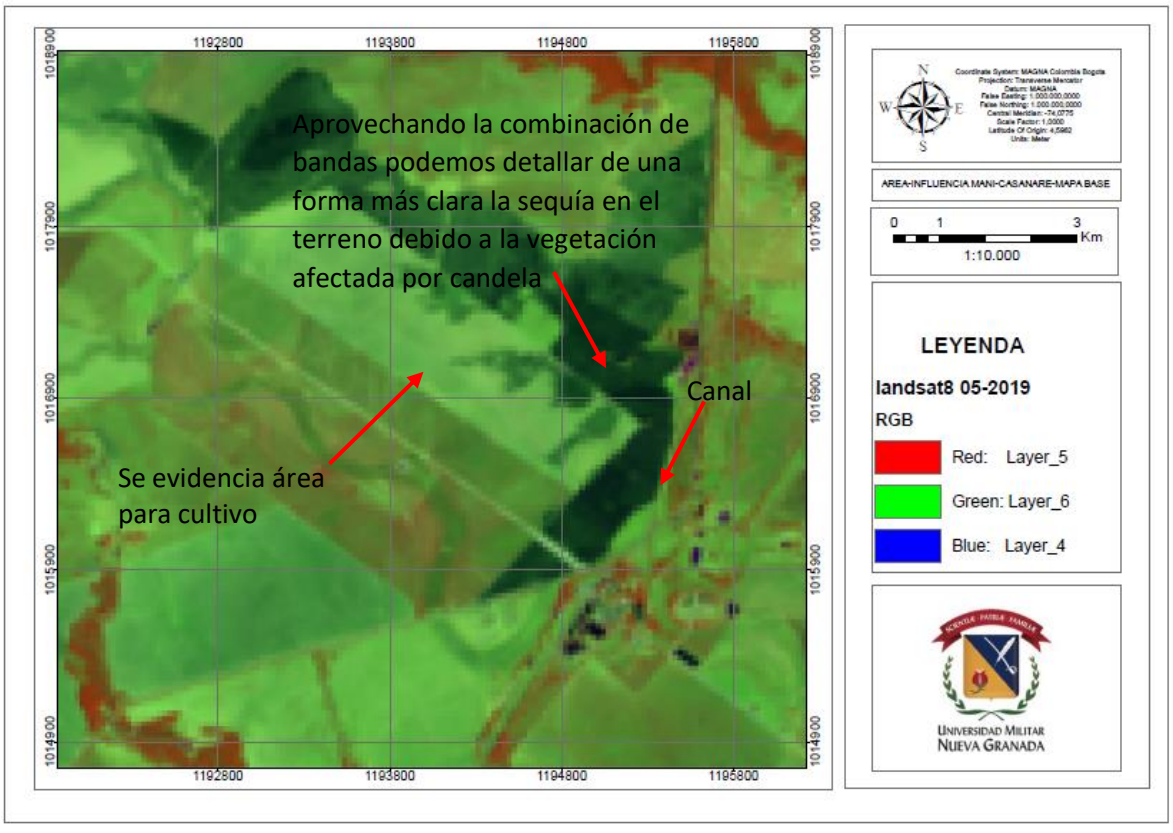
Mapa 10: Terreno natural-2020



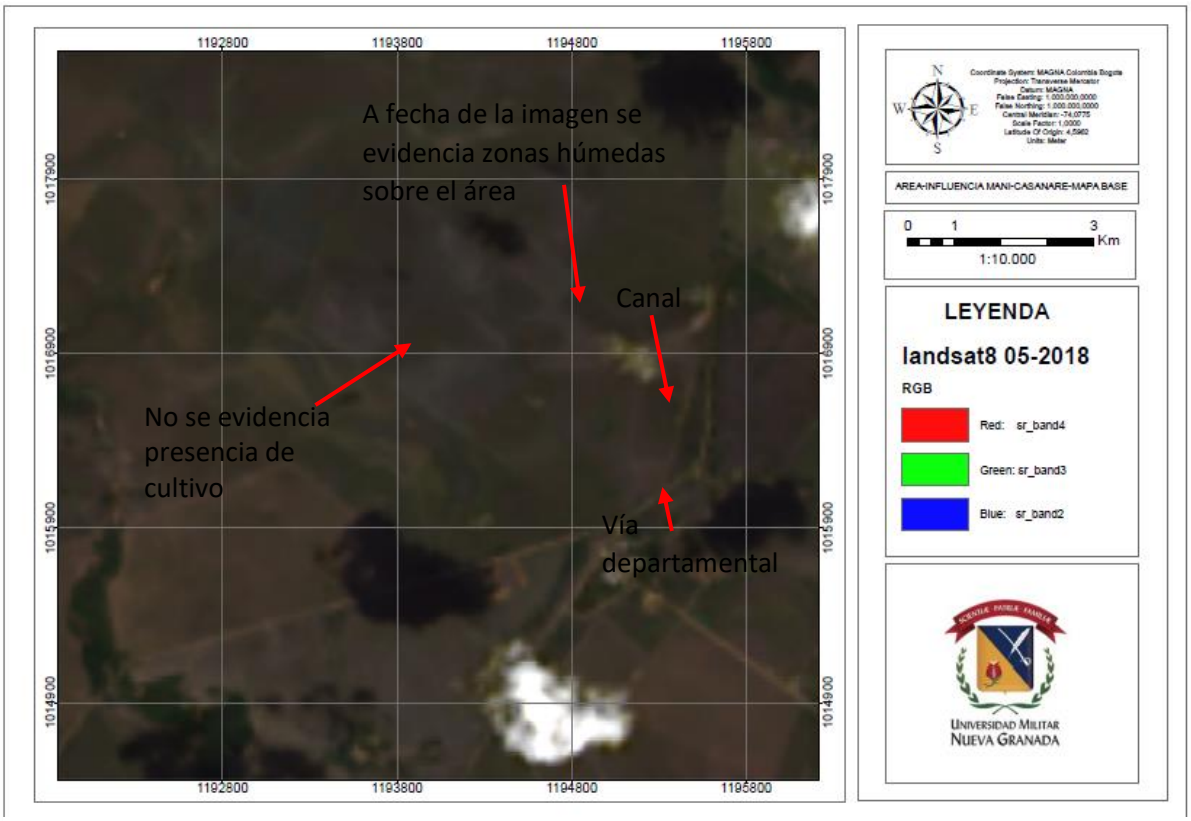
Mapa 13: Agua/Suelo-2020



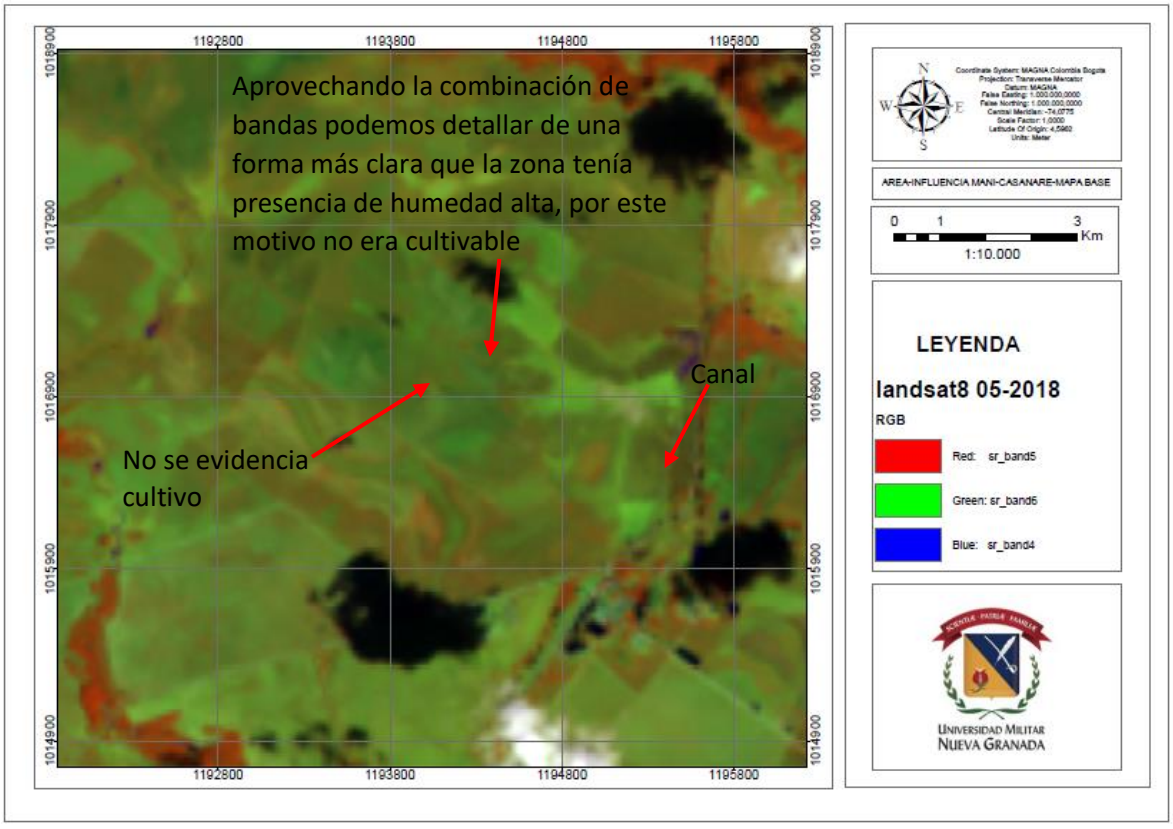
Mapa 16: Terreno natural-2019



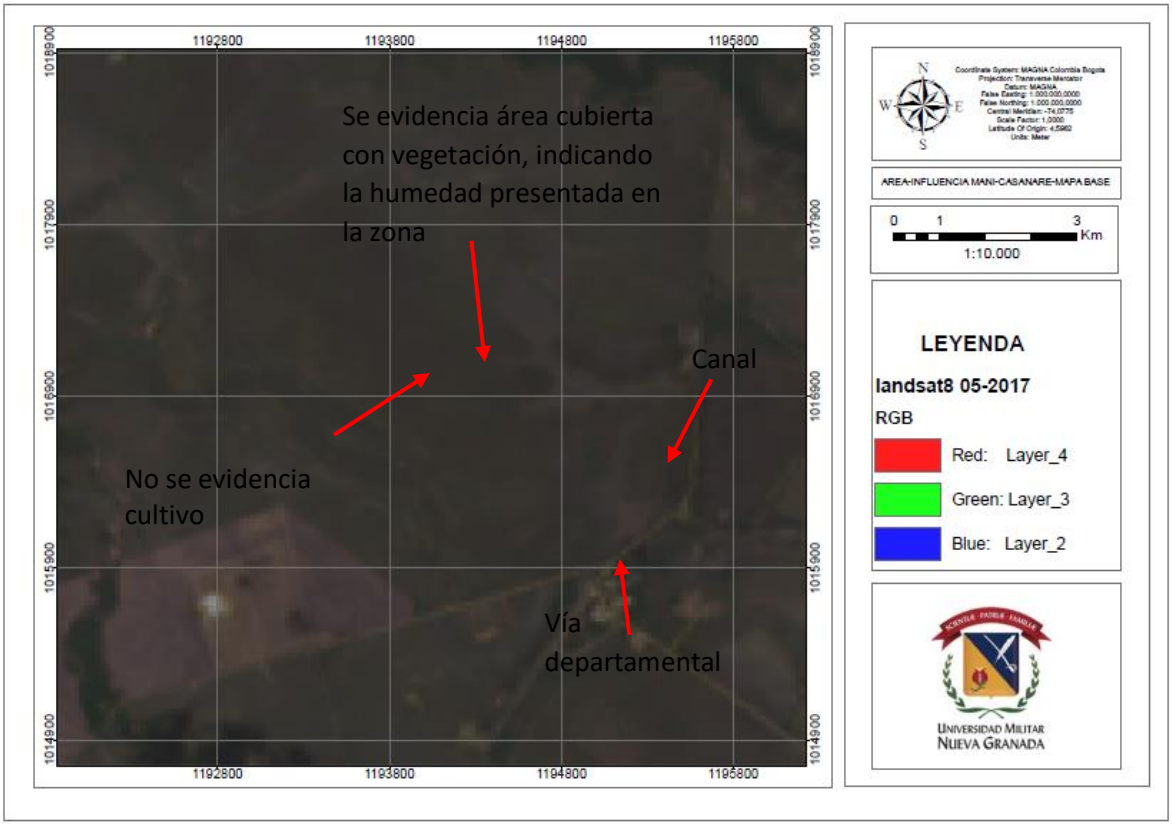
Mapa 19: Agua/Suelo-2019



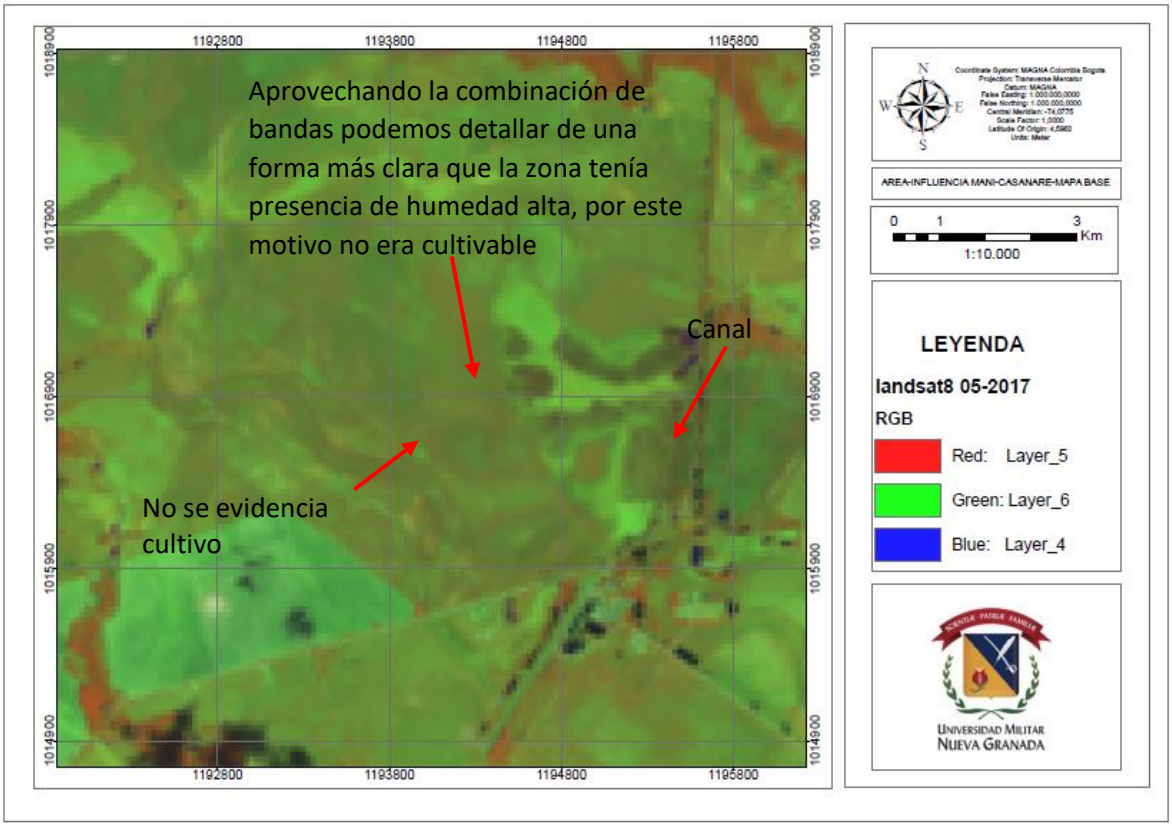
Mapa 22: Terreno natural-2018



Mapa 25: Agua/Suelo-2018

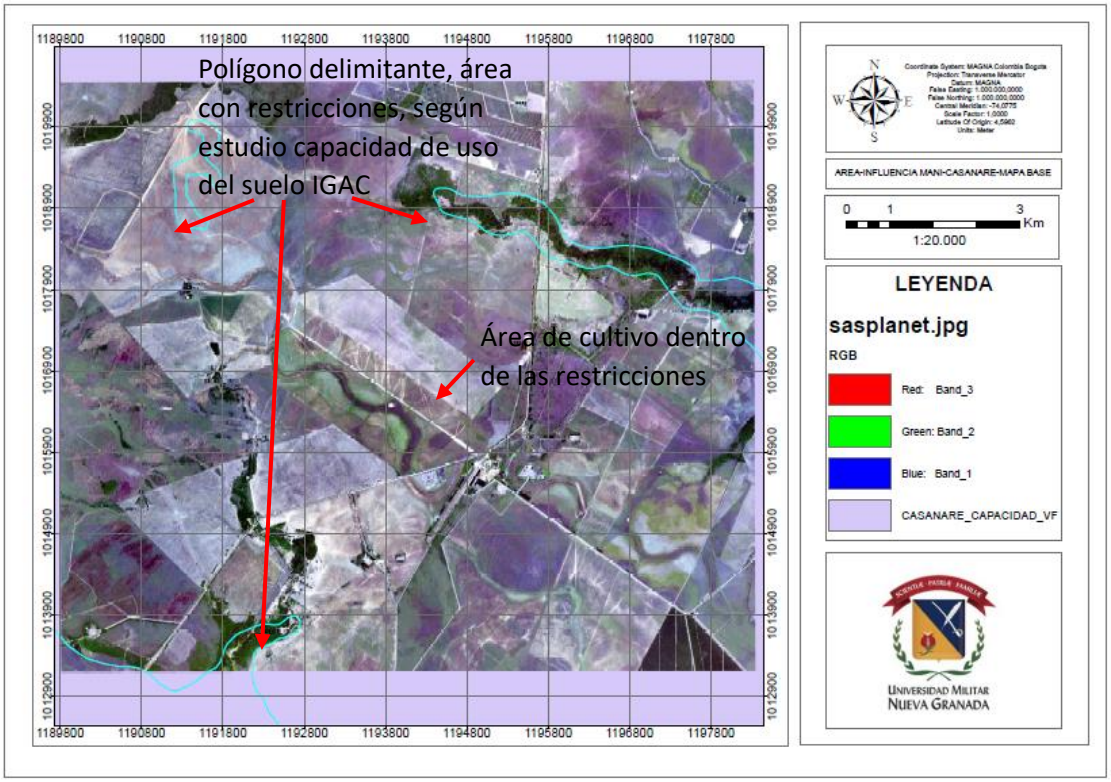


Mapa 28: Terreno natural-2017

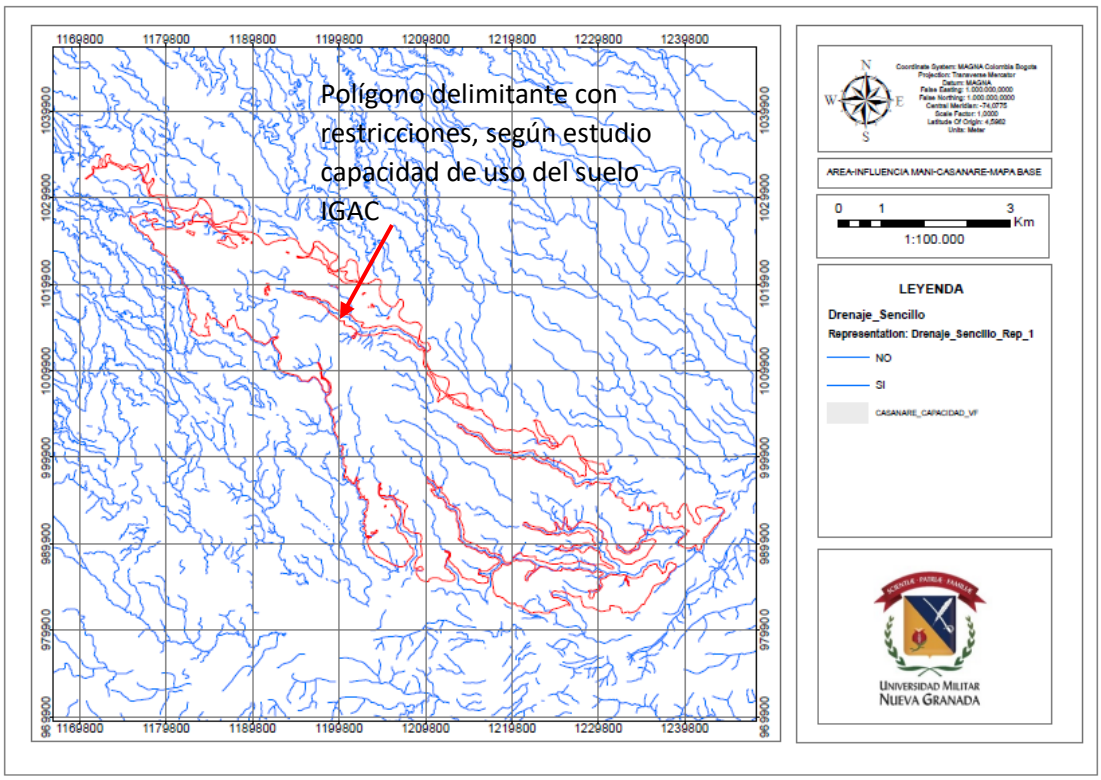


Mapa 312: Agua/Suelo-2017

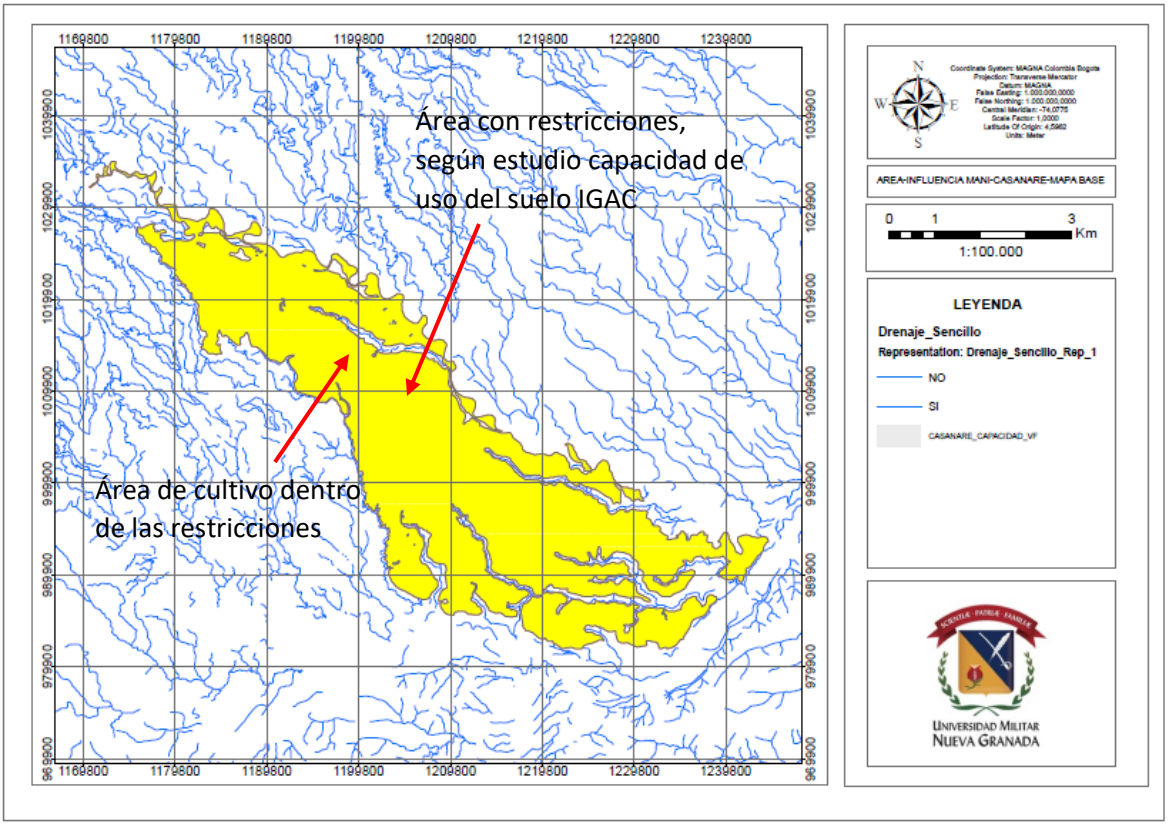
5.2 Polígono 761 capacidad uso del suelo IGAC.



Mapa 13: Polígono 761 capacidad uso del suelo igac 2012



Mapa 14: Polígono 761 capacidad uso del suelo igac 2012, polígono de la Orinoquia con bajas pendientes, inundable en gran época del año



Mapa 15: Polígono 761 capacidad uso del suelo igac 2012, área de la Orinoquia con bajas pendientes, inundable en gran época del año

Análisis de resultados

Se identificó la información expuesta en la imagen Landsat 8 de mayo del 2021 en sus combinaciones 4, 3, 2, Y 6, 5, 4, donde se evidencia la existencia del cultivo y el canal construido, expuesto por el demandante, con clara presencia de inundación en la parte noroeste del canal que llega a ocupar un área del cultivo evidenciando vegetación baja. Sobre el sureste del canal la vegetación claramente es de mayores proporciones, donde el ser humano no ha intervenido el suelo por diferentes factores entre los que está, que es una depresión en el terreno que en gran parte del año permanece inundable.

Se identificó en la imagen Landsat 8 del 05-2017 que el canal fue construido mucho antes de intervención en el área con cultivos, indicándonos la presencia de agua en el sector en diferentes años ya sea por fenómeno de la niña, o en gran época del año.

Se pudo evidenciar con la información obtenida de las bandas 5, 6, 4, que estudia Agua/suelo, el comportamiento de sequía multitemporal para el año 2019, tal vez el más seco durante la comparación de los 5 años estudiados para este caso.

La Información del análisis de imágenes sobre el año 2019 presenta una saturación de vegetación sobre el canal, que en el 2021 fue retirada, una vez se iniciaron las lluvias, para permitir la circulación del agua.

La zona presenta una vía de acceso departamental, que por los niveles de terraplén que se sueles construir en Casanare las vías, puede estar represando el agua debido al bajo manejo de limpieza de alcantarillas, y otros drenajes construidos sobre el tramo de estudio.

Como analistas en pro de la verdad, se optó por tener otro concepto técnico de la capacidad uso del suelo en este sector dando como resultado el polígono 761 determinado por el IGAC en el 2012 y vigente para la fecha de la demanda interpuesta por el propietario del cultivo afectado, en el departamento de Casanare, obteniendo los parámetros y restricciones para el sector de la obra, y cultivo.

"Relieve plano, pendiente entre 0-3%, drenaje natural pobre, inundaciones frecuentes muy largas, profundidad efectiva menor de 25 cm. Uso ***recomendado para agricultura de subsistencia****, ganadería estacional, con pastos naturales mejorados y agroforestería, realizando canales de drenaje". (IGAC, 2012)*

7 Conclusiones

El área sin intervenir al sur-este del canal, es una clara evidencia que la zona es inundable gran parte del año, el crecimiento de la vegetación ocupa espacios y disminuye la capacidad de almacenar año a año la misma cantidad de agua, que a su vez es desplazada hacia otras depresiones como se evidencio en la imagen de mayo del 2021, sobre la parte noroeste del canal, llegando al área del cultivo. Realizando el análisis podemos especular que no se realizó un estudio de las depresiones que presentaba el terreno, donde se iba a realizar la inversión para el cultivo. (el demandado puede presentar el estudio realizado, como defensa)

El demandante no tuvo en cuenta las especificaciones y recomendaciones de la capacidad de uso del suelo en el área del cultivo expedido por el IGAC, siendo este documento de gran importancia puesto

que nos recomienda solamente, realizar ciertas actividades económicas en el sector debido a sus condiciones.

realizar Agricultura de subsistencia, ganadería estacional, con pastos naturales mejorados y agroforestería, debido a sus pendientes bajas y su tendencia a inundaciones. (IGAC, 2012)

Se creería por el comportamiento mostrados en el año 2018 y año 2019 en tendencia de poca lluvia, debido al cambio climático el demandante tomo la decisión de cultivar en el área, asumiendo que el tiempo en los años siguientes iba a tener el mismo comportamiento.

Dentro de las recomendaciones de la capacidad del uso del suelo se recomienda realizar canales de drenaje en el área. El cultivo no se evidencia este tipo de drenajes, o presentan saturación impidiendo la escorrentía hacia un punto bajo que garantice fluidez del agua.

El sistema SIG, nos brindó la posibilidad de realizar el análisis desde una perspectiva diferente, en diferentes años anteriores a la ocurrencia del evento con las imágenes multitemporales. Se creería es, el factor diferencial en pro de la verdad para avanzar en un proceso jurídico, ahorrando tiempo y dinero.

Mediante la realización del análisis multitemporal, como agricultor, inversionista, o constructor, podemos identificar el comportamiento durante un tiempo determinado a años anteriores, del área a ser intervenida, en el proyecto civil, ambiental, agrícola, etc. Que nos ayudan a mitigar o re direccionar los recursos, en pro de él desarrollo de una comunidad, región, entre otros. Donde las afectaciones de una obra civil deben ser las presupuestadas, sin afectar a terceros.

Un manejo recomendable para cualquier obra civil es realizarle monitoreo antes, durante y por un tiempo determinado después de la obra, apoyándonos en los sistemas ISG que se puede abarcar grandes extensiones de tierra a un bajo costo, y garantizar proyectando afectaciones futuras que agilizan procesos jurídicos, en pro de la verdad.

8 Referencias bibliográficas

- Ruiz, V.; Savé, R.; Herrera, A. Análisis multitemporal del cambio de uso del suelo, en el Paisaje Terrestre Protegido Miraflor Moropotente Nicaragua, 1993 – 2011 Ecosistemas, vol. 22, núm. 3, septiembre-diciembre, 2013, pp. 117-123 Asociación Española de Ecología Terrestre Alicante, España **https://www.redalyc.org/pdf/540/54029508016.pdf**

- IDEAM (2021). Consulta y descarga de Datos hidrometeorológicos. Disponible en página web: **http://dhime.ideam.gov.co/atencionciudadano/**

- Instituto Colombiano Agustín Codazzi (2021). Datos Abiertos Agrología. Disponible en página web:**https://geoportal.igac.gov.co/contenido/datos-abiertos-agrologia**

- USGS Science for a changing world (2021). Explorador de Tierra. Disponible en página wep:**https://earthexplorer.usgs.gov/**

- Amórtegui, María del Pilar; Cardoso, Aura María (2020). ANÁLISIS MULTITEMPORAL DE LA COBERTURA VEGETAL FRENTE A LA AGRICULTURA EN LA VEREDA GUASIMAL, ESPINAL, TOLIMA. Trabajo de grado. Disponible en: **https://repositorio.ucundinamarca.edu.co/bitstream/handle/20.500.12558/3448/An%c3%a1lisis%20Multitemporal%20De%20La%20Cobertura%20Vegetal%20Frente%20A%20La%20Agricultura%20En%20La%20Vereda%20Guasimal%2c%20Espinal%2c%20Tolima.pdf?sequence=1&isAllowed=y**

- NSTITUTO GEOGRÁFICO AGUSTÍN CODAZZI (2013). Descripción y Corrección de Productos Landsat 8 LDCM (Landsat Data Continuity Mission). Disponible en página web: **https://www.un-spider.org/sites/default/files/LDCM-L8.R1.pdf**