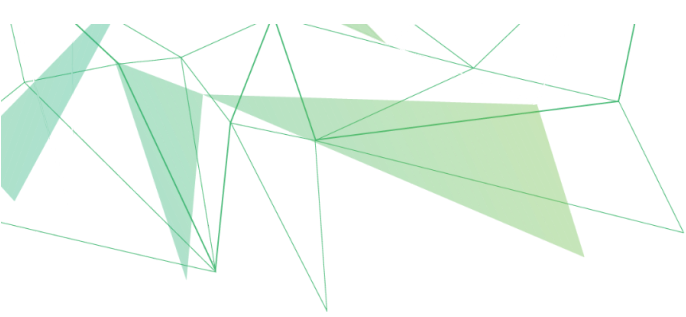


The background is a vibrant green with a low-poly, geometric pattern. A dark green silhouette of the South American continent is positioned on the left side. Several bright green light rays emanate from different points, creating a sense of depth and technology.

# Manual

Aplicación de Procesamiento  
de **Imágenes Satelitales**  
para el **Cálculo de Índices**  
**Radiométricos**



# **Manual** para cálculo de índices radiométricos

Aplicación de Procesamiento  
de **Imágenes Satelitales**

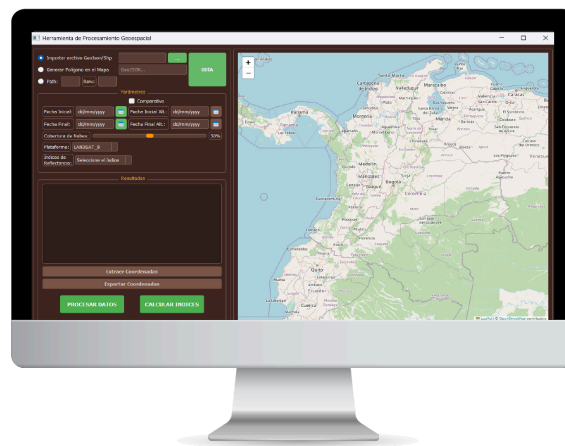
Este manual de usuario para la aplicación de procesamiento de imágenes satelitales para cálculo de índices radiométricos, ha sido creado en el marco de trabajo de grado por Esteban Escobar Chaverra y Robinson Jaramillo Vásquez a disposición de la sociedad y usuarios que deseen aprovechar las tecnologías de teledetección satelital sin necesidad de contar con conocimientos técnicos especializados o recursos económicos significativos, contribuyendo así a democratizar el acceso a información geoespacial valiosa para la toma de decisiones en diversos ámbitos como la agricultura, la gestión ambiental y la investigación académica.



**UNIVERSIDAD  
DE ANTIOQUIA**

Bienvenido al **Manual de Usuario de la Aplicación de Procesamiento de Imágenes Satelitales para el Cálculo de Índices Radiométricos**. Esta herramienta ha sido desarrollada como parte de un trabajo de grado en la Universidad de Antioquia, con el objetivo de democratizar el acceso a información satelital y facilitar su análisis para usuarios con diferentes niveles de experiencia técnica.

La aplicación que tiene en sus manos representa una solución integral que simplifica el proceso de obtención, procesamiento y análisis de imágenes satelitales Landsat 8. A diferencia de otras herramientas disponibles en el mercado que requieren conocimientos técnicos avanzados o inversiones significativas en licencias, nuestra aplicación ofrece una interfaz intuitiva que permite a investigadores, estudiantes, agricultores y profesionales de diversas áreas acceder a datos geospaciales de alta calidad y generar índices radiométricos con facilidad.



## Con esta aplicación, usted podrá:

- Definir áreas de interés mediante dibujo interactivo o archivos vectoriales (shapefile, GeoJSON)
- Seleccionar parámetros como periodo de tiempo, cobertura máxima de nubes e índices radiométricos que desea.
- Descargar automáticamente las bandas espectrales necesarias
- Calcular cinco índices radiométricos fundamentales: NDVI, NDWI, NDSI, BSI y LST
- Visualizar los resultados en formato png de los índices radiométricos seleccionados
- Exportar mapas y datos para su uso en informes o análisis posteriores

Este manual está diseñado para guiarle paso a paso en la utilización de todas las funcionalidades de la aplicación, desde su descarga hasta la interpretación avanzada de los resultados. Hemos incluido ejemplos prácticos y consejos útiles para asegurar que pueda aprovechar al máximo esta herramienta, independientemente de su nivel de familiaridad previo con la teledetección o los sistemas de información geográfica.

Le invitamos a explorar las capacidades de esta aplicación y descubrir cómo puede transformar datos satelitales complejos en información valiosa para la toma de decisiones en diferentes áreas.

# Descarga

## Requisitos del Sistema

Antes de proceder con la descarga, asegúrese de que su sistema cumple con los siguientes requisitos mínimos:

- **Espacio en Disco:** 500 MB de espacio libre para la aplicación y al menos 1 GB adicionales para almacenamiento de imágenes y resultados.
- **Conexión a Internet:** Conexión de banda ancha estable (requerida para la descarga de imágenes satelitales)

## Proceso de ejecución

### 1. Descarga del ejecutable:

- Descargue el archivo ejecutable **ProcesamientoGeoespacial.exe** desde el repositorio oficial.
- Verifique que la descarga se ha completado correctamente.

### 2. Ejecución del ejecutable:

- Haga doble clic en el archivo **ProcesamientoGeoespacial.exe**.
- Si aparece un mensaje de seguridad de Windows, haga clic en "Más información" y luego en "Ejecutar de todos modos".

## Solución de problemas de ejecución

### Error: "No se puede conectar al servidor STAC"

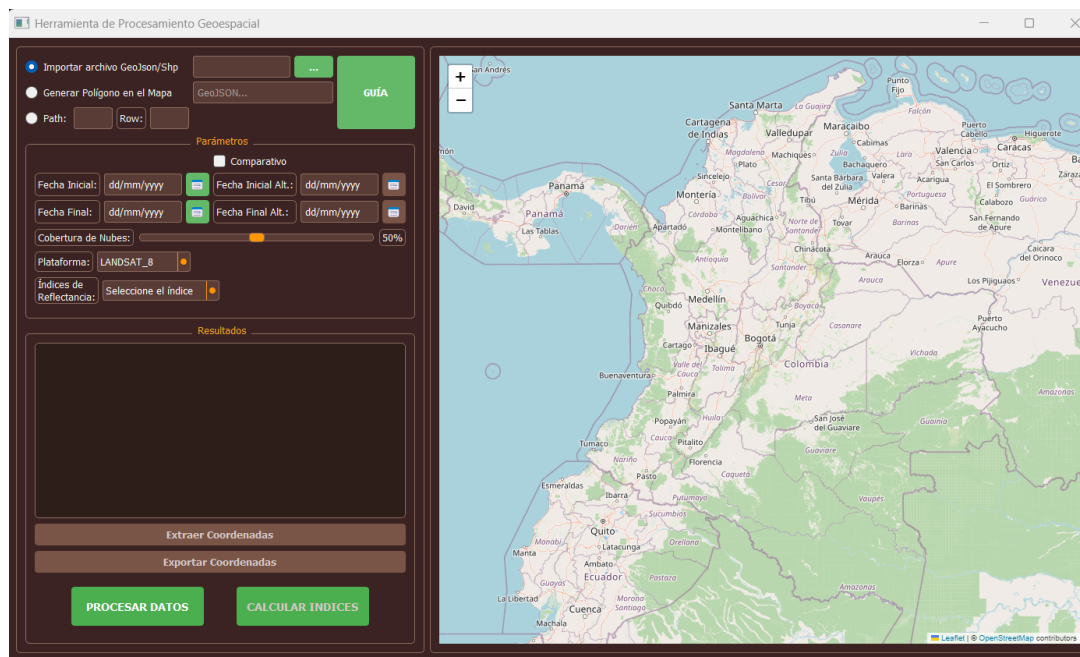
- Verifique su conexión a Internet.
- Compruebe que su firewall permite conexiones salientes a través del puerto 443 (HTTPS).

Para problemas adicionales, consulte la sección de "Solución de Problemas" más adelante en este manual o visite nuestro repositorio de GitHub para obtener ayuda más específica.

## Interfaz de usuario

La aplicación presenta una interfaz intuitiva dividida en dos paneles principales que facilitan tanto la configuración de parámetros como la visualización de resultados. A continuación, se detalla cada elemento de la interfaz para ayudarle a familiarizarse con la herramienta.

### Ventana principal



La ventana principal está organizada en dos áreas claramente diferenciadas:

### Panel de Control (Izquierdo)

El panel de control alberga todas las herramientas necesarias para configurar y ejecutar el procesamiento de imágenes satelitales. Está estructurado verticalmente en varias secciones:

## 1. Sección de Importación

- **Botón "Importar archivo GeoJSON/Shp"**: Permite cargar un archivo vectorial que define el área de interés.
- **Campo de búsqueda**: Facilita la ubicación de archivos en su sistema.

## 2. Sección de Generación de Polígonos

- **Opción "Generar Polígono en el Mapa"**: Activa la herramienta de dibujo en el panel del mapa.
- **Campo de texto**: Muestra las coordenadas del polígono generado.

## 3. Sección de Path/Row

- **Casilla de verificación "Path"**: Activa la búsqueda por coordenadas Path y row.
- **Campos numéricos**: Para introducir los valores específicos de Path y Row.

## 4. Sección de Fechas

- **Campo "Fecha Inicial"**: Define el inicio del período de búsqueda (formato DD/MM/YYYY).
- **Campo "Fecha Final"**: Define el fin del período de búsqueda (formato DD/MM/YYYY).
- **Botones de calendario**: Permite la selección de fechas.

## 5. Sección de Parámetros Adicionales

- **Barra deslizante "Cobertura de nubes"**: Ajusta el porcentaje máximo aceptable de nubes (0-100%).
- **Desplegable "Plataforma"**: Permite seleccionar la plataforma satelital (actualmente solo Landsat 8).
- **Lista de selección "Índices"**: Muestra los índices radiométricos disponibles para cálculo.
- **Etiquetas de índices seleccionados**: Muestran visualmente los índices que se calcularán.

## 6. Sección de Resultados

- **Área de texto de resultados**: Muestra mensajes del sistema, progreso y resultados.
- **Botones de control**:
  - **"Extraer Coordenadas"**: Captura las coordenadas dibujadas en el mapa.
  - **"Exportar Coordenadas"**: Guarda las coordenadas en formato GeoJSON dibujadas en el mapa.
  - **"Procesar Datos"**: Inicia la búsqueda y descarga de imágenes.

- **"Calcular Índices"**: Genera los mosaicos, recortes del área para finalmente realizar el cálculo de los índices seleccionados.

## Panel del Mapa (Derecho)

El panel del mapa presenta una interfaz interactiva que permite visualizar, seleccionar áreas para realizar el procesamiento de esta. Contiene:

### 1. Mapa Interactivo

- **Controles de navegación**: Botones de zoom (+/-) y herramienta de desplazamiento.
- **Herramientas de dibujo**: Aparecen cuando se activa la opción "Generar Polígono en el Mapa".
- **Capa base**: Mapa del mundo con información geográfica básica.

### 2. Herramientas de Dibujo

- **Polígono**: Permite dibujar formas poligonales haciendo clic en puntos sucesivos.
- **Editar**: Permite modificar el último punto seleccionado.
- **Eliminar**: Borra el polígono seleccionado.

## Consejos de navegación

- **Tooltips Informativos**: Pase el cursor sobre cualquier elemento de la interfaz para ver una descripción breve de su función.
- **Mensajes de Estado**: El área de resultados muestra constantemente información sobre el estado actual del procesamiento.
- **Vista Previa de descarga**: Al procesar un área, se muestra un resumen de la cantidad de imágenes requeridas para cubrir el área de interés.

## Interfaz específica para cada Índice

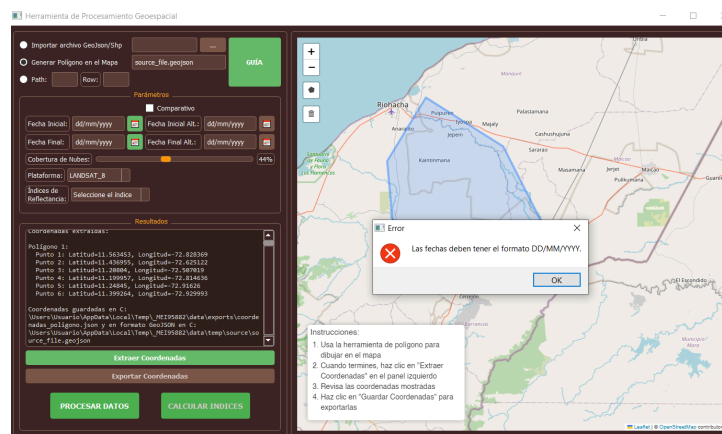
Al visualizar los resultados de cada índice, la interfaz adapta la leyenda y la paleta de colores según el tipo de índice:

- **NDVI**: Utiliza una escala de colores de rojo a verde, donde el verde intenso indica vegetación saludable.



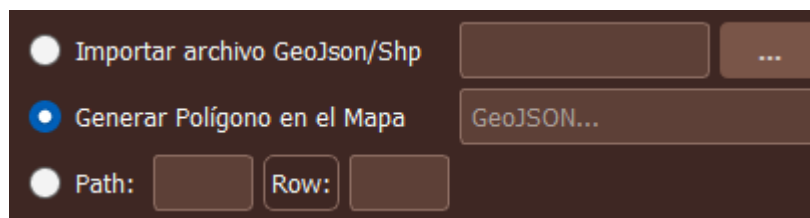
- **NDWI:** Emplea tonos azules para destacar áreas con presencia de agua.
- **NDSI:** Presenta tonalidades azul claro a blanco para identificar zonas con nieve o hielo.
- **BSI:** Muestra colores amarillos y marrones para resaltar suelos desnudos.
- **LST:** Utiliza una gradación de azul a rojo para representar la temperatura superficial.

*Recuerde que todos los datos deben ser diligenciados en su totalidad para evitar errores. Ejemplo referencia a continuación:*



**¿Cómo funciona?** Hasta ahora se ha explicado el funcionamiento de cada elemento de la interfaz de la aplicación, pero falta la guía paso a paso para generar una consulta satisfactoriamente.

### Paso 1. Seleccionar el modo de uso



**En la aplicación se tiene 3 modos de uso, estos son:**

**1. Cargar un archivo GeoJson que dispongas con anterioridad**

1.1 Debes seleccionar este modo al pulsar el botón

1.2 Pulsas en la caja de texto o sobre “...” para buscar el archivo en su computador

**2. Generar un polígono desde el mapa interactivo**

2.1 Seleccionar el botón de “generar un polígono”

2.2 En el mapa se activará la barra de herramientas para dibujar

2.3 Desplázate en el mapa y haz zoom o aléjate hasta encontrar la zona de interés

2.4 pulsa en el dibujo del pentágono de la barra de herramientas

2.5 Genera el polígono de interés al escoger los vértices de este.

2.6 Pulsa en “Extraer coordenadas”

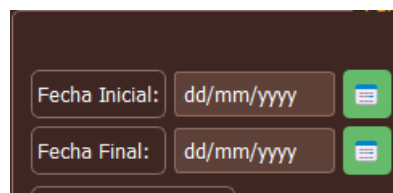
2.7 Pulsa en “Exportar coordenadas”

**3. Colocar un Path/row específico.**

3.1 Selecciona el botón de Path

3.2 Pon un número tanto en la caja de texto tanto en Path como en Row.

**Paso 2. Periodo de tiempo**

A screenshot of a web application interface with a dark blue background. It features two rows of input fields. The first row is labeled 'Fecha Inicial:' followed by a text box containing 'dd/mm/yyyy' and a green calendar icon button. The second row is labeled 'Fecha Final:' followed by a text box containing 'dd/mm/yyyy' and another green calendar icon button. Below these, there is a partially visible third row with a label 'Cada cuánto tiempo:' and a text box containing '1 dia'.

Seleccionar la fecha inicial y la fecha final del periodo.

Los dos cuadros de texto están bloqueados para digitar por lo que la forma de hacerlo son los botones de calendario.

En fecha inicial se selecciona el día más anterior.

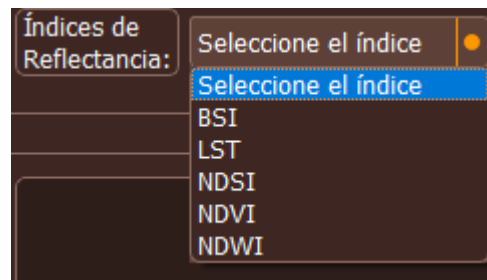
En fecha final se selecciona el día más reciente.

### **Paso 3. Cobertura de nubes**



Este parámetro se modifica por medio de una barra deslizable, al final de la barra te sale el porcentaje que se selecciona.

### **Paso 4. Índices de reflectancia**



Se tiene una lista desplegable de índices radiométricos disponibles para calcular.

Selecciona todos los de tú interés.



Cada vez que seleccionas un índice radiométrico, aparece en la parte inferior como una etiqueta, esto con el fin de que el usuario visualice cada uno de los índices escogidos, además que permite eliminar un índice al pulsar sobre él.

### **Paso 5. Procesar datos**

Una vez lleno todos los campos anteriores, pulse “procesar datos” para dar inicio a la descarga de las imágenes satélites.

### **Paso 6. Calcular índices**

Finalmente, en la caja de resultados indica cuando se terminó de descargar las imágenes e inmediatamente se habilita el botón de “calcular índices”. Pulse el botón para generar los mosaicos y recortes de cada banda necesarios para realizar el cálculo de los índices radiométricos.

### **Paso 7. Resultados**

Espere que el proceso termine de calcular los índices radiométricos. Una vez ocurra abrirá una ventana para cada uno de estos con los resultados.

**Preguntas frecuentes** *En este manual ponemos a disposición preguntas habituales que pueden surgir y sus respectivas respuestas*

### **¿Qué tipo de imágenes satelitales puedo procesar con esta aplicación?**

Actualmente, la aplicación está optimizada para trabajar con imágenes satelitales Landsat 8. En futuras versiones se implementará compatibilidad con otras plataformas como Sentinel-2 y MODIS.

### **¿Es necesario tener una cuenta en USGS para usar la aplicación?**

No, la aplicación gestiona automáticamente la autenticación con los servidores de USGS. Sin embargo, en caso de actualizaciones en sus políticas de acceso, podría requerirse en el futuro proporcionar credenciales de usuario.

### **¿Qué hago si no logro visualizar ninguna imagen satelital disponible?**

Compruebe los siguientes elementos:

- Verifique que el área seleccionada no sea demasiado pequeña.
- Amplíe el rango de fechas para aumentar las posibilidades de encontrar imágenes disponibles.
- Incremente el porcentaje de cobertura de nubes permitido.
- Confirme que tiene una conexión a Internet activa.

## ¿Cómo puedo exportar los resultados para usarlos en otros programas GIS?

Los resultados pueden exportarse en formato GeoTIFF, que es compatible con la mayoría de los programas GIS como QGIS, ArcGIS y otros. Utilice la opción "Procesar datos" en la interfaz luego de seleccionar todos los parámetros.

## ¿Por qué algunos índices muestran valores fuera del rango esperado?

Valores atípicos pueden aparecer debido a:

- Presencia de nubes o sombras no filtradas correctamente.

## ¿Se pueden procesar series temporales para analizar cambios?

No, esta función no se implementó, en la próxima actualización estará disponible

## Limitaciones conocidas de la aplicación

- **Resolución temporal:** La disponibilidad de imágenes está limitada por la frecuencia de paso del satélite Landsat 8 (cada 16 días aproximadamente).
- **Procesamiento de áreas con alta nubosidad:** En regiones tropicales o con alta nubosidad persistente, puede ser difícil obtener imágenes útiles en determinadas épocas del año.
- **Cálculo de temperatura superficial (LST):** Requiere condiciones atmosféricas específicas para obtener resultados precisos, y actualmente se implementa una versión simplificada del algoritmo.
- **Almacenamiento:** El procesamiento de múltiples imágenes puede requerir considerable espacio en disco (>20GB para áreas extensas).

## Consejos de optimización

- **Optimice el área de interés:** Seleccione solo el área estrictamente necesaria para su análisis, evitando incluir zonas irrelevantes.
- **Filtre por cobertura de nubes:** Utilice valores bajos (menos del 30%) para obtener mejores resultados.
- **Gestione el espacio de almacenamiento:** Elimine archivos temporales y bandas espectrales que ya no necesite después de calcular los índices..
- **Cierre otras aplicaciones:** Durante el procesamiento intensivo, cierre otras aplicaciones que consuman recursos significativos del sistema.

## Glosario

### *Términos técnicos*

**Banda espectral:** Intervalo específico de longitudes de onda dentro del espectro electromagnético que es captado por el sensor de un satélite.

**BSI (Índice de Suelo Desnudo):** Índice radiométrico diseñado para destacar áreas de suelo expuesto o con escasa vegetación.

**Cobertura de nubes:** Porcentaje de una imagen satelital que está obstruida por nubes, afectando su utilidad para análisis.

**GeoJSON:** Formato abierto para codificar estructuras de datos geográficos basado en JSON (JavaScript Object Notation).

**GeoTIFF:** Formato de archivo que incluye metadatos de georreferenciación dentro de un archivo TIFF.

**Índice radiométrico:** Fórmula matemática que combina valores de diferentes bandas espectrales para resaltar características específicas de la superficie terrestre.

**Landsat:** Serie de satélites de observación terrestre gestionados por la NASA y el USGS, diseñados para monitorear cambios en la superficie terrestre.

**LST (Temperatura de Superficie Terrestre):** Medida de la temperatura del suelo obtenida mediante sensores infrarrojos térmicos.

**Mosaico:** Composición de múltiples imágenes satelitales adyacentes para crear una única imagen continua de un área más extensa.

**NDSI (Índice de Nieve de Diferencia Normalizada):** Índice utilizado para identificar áreas cubiertas por nieve.

**NDVI (Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada):** Indicador que permite analizar la presencia de vegetación a partir de imágenes espectrales.

**NDWI (Índice de Agua de Diferencia Normalizada):** Índice radiométrico que permite monitorear cambios en los cuerpos de agua.

**Path/Row:** Sistema de referencia mundial (WRS) utilizado para catalogar las escenas de Landsat, donde Path indica la órbita y Row la posición a lo largo de esa órbita.

**Píxel:** Unidad básica de una imagen digital, cada uno con un valor específico en cada banda que representa la reflectancia de esa área en la superficie.

**Reflectancia:** Proporción de radiación incidente que es reflejada por una superficie.

**Shapefile:** Formato de archivo vectorial geoespacial desarrollado por ESRI para sistemas de información geográfica.

**STAC (SpatioTemporal Asset Catalog):** Especificación para catalogar datos geoespaciales para facilitar su descubrimiento y acceso.

**VRT (Virtual Dataset):** Formato de archivo que permite la creación de mosaicos sin duplicar datos.

## Acrónimos y abreviaturas

**API:** Application Programming Interface

**BSI:** Bare Soil Index

**GUI:** Graphical User Interface

**JSON:** JavaScript Object Notation

**LST:** Land Surface Temperature

**NASA:** National Aeronautics and Space Administration

**NDSI:** Normalized Difference Snow Index

**NDVI:** Normalized Difference Vegetation Index

**NDWI:** Normalized Difference Water Index

**OLI:** Operational Land Imager

**ROI:** Region of Interest

**SIG:** Sistema de Información Geográfico

**STAC:** SpatioTemporal Asset Catalog

**TIFF:** Tagged Image File Format

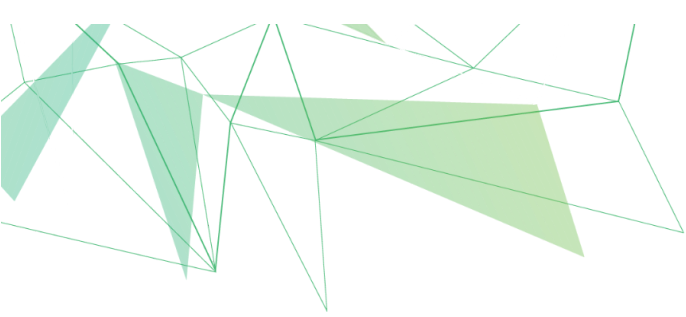
**TIRS:** Thermal Infrared Sensor

**USGS:** United States Geological Survey

**VRT:** Virtual Dataset

**WRS:** Worldwide Reference System





Esperamos que este manual haya sido de utilidad para comprender y utilizar eficazmente nuestra aplicación de procesamiento de imágenes satelitales. Nuestro objetivo ha sido crear una herramienta que ponga al alcance de todos las poderosas capacidades del análisis geoespacial, sin las barreras técnicas y económicas tradicionales.

**¿Eres programador y te interesa el código fuente de la aplicación?**

Puedes acceder al repositorio completo del proyecto en [GitHub](#)

Te invitamos a contribuir con mejoras, reportar problemas o simplemente explorar el código para comprender cómo hemos implementado las diferentes funcionalidades.

Agradecemos tu interés en este proyecto desarrollado como trabajo de grado en la Universidad de Antioquia. Esperamos que esta herramienta sea de valor para tu área que desempeñas, y contribuya a un mejor aprovechamiento de los recursos de observación terrestre disponibles.

Esteban Escobar Chaverra | Robinson Jaramillo Vásquez

*Ingeniería Electrónica*

2025



**UNIVERSIDAD  
DE ANTIOQUIA**