

**APORTES AL PROCESO DE RESTAURACIÓN DE LA RESERVA UMBRAL
CULTURAL HORIZANTES, CON EL USO DE HERRAMIENTAS SIG.**

**ANDRES FELIPE VARGAS MORENO
Cod. 20182140034**

**Trabajo de grado modalidad
PASANTIA.**

**Director
GUSTAVO GIRALDO**

2023

**LICENCIATURA EN BIOLOGÍA
UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSE DE CALDAS**

TABLA DE CONTENIDO

CAPITULO 1.....	3
RESUMEN	3
INTRODUCCIÓN	4
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	5
JUSTIFICACIÓN.....	6
OBJETIVOS.....	7
METODOLOGÍA	8
DELIMITACIÓN DEL ÁREA DE TRABAJO	10
RECURSOS FISICOS	11
<i>PROCEDIMIENTOS</i>	14
RESULTADOS	21
ÁNALISIS	27
CONCLUSIONES	28
BIBLIOGRAFIA.....	29
ANEXOS	30

CAPITULO 1

RESUMEN

El presente informe, tiene como objetivo exponer los logros obtenidos dentro del proceso de la pasantía titulada “aportes al proceso de restauración de la reserva umbral cultural horizontes” con base en las herramientas SIG. Además de registro de datos de plantas y sus enfermedades. El trabajo comprende tres capítulos los cuales comparten la estructura de contextualización, metodología, resultados y análisis. Los resultados de esta pasantía aportan al seguimiento y desarrollo del plan de restauración ecológica de la reserva umbral cultural horizontes.

Palabras clave: Restauración ecológica, Sig, Dap, enfermedades de plantas.

ABSTRACT:

The objective of this report is to present the achievements obtained within the process of the internship entitled “contributions to the restoration process of the horizons cultural threshold reserve” 3etodolo GIS 3etod. In addition to recording data on plants and their diseases. The work comprises three chapters which share the structure of contextualization, methodology, results and 3etodolo. The results of this internship contribute to the monitoring and development of the ecological restoration plan of the horizons cultural threshold reserve.

Keywords: Ecological restoration, Sig, Dap, plant diseases.

RESUMO:

O objetivo deste relatório é apresentar os resultados obtidos no 3etodo do 3etodol de estágio intitulado “contributos para o 3etodol de restauração da reserva cultural do limiar dos horizontes” com base em ferramentas SIG. Além de registrar dados sobre as plantas e suas doenças. O trabalho 3etodolog três capítulos que compartilham a 3etodologí de contextualização, 3etodología, resultados e análise. Os resultados deste estágio contribuem para o acompanhamento e desenvolvimento do plano de recuperação ecológica da Reserva Cultural Limiar Horizontes.

Palavras-chave: Restauração ecológica, Sig, Dap, doenças de plantas.

INTRODUCCIÓN

Los sistemas de información geográfica (SIG) son las herramientas tecnológicas diseñadas para capturar, almacenar, analizar y visualizar datos geográficos. Estos sistemas combinan datos geográficos, como mapas, imágenes de satélite, datos de GPS y otra información espacial, con capacidades de software y hardware especializados para crear un entorno en el que se pueden realizar análisis geográficos complejos, que aportan a los procesos de restauración ecológica como lo mencionan (Fuentes, 2016) en su trabajo de restauración de cuerpos de agua loticos.

Los SIG están compuestos para (Núñez, 2012) cuatro dimensiones principales: Los datos geográficos, el software SIG, el hardware SIG y los usuarios.

Datos geográficos: representan la información espacial que se utilizará en el sistema. Pueden incluir mapas digitales, imágenes de satélite, datos de teledetección, datos de GPS y otros datos georreferenciados.

Software SIG: proporciona las herramientas y funciones necesarias para capturar, almacenar, analizar y visualizar los datos geográficos. Algunos ejemplos populares de software SIG incluyen ArcGIS o QGIS

Hardware SIG: incluye los dispositivos físicos necesarios para soportar el software SIG, como computadoras, servidores, sistemas de posicionamiento global (GPS) y sensores remotos.

Personal: En este se encuentran las personas que están capacitadas para el desarrollo y uso de las herramientas SIG

Al combinar datos geográficos con análisis espaciales y herramientas de visualización, los SIG proporcionan una poderosa capacidad para comprender y tomar decisiones frente a los procesos de restauración y el seguimiento a los mismos (Santillán, 2023).

Sin embargo, para realizar, aportar y evaluar los procesos de restauración ecológica es necesario combinar diferentes técnicas que generen o evidencien el desarrollo de los procesos de restauración. Como lo mencionan (Maya et al., 2023) las mediciones de crecimiento en altura, base y DAP aportan evidencia del avance de la restauración.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La reserva forestal umbral cultural de horizontes, administrada por la fundación cerros de Bogotá, hace parte de los ecosistemas presentes en el los cerros orientales pertenecientes a la cordillera de lo andes en su vertiente oriental.

Este ecosistema se caracteriza como bosque alto andino y bosque bajo andino. Su formación geológica se ubica en el mioceno y termina hace 3 millones de años, momento en el cual la sabana de Bogotá toma su altitud más próxima a la actual con 2.600 m.s.n.m.; Dados los procesos de expansión de la ciudad de Bogotá en el siglo XIX y la primera mitad del XX, se presenta un decrecimiento, deforestación y minería de los recursos naturales que contiene los cerros orientales. A finales de la década de 1930 se comienza a problematizar la reforestación de los cerros y se dispone un plan de majo de los mismo. Las plantas con las cuales se buscó reforestar son plantas foráneas y que no crecían nativamente en los cerros. Son traídas como eje de la reforestación por su rápido crecimiento; pinos, eucaliptos y acacias. El humus tradicional de dichas especies es del tipo moder, diferente del producido nativamente del tipo mull, lo cual impide un correcto ciclado de nutrientes en los suelos.

JUSTIFICACIÓN

La implementación de Sistemas de Información Geográfica (SIG) en el campo de la restauración es de vital importancia debido a la necesidad de gestionar y tomar decisiones basadas en datos espaciales y geográficos. Los planes de restauración deben afrontar diferentes retos como, la ubicación espacial del área a restaurar, la predicción de condiciones ambientales, la distribución proporcional de espacio de trabajo de campo, etc. Para abordar estos desafíos se deben tener a la mano herramientas que permitan generar la información necesaria para la toma de decisiones de una manera práctica y eficaz.

En este sentido, los SIG proporcionan una plataforma tecnológica que integra datos geográficos y análisis espacial, permitiendo una mejor comprensión de los procesos ecológicos, la identificación de áreas prioritarias para la restauración y el monitoreo de los resultados obtenidos. Mediante la captura, visualización, análisis y gestión de información geográfica, los SIG brindan una visión integral de las áreas a restaurar, considerando factores como la topografía, la hidrología, la vegetación y la conectividad ecológica.

Por otro lado, el seguimiento al crecimiento y a la salud de las plantas, como eslabón base para la restauración, puede proporcionar datos acerca de la efectividad y el avance de los procesos de restauración. El avance y predicción de posibles dificultades en la implementación de áreas a restaurar o incluso de dar información acerca de que áreas necesitan una mayor intervención que genere una restauración activa. Con base en lo anterior el aporte y evaluación continua dentro de los planes de restauración permite reorganizar esfuerzos, trazar estrategias sobre problemas no previstos y cumplir con de la mejor manera posible con los planes de restauración.

OBJETIVOS

Ob. General

Generar una propuesta de aportes y ejecución al plan de restauración ecológica de la reserva Umbral Cultural Horizontes

Ob. Específicos

Categorizar las zonas de propuesta de intervención con base en el avance de restauración ecológica y la aplicación de los índices; NDVI, SR, VDC, dentro de los procesos de Estructura de la vegetación

Calcular el avance de restauración ecológica, en el proceso de crecimiento y función, en las zonas identificadas como propuestas de intervención por el plan de manejo ambiental de la reserva Umbral Cultural Horizontes

Establecer propuesta de transectos dentro del proceso del estado fitosanitario de las zonas identificadas como propuestas de intervención por el plan de manejo ambiental de la reserva Umbral Cultural Horizontes

METODOLOGÍA

El desarrollo de los procesos de la pasantía se articulo dentro de cuatro dimensiones; La primera es la dimensión de trabajo grupal dentro de la fundación cerros de Bogotá y la reserva umbral cultural horizontes, ya fuese en el apoyo a las jornadas de plantación, los recorridos con base en los talleres y cátedras con fines pedagógicos desarrollados por la fundación. También se incluye dentro de esta dimensión todo lo relacionado con voluntariados.

Una segunda dimensión fue el trabajo específico que enfoco directamente en la propuesta de trabajo de grado presentada, el desarrollo de las actividades allí propuestas y el cumplimiento de los objetivos trazados. Dentro de esta dimensión el trabajo con los sistemas de información geográfica (SIG) represento un gran porcentaje del desempeño. La creación del polígono de la reserva, el establecimiento de modelos de elevación, la georreferenciación de parcelas, la aplicación de índices como el índice de vegetación de diferencia normalizada, y sus complementarios SR y verde de clorofila, son algunos de los desarrollos alcanzados dentro del trabajo con SIG. Añadido a esto el seguimiento en el crecimiento y la fitosanidad en las zonas propuestas de restauración hicieron parte de un monitoreo. En el primero de los casos la falta de datos anteriores ofrece la oportunidad de tomar los primeros datos bases, para en posteriores estudios realizar comparaciones de datos de crecimientos o de DAP. En el segundo caso la presencia de enfermedades en las plantas de la zona de restauración se planeo como los primeros datos acerca de posibles dificultades biológicas dentro del plan de restauración de la reserva umbral cultural horizonte.

En tercer lugar, se encontró la dimensión de espacios de formación. Dichos espacios fueron ofertados por personal cualificado de la fundación cerros de Bogotá. Y se presentaron de forma remota. Algunos de estos fueron; Curso de programación centrado en las habilidades que se pueden desarrollar con los lenguajes de programación como python o como R. Curso de habilidades laborales, que se promovió como un espacio para la reflexión y el conocimiento de las aspiraciones laborales de los presentes, el desarrollo en el mercado de las carreras estudiadas, las posibles salidas laborales, las opciones de profundización de conocimientos y el fortalecimiento de la confianza en grupos de trabajo, fueron algunos de los temas desarrollados en el curso. Curso de Google sheets, siendo conscientes de las habilidades que son transversales de muchas áreas del conocimiento, se plantea este curso. Algunos de los temas desarrollados fueron la creación de fórmulas, de análisis estadísticos como regresiones y la puesta en escena de un manejo organizado de tablas. Por último se presentó el curso de diseño, enfocado principalmente en el desarrollo de habilidades para la divulgación de trabajos o de investigaciones. Con la apertura de nuevas herramientas de diseño que facilitan la edición y el mejoramiento de piezas publicitarias dentro del área de conocimiento de los participantes.

Por último, la cuarta dimensión se relaciona con el diligenciamiento normativo, con la escritura de planillas, de evidencias y de comprobantes del desarrollo de los procesos establecidos en el convenio de desarrollo de la pasantía con la fundación cerros de Bogotá.

DELIMITACIÓN DEL ÁREA DE TRABAJO

La fundación cerros de Bogotá, propietaria de la reserva umbral cultural horizontes que se encuentra ubicada sobre la zona de transición entre los cerros orientales de la ciudad de Bogotá y el barrio rosales de la localidad de chapinero. Presenta una extensión de 3,4 hectáreas en un polígono con una inclinación que comienza en los 2690 msnm y se extiende hasta los 2830 msnm. El acceso al predio es por parte del sendero administrado por la organización guarda moyas, el cual tiene acceso directo al paramo de las moyas. Otro acceso al predio es por medio de la entrada a la huerta de fundación cerros de Bogotá, que conecta directamente con el sendero descrito anteriormente.

RECURSOS FISICOS

Los recursos físicos que se utilizaron para el desarrollo de todos los procesos fueron:

Datos espaciales:

Imágenes satelitales: Utilizamos imágenes de satélite de alta resolución espacial y espectral para obtener información detallada sobre la cobertura vegetal, la topografía y otros aspectos relevantes para la restauración. Se pueden obtener a través de fuentes como Landsat, Sentinel o Google Earth Engine.

Mapas temáticos: Obtendremos mapas temáticos existentes, como mapas de cobertura del suelo, mapas de vegetación o mapas de infraestructuras, que servirán como base para el análisis espacial y la identificación de áreas prioritarias para la restauración. En especial mapas ya existentes de la reserva, coberturas y capas junto con sus respectivos rastros.

Software SIG:

ArcGIS: Utilizamos el software ArcGIS PRO, una plataforma completa de SIG, para el procesamiento, análisis y visualización de datos espaciales. Aprovecharemos las herramientas y capacidades del software para realizar análisis espaciales avanzados, modelado de datos y generación de mapas temáticos.

Herramientas de análisis y modelado:

Análisis de cambios: Utilizaremos herramientas de análisis de cambios, como la comparación de imágenes multitemporales o la detección de cambios en la cobertura

vegetal, para evaluar el éxito de las acciones de restauración y monitorear los cambios en la vegetación a lo largo del tiempo. Al igual que el cambio presentado en el tiempo de los índices complementarios y del mismos NDVI.

Equipamiento y tecnología:

Computadoras y software: Usamos computadoras de alto rendimiento con el software SIG instalado para realizar el procesamiento y análisis de datos espaciales de manera eficiente.

Dispositivos de recopilación de datos en campo: Se usaron dispositivos móviles, como tablets o smartphones, equipados con aplicaciones SIG para recopilar datos en campo, realizar levantamientos de campo georreferenciados y capturar información relevante para el monitoreo de la restauración.

Equipos de GPS: Utilizamos receptores de GPS (Sistema de Posicionamiento Global) para obtener coordenadas geográficas precisas de los puntos de muestreo, ubicaciones de proyectos de restauración y otros elementos relevantes. El GPS nos permitirá georreferenciar correctamente los datos recopilados en campo y asegurar la precisión espacial en nuestros análisis y mapas. De la marca Garmin y el modelo 64s prestados por la universidad distrital francisco jose de caldas.

RECURSOS HUMANOS

Los recursos humanos que se utilizaron para el desarrollo de todos los procesos fueron:

Pasantes:

Grupo de compañeros adscritos a la fundación que desarrollan procesos de investigación y que se establecen en grupo de trabajos en el desarrollo de la dimensión de trabajo grupal.

Directivos fundación:

Grupo de directivos y de coordinadores de las líneas de trabajo en la fundación cerros de Bogotá, apoyo y estructura de proyectos transversales. También desarrollaron procesos de acompañamientos, dirección y evaluación de la presente pasantía.

Director trabajo de grado:

Docente adquiro a la universidad Distrital Francisco Jose de Caldas que desempeño acompañamiento en el desarrollo del presente trabajo y la pasantía.

PROCEDIMIENTOS

El primer proceso desarrollado se efectúa en el desarrollo de un modelo de elevación que permite analizar y comprender la ubicación de las parcelas en el predio. Como menciona () las parcelas deben tener una forma de polígono con un tamaño de 10 metro en cada uno de sus vértices. Sin embargo, al encontrarse en predio con un grado de inclinación elevado la figura se puede deformar. Los pasos metodológicos utilizados para la producción del modelo de elevación se representan en la (figura 1). Aunque los formatos ráster permiten el manejo de archivos pesados, no permiten realizar modificaciones a sus vértices ni tampoco sobre escribirlos. Por tanto, se hace necesario realizar una transformación en capas y polígonos.

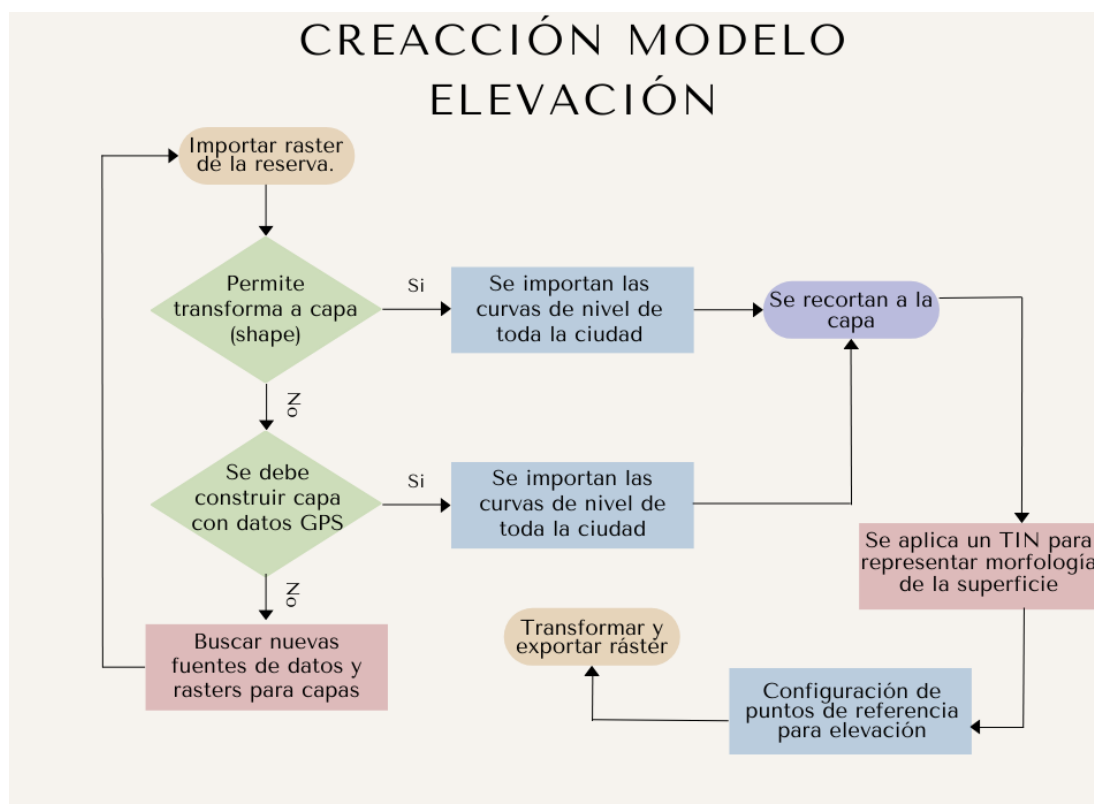


Figura 1. Esquema de creación de modelos de elevación. Creación propia

Las curvas de nivel son la capa que contiene los datos de altitud representados en líneas con una curvatura que refleja la información que estas contienen. Al tratarse de una capa, se puede recortar con respecto a otra capa. El uso de las curvas de nivel para toda una ciudad como Bogotá resulta en un gasto de recursos físicos de computadora, por tanto, se hace necesario realizar el respectivo recorte. Por último la transformación de dichos datos se realiza para datos TIN que generan medios digitales para representar la morfología de la superficie.

Seguido de la construcción del modelo de elevación se establecen cada una de las parcelas. El proceso de construcción de polígonos de parcelas se puede evidenciar en la (Figura 2) Su georreferenciación se realizó con la ayuda del GPS Garmin 64s, se tomaron coordenadas de los vértices de cada una de las parcelas (13). La extracción de datos de GPS se realizó por medio del programa del paquete office, Excel. En el cual se ponderaron los datos en una tabla de formato xlsx. En el programa Arcgis pro, se importaron los datos xlsx. Y se representaron con puntos. La opción de creación de polígonos permitió la unión y creación de todos los polígonos de las parcelas. Además de la realización de los polígonos de las parcelas, se realiza una nueva georreferenciación del polígono de la reserva. Se actualizaron los sectores occidentales y sur del polígono de la reserva. El sector oriental y el sector norte, no se pudieron actualizar por la falta de conocimiento real de los límites y linderos del predio. La actualización era necesaria con base en que el sector occidental denotaba en el polígono ser un sector completamente recto, lo cual difiere del cercado en esa zona de la reserva. El mismo caso aplica para el sector sur, en el cual se denotaba que el polígono tomaba datos de los predios colindantes.

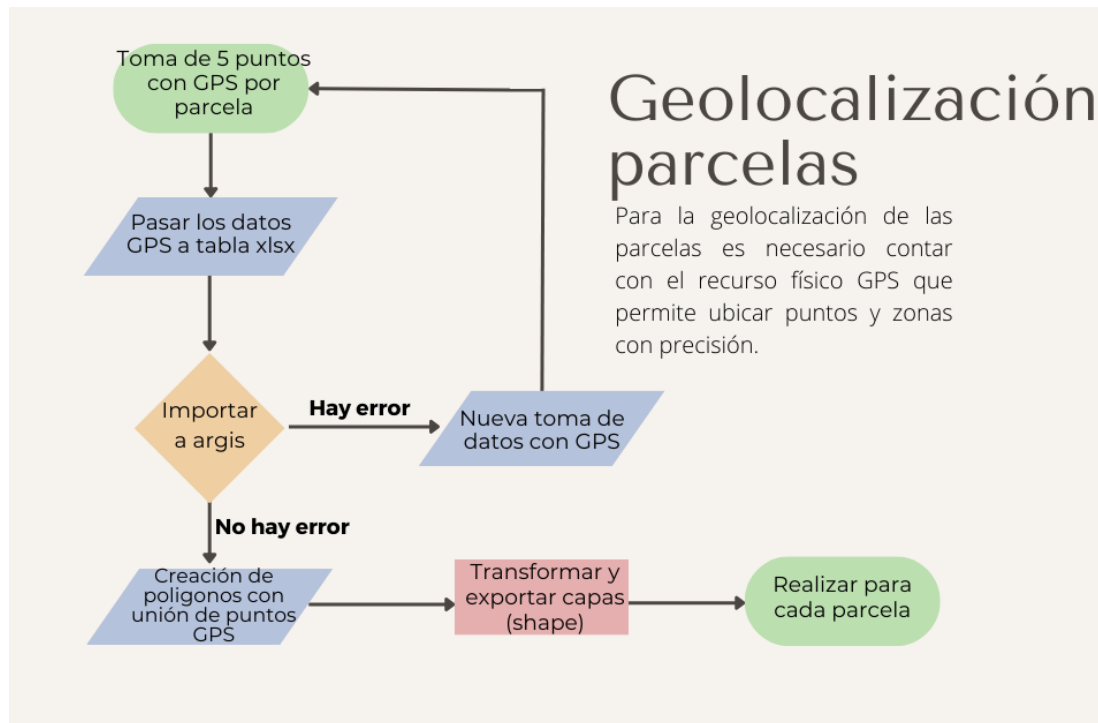


Figura 2. Creación de polígonos para todas las parcelas. Creación propia

Para el proceso de análisis geoespaciales se realizó una búsqueda de bases de datos en las cuales se pudieran obtener imágenes del satélite landsat en su versión 8, con el fin de poder obtener información de sus imágenes sobre la reserva. Se eligió explorer earth por ser una plataforma de fácil búsqueda, con gran cantidad de almacenamiento de datos. El filtrado de la búsqueda se efectuó entre los meses de enero del año 2023 y junio del 2023. Se eligieron dos coberturas una correspondiente al mes de febrero y la otra al mes de junio. Los criterios de selección fueron principalmente los meses que correspondieran el periodo de la pasantía y la nubosidad presente en los ráster. El proceso de extracción de bandas 4 y 5 se representan en la (Figura 3). Con la descarga de los ráster se obtiene un archivo comprimiendo en el cual se evidencian todas las bandas de la imagen satelital. Para los análisis de NDVI se necesitan las bandas 4 y 5 en el orden 5/4 para efectuar la fórmula $NDVI = (NIR - Red \text{ o banda } 5) / (NIR + Red \text{ o banda } 4)$ según lo menciona (). El proceso de aplicación de análisis se evidencia en la (Figura 4)

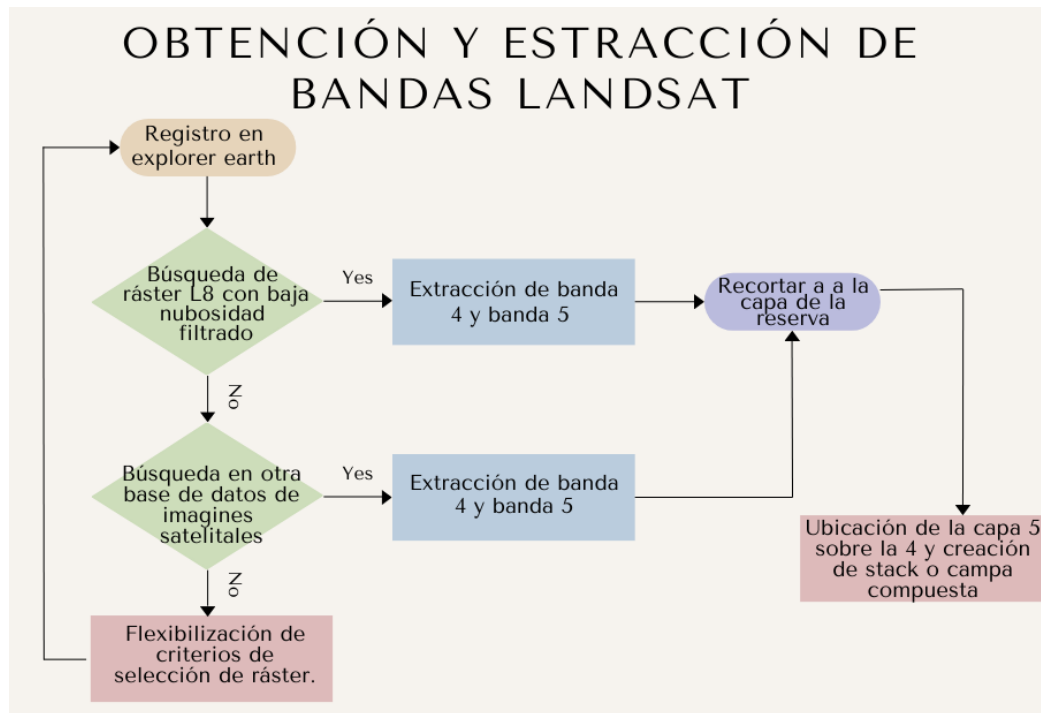
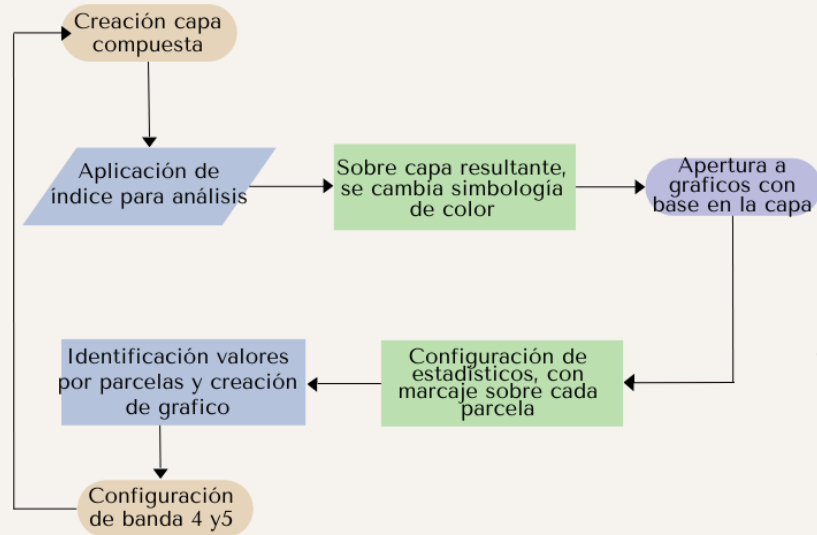


Figura 3. Obtención imágenes satelitales y extracción de bandas. Creación propia

Para poder aplicar un análisis con base en la reflectancia de la luz sobre las coberturas vegetales es necesario construir una capa compuesta. Y sobre dicha capa se aplican los análisis pertinentes. En el caso del software ArcGIS Pro la creación de capas compuestas se realiza ubicando en el portal de capas, la banda 5 sobre la banda 4. No es necesario adjuntar la fórmula pues el software ya las incluye. El análisis NDVI se complementó con el análisis SR y el análisis verde de clorofila. Cabe resaltar que el primero de los índices nos indica la salud de la cobertura analizada, por tanto, para cada una de las parcelas se evidencia unos valores diferentes, con base en el espectro de luz reflejado. El segundo análisis genera estimaciones de la cantidad de vegetación que se encuentra en un espacio determinado. Por último, el análisis de verde de clorofila proporciona estimaciones acerca de la cantidad de clorofila que se encuentra presente en una cobertura. Estos dos últimos son complementarios para el primero. Y proporcionan un panorama más amplio a la hora de analizar los datos obtenidos (Lindig et al., 2023).

APLICACIÓN ANÁLISIS GEOESPACIALES



El proceso de aplicación de los índices requiere la fórmula $NDVI = (NIR - Red \text{ o banda } 5) / (NIR + Red \text{ o banda } 4)$. Orden que se mantiene para los índices complementarios

Figura 4. Aplicaciones índices geoespaciales. Creación propia.

Con forme a los procesos de seguimiento al crecimiento de las plantas, se evidencia que la reserva umbral cultural horizontes, no tiene datos iniciales para realizar las respectivas comparaciones. Por tanto, se procede a tomar los datos iniciales de crecimiento y de DAP para las plantas de la zona de restauración activa. El proceso de recolección de datos se expone en la (Figura 5) en donde los procesos de geolocalización se articulan con el muestreo y recolecta de datos para el seguimiento del avance del plan de restauración de la reserva

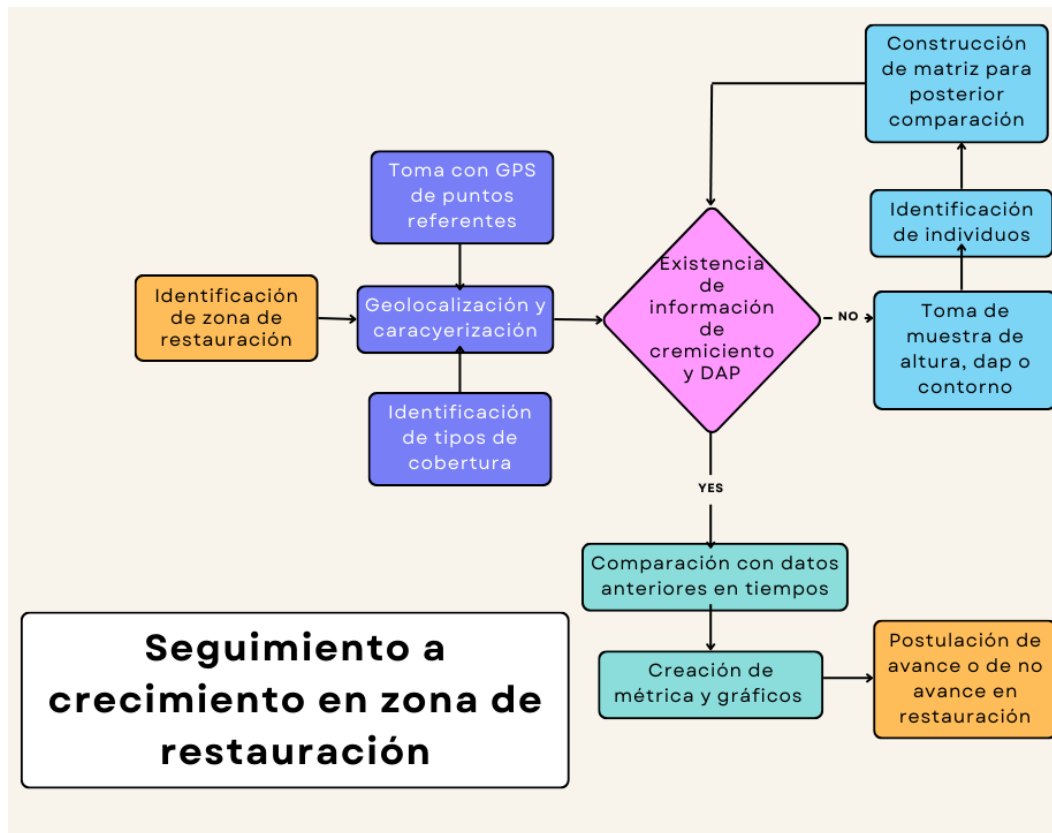


Figura 5. Levantamiento de datos de crecimientos y DAP de plantas. Creación propia

Por último, los procesos fitosanitarios hacen parte del plan de restauración que maneja la reserva actualmente, el seguimiento y control de las posibles enfermedades es una de las metas a cumplir. El proceso de levantamiento de datos acerca de enfermedades en las plantas se evidencia en la (Figura 6). Aunque esta es una de las metas del plan de restauración no se han realizado estudios a profundidad sobre las mismas.

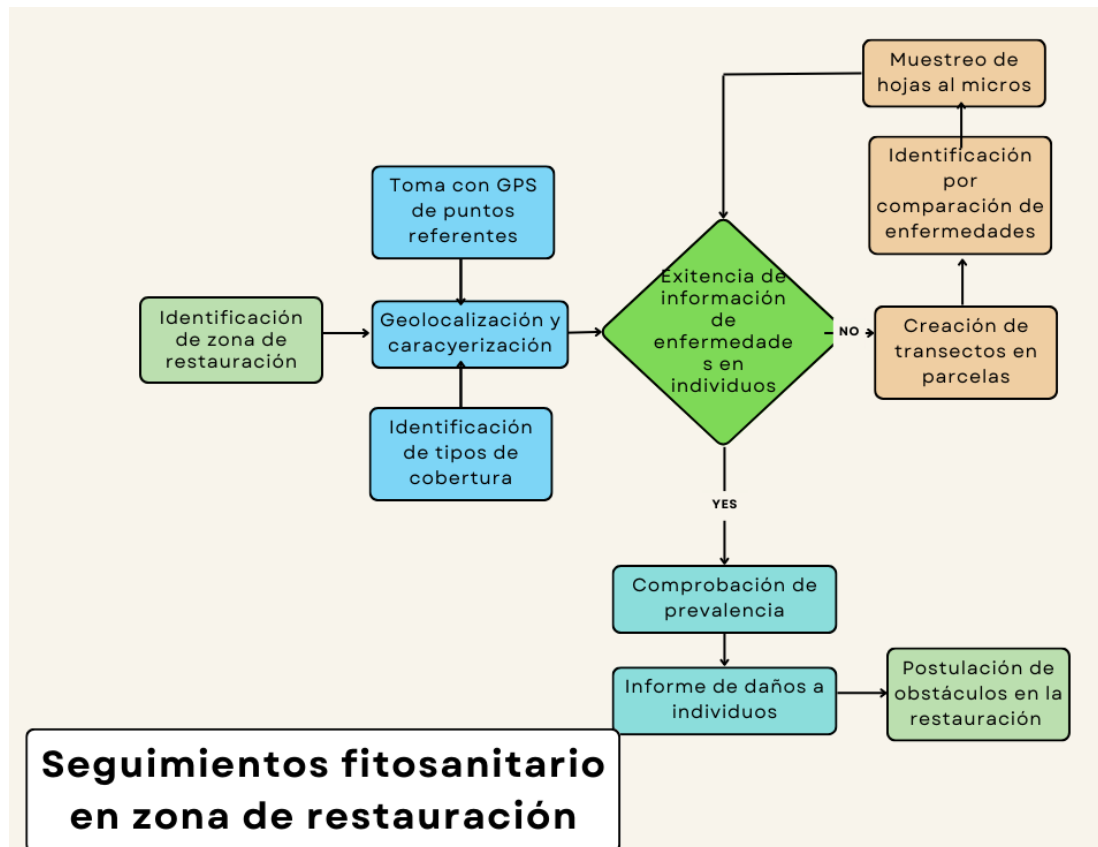


Figura 6. Levantamiento de datos de las enfermedades de la en la zona de restauración

RESULTADOS

Con base en los acuerdos para el desarrollo de la pasantía se establece el primer resultado de cumplimiento las horas postuladas correspondientes a 384 como mínimo. Se completa un total de 408 horas en todas las dimensiones de la pasantía (Anexo 1). Dentro de los procesos desarrollados con las herramientas SIG se presenta el primer resultado del proceso de construcción de modelo de elevación (Imagen 1)

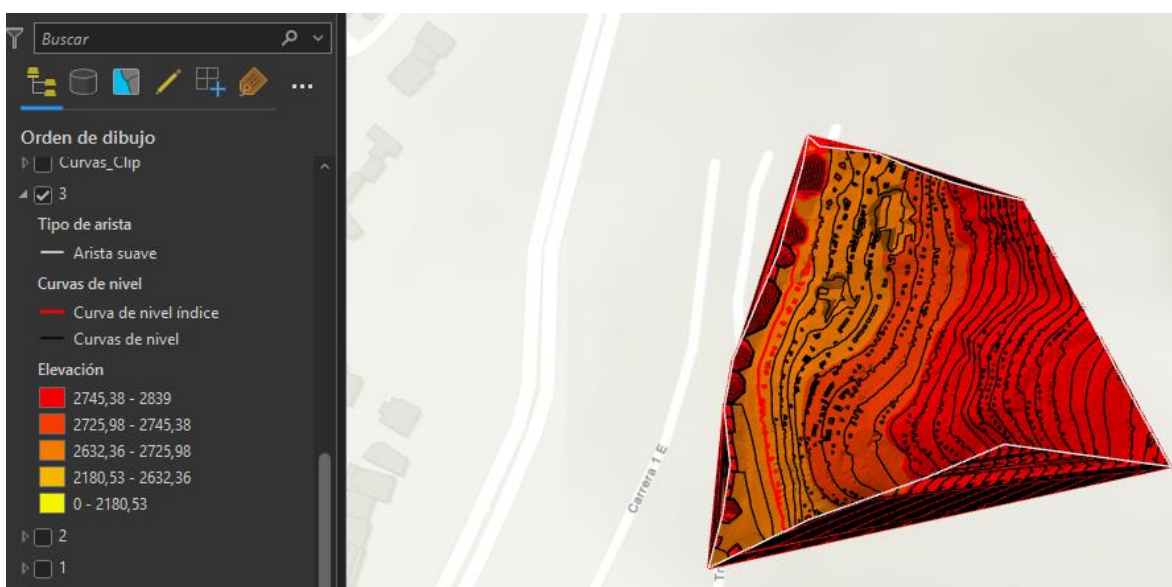


Imagen 1. Primera construcción de modelo de elevación, representación con escala de colores. No se presenta raster pues al ser tonos de gris no se evidencian datos de altitud.
Creación propia

En cuanto a los procesos que tuvieron relación con el uso del GPS se presenta el resultado del nuevo polígono de la reserva con el nuevo modelo de elevación. Y sobre el mismo se establecen los resultados de la construcción de los polígonos de las parcelas (Imagen 2), dentro de este resultado se destaca que varias algunas de las parcelas se encuentran fuera del predio de la reserva umbral cultural horizontes. Esto debido a la baja delimitación del sector nororiental. En el caso del sector sur oriental, parcela que se ve

fuera el del complejo del modelo se tuvo que reubicar, pues en esa zona si se cuenta con linderos mejor establecidos y cercas que confirmaban el supuesto.

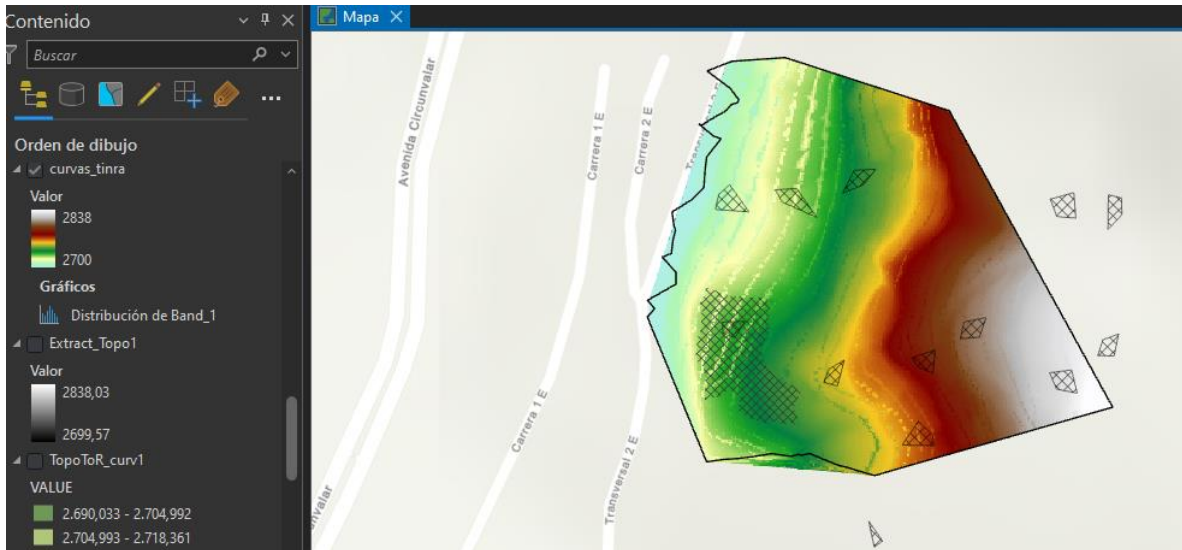


Imagen 2. Modelo de elevación mejorado con nuevo polígono de la reserva, tramas de las parcelas y trama más amplia representando zona activa de restauración. Creación propia

En cuanto a los procesos desarrollados de los índices geoespaciales se evidencian en la (Imagen 3) como referencia a las coberturas compuestas generadas con base en las bandas 5 /4. Para ejemplificar los resultados de los índices se realiza la creación de tres tipos de gráficos. El primero, un gráfico estadístico que representa la distribución normal de los datos (Grafica 1).

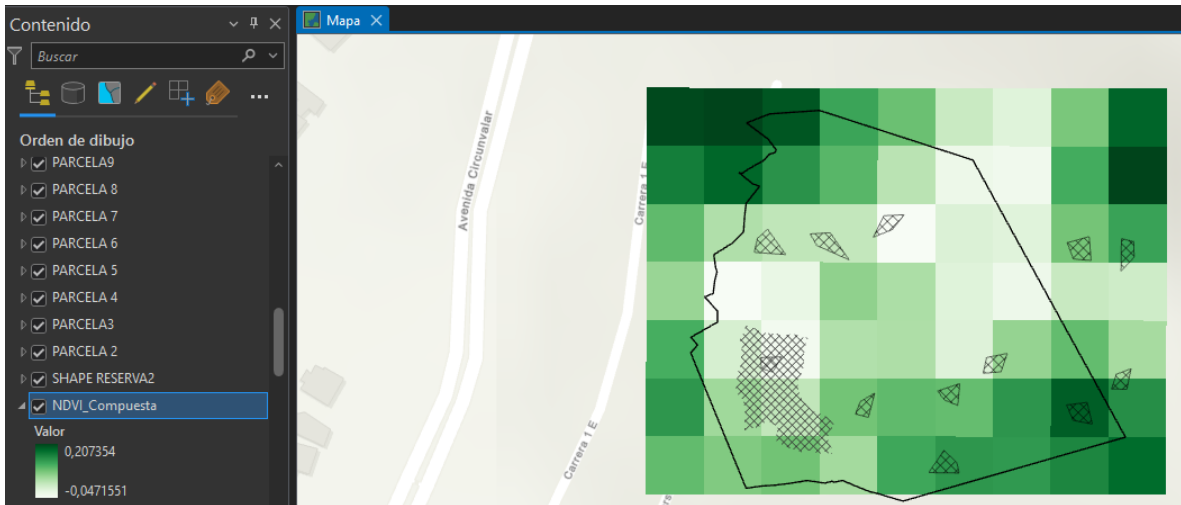
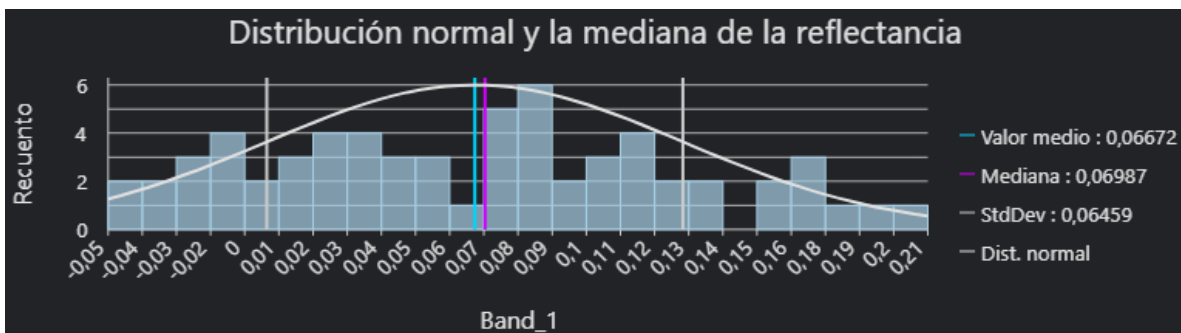


Imagen 3. Capa compuesta e indice NDVI con valores desde los -0,04 hasta los 0,20. Creación propia.



Grafica 1. Grafico de distribución normalizada de datos. Creación propia.

El segundo grafico propuesto se representa en la (Figura 2) que representa el perfil espectral de las 12 parcelas, dentro e las cuales no se incluye la parcela que no se encontraba dentro de los linderos del predio de la reserva.

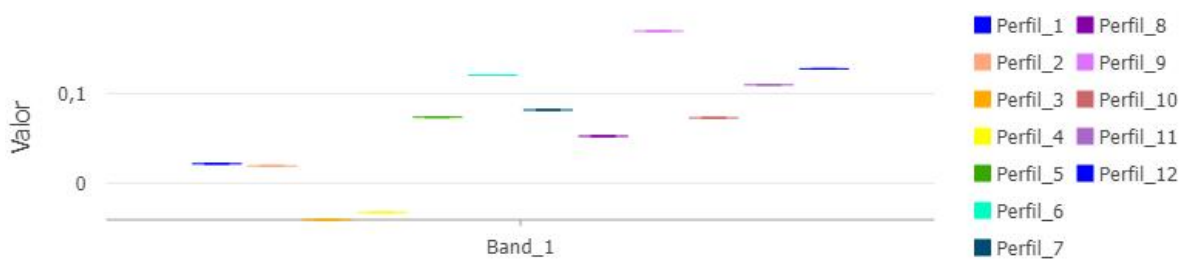
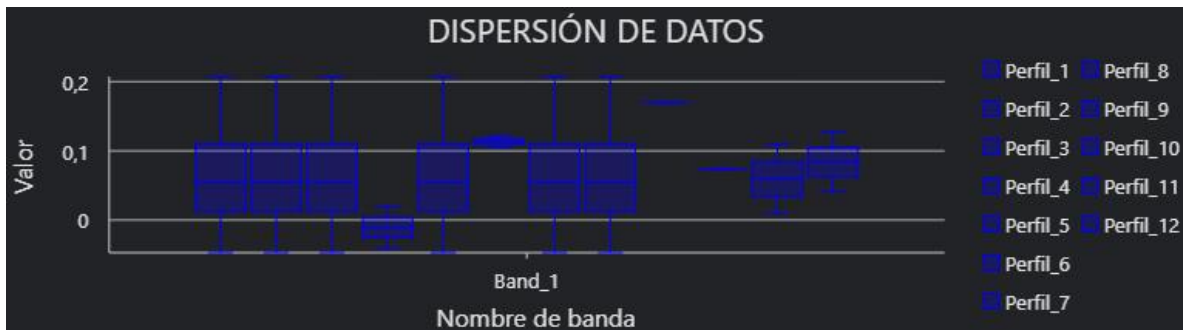


Figura 2. Perfil espectral de cada una de las parcelas con base en el índice NDVI. Creación propia.

El ultimo grafico presentado en la (Figura 3) es un grafico de dispersión en cuanto a que la parcelas comprenden un área de 10 m2 en la cual puede haber variación en los datos de las de reflectancia.



Dentro de los índices complementarios a el NDVI se presentan los resultados obtenidos en el índice SR, que identifica la cantidad de vegetación encontrada por reflectancia (Imagen 4)

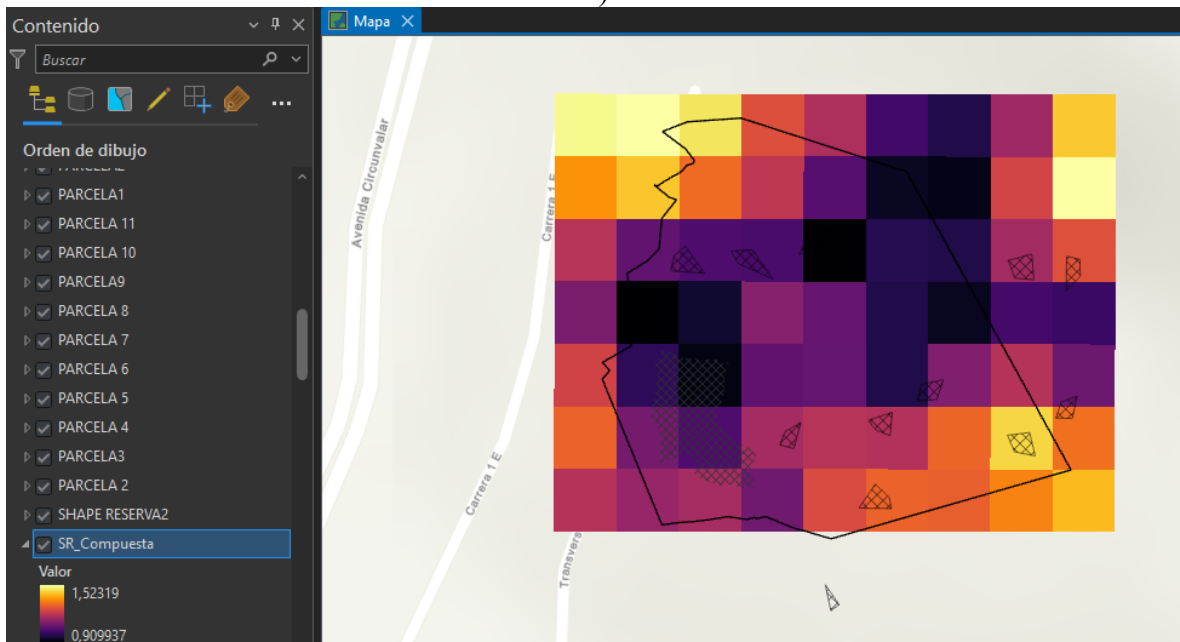
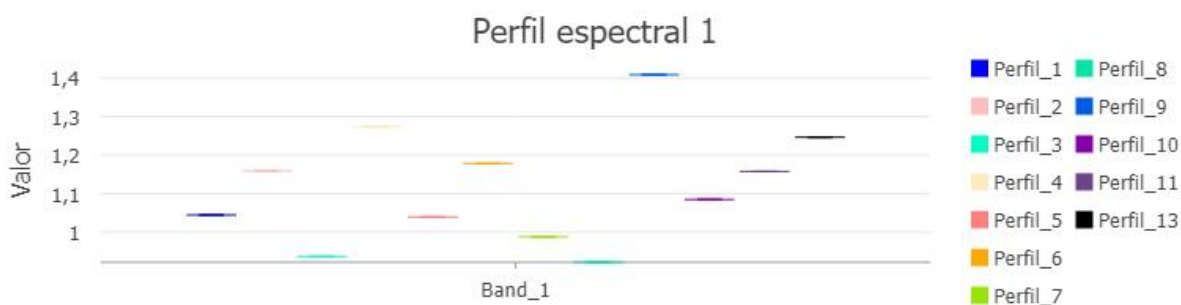


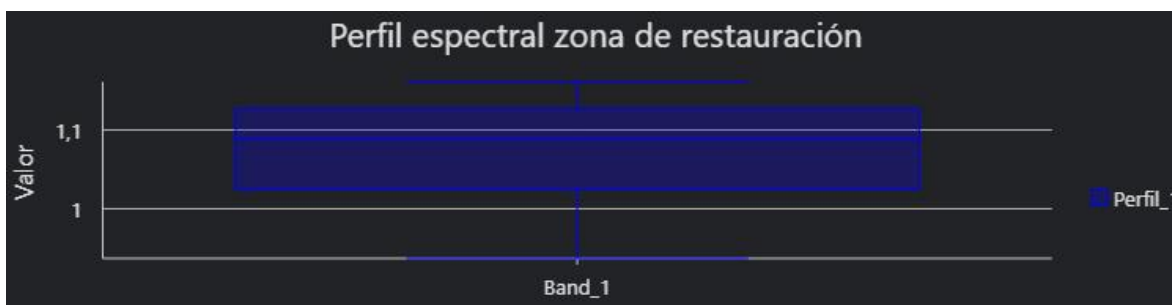
Imagen 4. Capa compuesta e índice de SR. Creación propia.

Dentro de cada una de las parcelas se presenta un riqueza y diferencia en cantidad de vegetación por tanto se construye la (grafica 4) que representa a la cantidad de vegetación en las parcelas. Continuo a esto para evidenciar esto en la zona de restauración

se construye la (grafica 6) esto porque la zona de restauración es la trama más grande todo el modelo e incluso dentro de ella se encuentra la parcela número 3.



Grafica 4. Perfil espectral por parcela con base en el índice SR. Creación propia



Grafica 5. Perfil espectral para la zona de restauración con base en el índice SR. Creación propia

Para realizar un comparativo se realiza el mismo proceso de aplicación del índice NDVI por tanto se presenta la (Imagen 5) que representa la nueva aplicación del índice para el mes de junio. Para evidenciar una normalidad en los datos proporcionados se presenta la (gráfica 6) que representa la distribución normal de los datos y la dispersión de los mismos. Para evidenciar los cambios respecto al mes de enero se presenta la (grafica 7) que representa la reflectancia de para cada una de las parcelas.

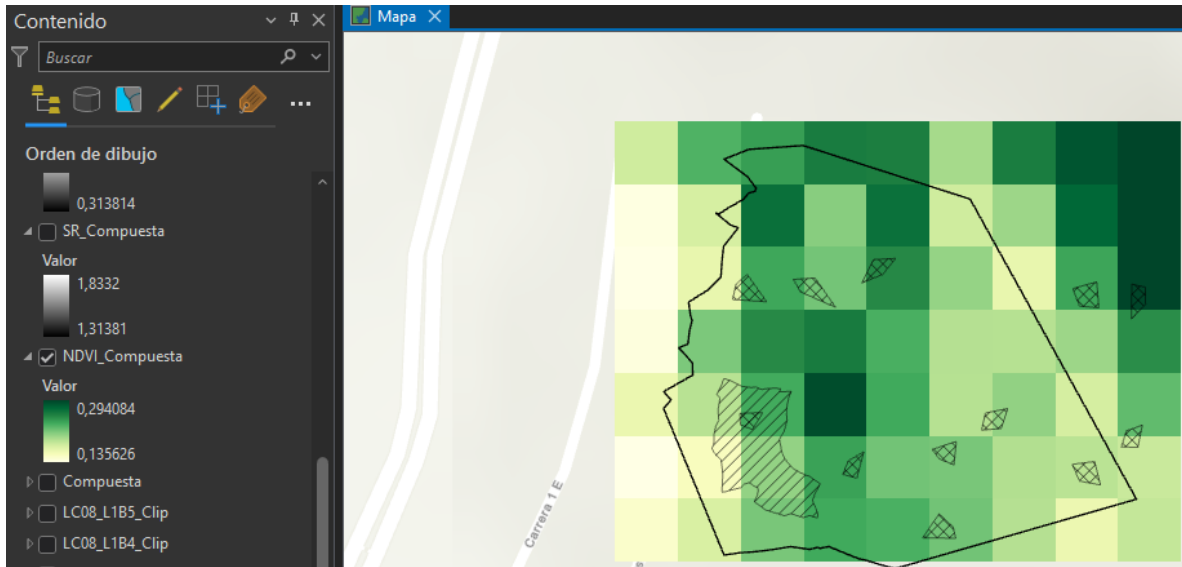
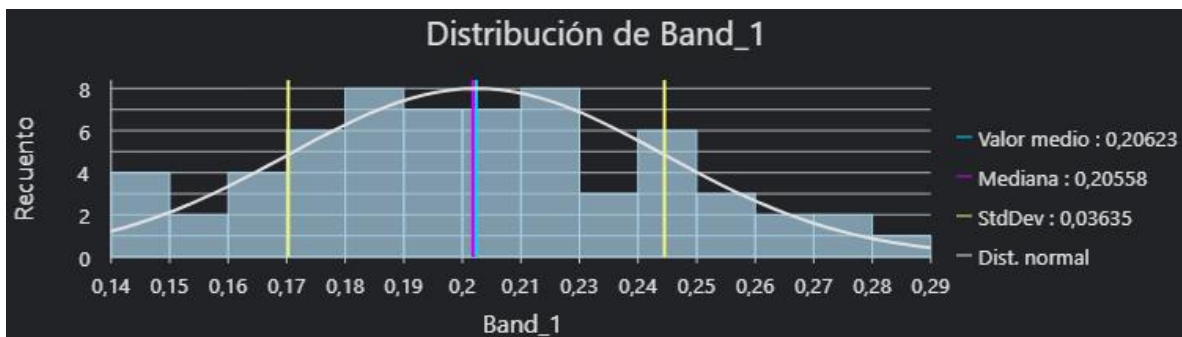
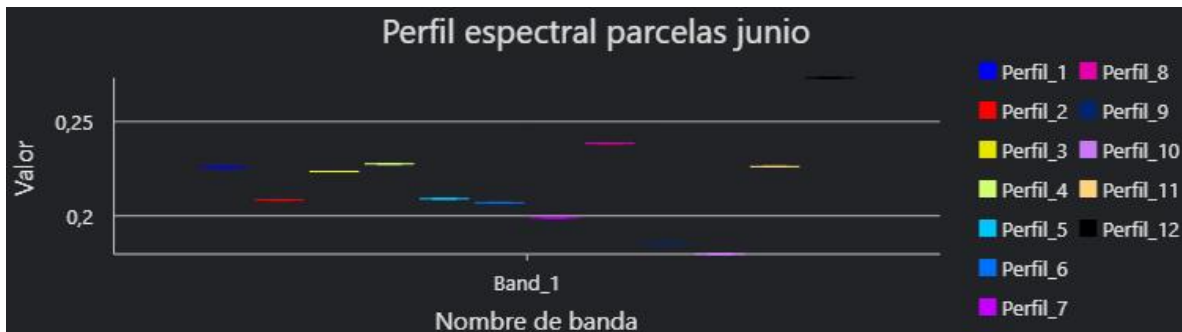


Imagen 6. Capa compuesta con aplicación del NDVI del mes de junio. Creación propia.



Grafica 6. Gráfico de distribución normalizada de datos para el mes de junio. Creación propia



Grafica 7. Perfil espectral de cada una de las parcelas con base en el índice NDVI para junio. Creación propia

Dentro de los procesos relacionados con el monitoreo al crecimiento y DAP de los

individuos en las parcelas se establece un promedio de 96 cm de altura. Dentro de

un total de 115 plantas muestreas. La matriz al seguimiento del crecimiento y a los datos fitosanitarios se encuentra en el (Anexo 2)

ÁNALISIS

Los resultados arrojados durante el momento de comparación reflejan que existe una mejoría de un 40% en mejoría de punto máximo de nivel de reflectancia en comparación de las dos graficas de estadísticos de los índices de NVDI, grafica 1 y grafica 7 respectivamente. Sin embargo, los datos netos demuestran que los niveles siguen sin superar el umbral de 0,30 de reflectancia. La escala de análisis para dicho indicie es de 0 a 1 como lo muestra (Corzo et al., 2012) esto indica que, aunque en enero se presentara un máximo de 0,21 y en junio se alcanzara un máximo de 0,29 el nivel medio salud de la reserva no es crítica, pero si contine una gran población de vegetación con alguna deficiencia.

Aunque es claro que la reflectancia del suelo puede influir en dichos datos, los índices complementarios como el SR demuestran que un nivel máximo de 1,52 no es suficiente para poder acertar que la cantidad de vegetación representada dentro de los polígonos presente una salud adecuada. Dicho índice presenta un margen de 0 a 30 y generalmente se representa en valores de 2 a 8 para una salud adecuada de los individuos vegetales (Maya et al., 2023).

Por otro lado, el seguimiento del crecimiento de los individuos en la zona de restauración presento un promedio máximo de altura de 96 cm esto quiere decir que se establece como una población muy joven y los datos aquí recogidos son verdaderamente

eficientes y puede ser la base de futuras investigaciones y seguimientos al plan de restauración.

CONCLUSIONES

El uso de herramientas SIG representa una gran oportunidad para evaluar procesos de restauración. Estos permiten evidenciar cambios en periodos cortos de tiempos y permiten mejorar procedimientos como el de priorizar esfuerzos en pro de una mejor restauración.

Las plantaciones continuas en el sector del denominado como jardín de la memoria y que en esta oportunidad lo llamamos zona de restauración activa son valiosos dentro proceso de restauración, su aplicación y continuidad han generado un avance notable en un corto periodo de tiempo y los procesos de monitoreo generan la oportunidad de conocer mucho más la riqueza que se debe conservar dentro del los cerros orientales de Bogotá-

La continua medición de crecimientos en los individuos a plantar es necesaria para tener una base y un punto de partida del cual poder hacer énfasis en futuras investigaciones relacionadas con la restauración de la reserva umbral cultural horizontes.

BIBLIOGRAFIA

- Corzo ramirez, L., Jerena, E., & Mendoza, R. (2012). La potencialidad del territorio en la restauración ecológica: El uso de herramientas SIG para establecer prioridades de restauración ecológica. *Revista Gestión y ambiente*, 15, 39-50.
- Jaya-Santillán, J. (2023). Altos niveles de erosión hídrica en una microcuenca tropical calculado mediante el modelo USLE. *FIGEMPA: Investigación y Desarrollo*, 15(1), 26-39. <https://doi.org/10.29166/revfig.v15i1.4269>
- Julián Fuentes, F. (2016). Aplicación de los SIG a la restauración de ríos y riberas. El proyecto de integración del río en la ciudad de Cabra. *Tecnologías de la Información Geográfica en el Análisis Espacial. Aplicaciones en los Sectores Público, Empresarial y Universitario*, 2016, ISBN 978-84-617-6760-1, págs. 109-128, 109-128. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5776233>
- Lindig-Cisneros, R., Barajas-Arroyo, M., Gómez-Pineda, E., Robles, G. A., Punzo-Díaz, J. L., Lindig-Cisneros, R., Barajas-Arroyo, M., Gómez-Pineda, E., Robles, G. A., & Punzo-Díaz, J. L. (2023). Una aproximación integral a la restauración ambiental ante el cambio climático, la identidad cultural y el patrimonio arqueológico: El caso de Tzintzuntzan, Michoacán, México. *Revista de Ciencias Ambientales*, 57(2). <https://doi.org/10.15359/rca.57-2.3>
- Maya-Girón, A. M., Becoche-Mosquera, J. M., Gómez-Bernal, L. G., Maya-Girón, A. M., Becoche-Mosquera, J. M., & Gómez-Bernal, L. G. (2023). Monitoreo de un bosque subandino en proceso de restauración en el Parque Nacional Natural Munchique. *Biota colombiana*, 24(1). <https://doi.org/10.21068/2539200x.1095>

ANEXOS