

IGAC
INSTITUTO GEOGRÁFICO
AGUSTÍN CODAZZI



Sistema de Gestión
Integrado
MIPG



IGAC
INSTITUTO GEOGRÁFICO
AGUSTÍN CODAZZI



Sistema de Gestión
Integrado
MIPG

Instructivo

Interpretación de Imágenes de Sensores Remotos Aplicada a Levantamiento de Cobertura de la Tierra



Código: IN-AGR-PC06-05

Versión: 1

Vigente desde: 05/08/2024

1. OBJETIVO

Establecer las actividades a realizar para el proceso de interpretación de imágenes de sensores remotos con fines de identificación de las coberturas y usos de la tierra.

2. ALCANCE

Este instructivo se encuentra asociado al procedimiento "Elaboración del Mapa de Coberturas y usos de la Tierra". Aplica al proceso de Gestión de la Información Geográfica para el SAT, a los funcionarios y contratistas de la Subdirección de Agrología. Inicia con la recepción de la solicitud de interpretación de imágenes de sensores remotos, continua con la selección y adquisición de información, la reprocesamiento de imágenes, la creación de base de datos y finaliza con la entrega la geodatabase de la información para la elaboración de las salidas gráficas finales.

3. DEFINICIONES

- **Base de datos geográfica (Geodatabase):** Arreglo ordenado de datos georreferenciados relacionados entre sí, clasificados y agrupados según sus características, bajo control de redundancias e integrados para el desarrollo de aplicaciones y análisis sobre la información.
- **Características pictóricas morfológicas:** Son aquellas características presentes en las imágenes o fotografías aéreas que colaboran o pueden servir como evidencia concurrente para poder identificar objetos y diferenciarlos de los demás.
- **Coberturas de la tierra:** Son los diferentes rasgos que cubren la tierra, tales como agua, bosques, tipos de vegetación, rocas desnudas o arenas, estructuras hechas por el hombre, entre otros (Di Gregorio & Jansen, 2005). Estos rasgos pueden ser detectados directamente a partir de la utilización de los sensores remotos.
- **Cobertura vegetal:** Resultado de la asociación espaciotemporal de elementos biológicos vegetales, los cuales conforman unidades estructurales y funcionales.
- **Control de calidad de la cartografía de la cobertura de la tierra:** Revisar, verificar y validar la información técnica producto de las actividades de interpretación de coberturas y usos de la tierra con la finalidad de que sea una representación válida de la realidad.
- **Control de calidad topológico:** Revisar, verificar y validar la estructura topológica de los archivos digitales que contienen la información sobre la interpretación de las coberturas de la tierra.
- **Empalme de las planchas laterales:** Acción de revisar y ajustar la continuidad espacial de los archivos digitales que contienen la información de coberturas de la tierra, de acuerdo con la asignación de planchas oficiales del Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC) para Colombia.
- **Interpretación visual de las coberturas de la tierra:** Actividad mediante la cual se efectúa visualmente sobre la pantalla, el proceso de comprender, traducir, delimitar y clasificar en un sistema jerárquico los diferentes tipos de coberturas y usos de la tierra.
- **Leyenda de coberturas de la tierra:** Clasificación estructurada jerárquicamente con el fin de identificar y diferenciar unidades homogéneas de coberturas y usos de la tierra, dependiente de la escala, la representación cartográfica de los datos y la metodología de mapeo (IDEAM, 2010).
- **Mapa temático:** Cartografía temática que recolecta, procesa y elabora datos primarios cualitativos y cuantitativos y los procesa con el fin de dar a conocer información de un tema o ciencia específicos (IGAC, 1998).
- **Metodología de clasificación de las coberturas y usos de la tierra Corine Land Cover (CLC):** Metodología específica para realizar el inventario de la cobertura de la tierra, desarrollado por el programa CORINE (Coordination of information on the environment) promovido por la Comisión de la Comunidad Europea. Esta metodología fue adaptada a las condiciones de Colombia para elaborar estudios a escala 1:100.000; y adaptada por el IGAC para las escalas 1:25.000, 1:10.000 y 1:5.000
- **PIAO:** Procedimiento de interpretación visual asistida por ordenador.

4. DESARROLLO

4.1. GENERALIDADES

- Se fundamenta en la metodología Corine Land Cover adaptada para Colombia a escala 1:100.000.
- La metodología (visual en pantalla) difiere considerablemente de otros métodos de interpretación como, por ejemplo: clasificación supervisada, clasificación no supervisada, entre otros, las cuales son de tipo raster y no se garantiza la efectividad de la aplicación, dado que está propuesto para clasificaciones de tipo vectorial.
- Para definir el insumo a utilizar, se debe precisar el nivel de detalle del estudio y la escala.
- La leyenda final de coberturas es acorde con lo establecido en consenso con las entidades nacionales en materia de coberturas de la tierra CORINE Land Cover, revisada por el subdirector de Agrología, quien avala que cumpla el objeto y alcance del estudio antes de ser entregada para su interpretación a los responsables del proceso.
- Criterios visuales para identificación. Existen una serie de factores que diferencian a las imágenes de satélite y a las fotografías aéreas de otras imágenes a las que se está más acostumbrado: (1) se muestran datos desde una perspectiva elevada y a menudo no familiar, (2) el uso frecuente de longitudes de onda fuera de la porción visible del espectro electromagnético, y (3) la visión de la superficie de la Tierra en escalas y resoluciones no familiares.
- El responsable de realizar el control de calidad debe acompañar el proceso de interpretación de principio a fin.
- Reglas para el análisis e interpretación visual de imágenes: es necesario que la técnica-arte del análisis visual de imágenes se desarrolle según las mejores líneas científicas y prácticas, para lo cual es necesario utilizar un método sistemático. Existen al menos cuatro reglas para el procedimiento general, las cuales se describen a continuación:
 - El análisis se tiene que realizar de forma metódica, en pasos sucesivos dependiendo de la disciplina o tema de estudio y aplicación.
 - La interpretación tiene que ir de lo general a lo específico (desde el reconocimiento al estudio de detalle). Las unidades principales tienen que interpretarse antes que los detalles (aunque en algunos casos la interpretación se ve simplificada haciéndolo al revés).
 - La interpretación tiene que proceder desde las características que son conocidas a las desconocidas, aplicando las sucesivas fases descritas en el apartado anterior.
 - La imagen se tiene que analizar sólo por sus propias cualidades. Esto es válido para la primera y segunda fases del apartado anterior, sin embargo, para la clasificación final hay que incluir otro tipo de información que no proporciona las imágenes.
- Estas diferencias pueden suponer un desafío importante para el analista de imágenes principiante. Un estudio sistemático de las imágenes incluye varias características básicas de elementos que aparecen en las mismas. Las características específicas útiles para una tarea concreta y la manera en la que son consideradas dependen del campo de aplicación. La mayor parte de las aplicaciones consideran las características básicas que se conocen como las características pictórico – morfológicas de la imagen.

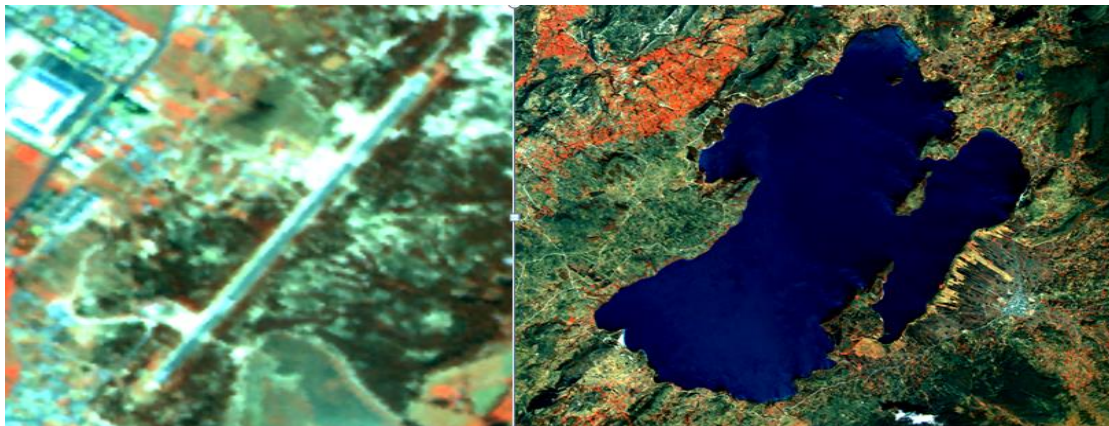
4.2. CARACTERÍSTICAS PICTORICO – MORFOLÓGICAS

4.2.1. FORMA

Se refiere los rasgos característicos inherentes a los objetos que permiten su identificación en la imagen (Melo & Camacho, 2005), dicho de otra manera, corresponde a la forma del perímetro de determinado objeto y como se ve en una foto de dos (2) dimensiones, así mismo incluye la altura relativa cuando se trabaja con visión estereoscópica en la interpretación visual. Las formas pueden ser regulares o irregulares dependiendo del tipo de cobertura, su naturaleza y su origen, por ejemplo, los objetos creados por el hombre pueden conservar ciertas formas regulares con bordes normalmente rectos o conservando ciertas formas geométricas, mientras que las de origen natural poseen formas irregulares influenciadas por el relieve, geformas y por características propias de cada tipo cobertura de la tierra.

La Imagen 1, muestra imágenes Rapideye 2009 composición de falso color RGB 5-4-2 en donde se exponen dos (2) tipos de forma, la primera obedece a un patrón de tipo antrópico como el aeropuerto y la segunda de tipo natural como los lagos. Es común ver formas simétricas regulares para todo lo relacionado con actividades humanas y formas más aleatorias e irregulares para las coberturas naturales.

Imagen 1. Imagen Rapideye 2009 composición de falso color RGB 5-4-2 muestra



Aeropuerto el cual tiene una forma regular

Cuerpo de agua con forma irregular.

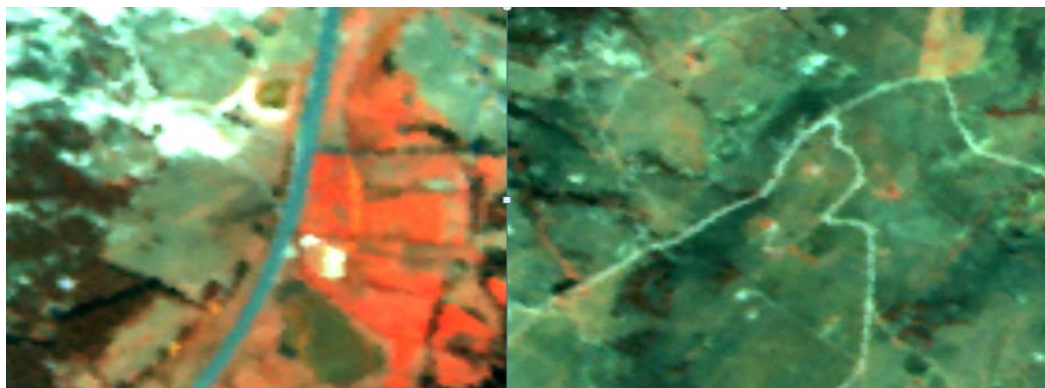
Fuente: IGAC, 2021

4.2.2. TAMAÑO

Está determinado por la medida de un objeto y permite al intérprete reducir de su consideración gran parte de las posibilidades de identificación de los diferentes elementos. Una vía principal y una secundaria como lo muestra la Imagen 2, puede tener una forma similar, pero es por su tamaño que el intérprete puede identificar de que elemento se trata y descartar otros que simplemente no corresponden.

El tamaño de los objetos en las imágenes se tiene que considerar siempre en el contexto de la resolución espacial y de la escala en la que está impresa o desplegada la imagen. Igualmente es importante relacionar el tamaño del objeto respecto a otros objetos.

Imagen 2. Imagen Rapideye 2009 composición de falso color RGB 5-4-2



Se aprecian las diferencias de tamaño en formas del mismo tipo de cobertura (vía).

Fuente: IGAC, 2021.

4.2.3. SOMBRAS

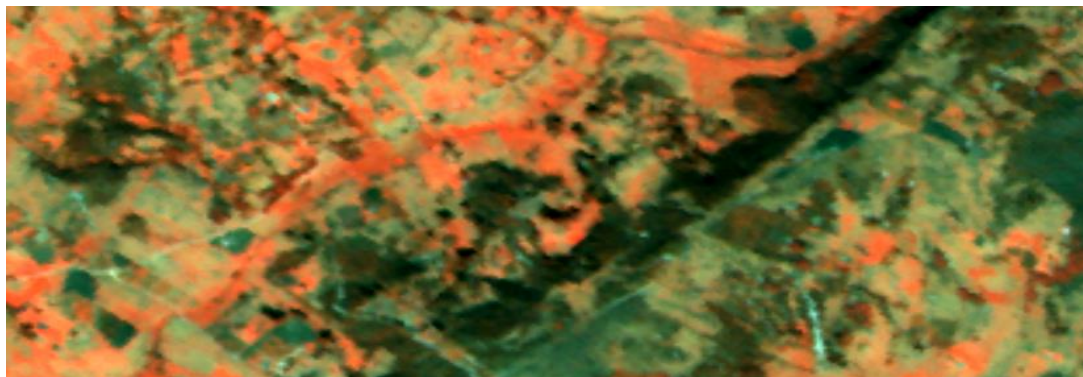
Corresponden a una región o espacio de oscuridad o ausencia de luz la cual es obstaculizada por un objeto. Las sombras proveen la representación en perfil de los objetos de interés ayudando al intérprete a juzgar el tamaño y la forma de un elemento, dando sensación de profundidad. Así mismo, pueden implementarse para discriminar elementos de bajo contraste con sus inmediaciones y son útiles por ejemplo para poder identificar los diferentes tipos de relieve y las coberturas presentes sobre estos.

Las sombras también pueden obstaculizar la interpretación de imágenes debido a que pueden ocultar información importante, puesto que evitan que se refleje energía al sensor y se vean las coberturas con tonos más oscuros ocultándolos en su totalidad, esto se observa principalmente cuando hay presencia de nubes que no dejan traspasar los rayos del sol generando sombras sobre la superficie terrestre.

Este tipo de eventualidades se pueden corregir a través de los realces y ajustes que se realizan a las imágenes, previo al proceso de interpretación.

En la Imagen 3, se observa un ejemplo de sombras en donde la disposición de éstas puede generar algo de confusión, ya que áreas con una misma cobertura por efecto de la sombra se pueden ver diferentes, no obstante, este elemento es fundamental para poder definir geformas y aspectos geológicos y de suelo que presentan una alta correlación con los diferentes tipos de coberturas.

Imagen 3. Rapideye 2009 composición de falso color RGB 5-4-2. Ejemplo de sombras.



Fuente: IGAC, 2021.

4.2.4. TONO Y COLOR

El tono se define como los grados de variación de gris que existe entre el negro y el blanco (Melo & Camacho, 2005), mientras que el color es una percepción visual del cerebro a través de información recibida por el ojo y en la cual se interpretan las diferentes longitudes de onda de la porción visible del espectro electromagnético. Los tonos generalmente son asociados a imágenes pancromáticas y fotografías aéreas en blanco y negro y los colores a imágenes multiespectrales o fotografías a color. Los colores permiten diferenciar los elementos de acuerdo con la percepción visual que se tenga de estos en la naturaleza.

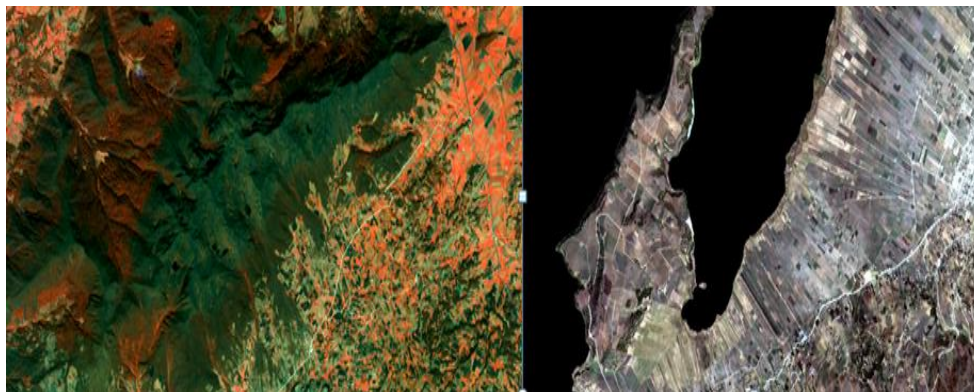
Las imágenes multiespectrales permiten la asignación de bandas a cada uno de los cañones RGB de los monitores y generar diferentes tonos y colores de acuerdo con cómo estos sean asignados ya sea en color verdadero, como son percibidos en la naturaleza o en falso color, permitiendo la discriminación de ciertos tipos de coberturas de interés.

La Imagen 4, muestra el color como aspecto importante, porque a primera vista es la característica más conspicua que nos permite diferenciar que tipo de cobertura se presenta en la superficie de la tierra.

En la imagen de la izquierda se puede apreciar una tonalidad café oscura con tendencia al rojo, esto se debe a que la vegetación presenta mejor respuesta espectral en el infrarrojo. En la imagen de la

derecha se ve una tonalidad grisácea con tonalidades verdes y áreas oscuras esto es característico de áreas cultivadas donde la vegetación allí sembrada presenta diferentes estados fenológicos o hay presencia de suelos en preparación para cultivos. Lo característico de este tipo de patrones es la simetría de los polígonos.

Imagen 4. Imagen Rapideye 2009



Composición de falso color RGB 5-4-2. Ejemplo de tono y color.

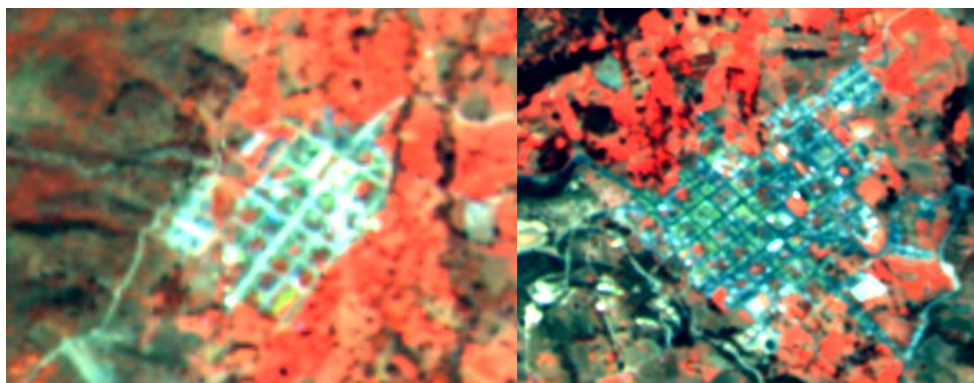
Fuente: IGAC, 2021.

4.2.5. PATRON

Es el arreglo espacial de un conjunto de objetos o asociaciones de objetos similares, así como la repetición sistemática de ciertas formas.

Algunos patrones responden más a la actividad humana sobre la superficie terrestre y otros son de carácter natural; para un intérprete experimentado le aportan indicios para la identificación de elementos que le pueden ser útiles en el proceso de interpretación de acuerdo con la temática de su interés. Los tejidos urbanos por ejemplo como elementos culturales construidos por el hombre presentan líneas rectas o configuraciones regulares (Melo & Camacho, 2005). En la Imagen 5 la zona urbana es un claro ejemplo de patrón, posee elementos rectos como las vías que al cruzarse forman manzanas de arreglos regulares con construcciones. Un elemento característico de la cobertura de centros poblados es la malla vial y su respuesta espectral blanquecina a azul brillante lo que evidencia de acuerdo con la combinación de bandas en el espectro áreas desprovistas de vegetación.

Imagen 5. Rapideye 2009 composición de falso color RGB 5-4-2. Ejemplo de patrón espacial urbano.



Fuente: IGAC, 2021.

4.2.6. TEXTURA

Algunos expertos definen el término textura como una técnica de interpretación de imágenes de sensores remotos y que se refiere a la repetición de tonos en grupos de objetos que son demasiado pequeños para discriminarse individualmente (Aguilar, 2002).

Otras definiciones acuñan el término a la frecuencia de cambios y disposición de los tonos dentro de una imagen (CIAF, 2002 citado en Melo & Camacho, 2005)). La textura permite identificar la sensación de "rugosidad" o "finura" de los elementos presentes en una imagen proveniente de sensores remotos, esta puede variar dependiendo de la escala de trabajo y de la resolución de la imagen.

La textura es una de las herramientas más importantes para poder definir tipos de cobertura, sobre todo a nivel de áreas naturales, ya que, de acuerdo con la disposición de los objetos en el espacio, su densidad y frecuencia pueden encontrarse texturas muy finas y densas a texturas gruesas. En la Imagen 6 las texturas gruesas medias, representan un bosque denso debido al tamaño de las copas, la densidad y distribución de los árboles. En la imagen central la textura más fina corresponde a vegetación de menor porte de hábito arbustivo y en la imagen de la derecha la textura fina denota vegetación baja, de porte herbáceo.

Imagen 6. Imagen Rapideye 2009 composición de falso color RGB 5-4-2. Diferentes tipos de texturas.



Fuente: IGAC, 2021.

4.2.7. POSICIÓN GEOGRÁFICA

Es otra variable que permite la adecuada identificación de los elementos presentes en una imagen. Existen elementos que, aunque presentan características similares, su posición absoluta o relativa a otros, permite identificar claramente de que se trata. Gracias a la ubicación es posible diferenciar, por ejemplo, un canal de riego a un canal de aguas negras, puesto que el primero está localizado cerca a campos cultivables y el segundo, cerca o dentro de un tejido urbano.

4.2.8. ASOCIACIÓN

Permite la identificación de un elemento a partir de otros elementos ya sean naturales, culturales o accidentes geográficos relacionados a este. Por ejemplo, ciertas variedades de café requieren de la sombra producida por otras plantaciones, ciertos tipos de rocas o suelos pueden identificarse de acuerdo con el tipo de vegetación que los cubre.

4.2.9. CARACTERÍSTICAS BIOFÍSICAS:

Este tipo de características son sumamente importantes para la interpretación del mapa de coberturas en cuanto a la separación de unidades y asignación correcta de códigos debido a la alta correlación existente entre las coberturas y aspectos como el clima, pendientes, geoformas, suelo y de especies vegetales presentes en las zonas de interpretación, sobre todo en unidades naturales como el bosque, los arbustos o la vegetación secundaria y en algunos casos herbazales. Ya que esta se constituye en un

indicador determinante para definir correctamente la unidad a separar debido a la presencia de especies.

4.3. PASO A PASO

Al recibir por parte de los diferentes temas de la Subdirección de Agrología la solicitud de interpretación de imágenes de sensores remotos para los proyectos que se desarrollan, o recibir la solicitud de interpretación de los clientes externos correspondientes a entidades del Estado, se deben realizar las siguientes actividades, así como, las demás que se consideren necesarias para iniciar el proceso de interpretación:

4.3.1. SELECCIÓN Y ADQUISICIÓN DE INFORMACIÓN

Para iniciar el proceso seleccione y obtenga las imágenes de sensores remotos, así como, la información complementaria que se emplea como apoyo, para ello se debe tener en cuenta los siguientes aspectos:

1. La selección de las imágenes es el primer paso para un proceso eficiente de interpretación y la base fundamental que conduce a un adecuado trabajo permitiendo garantizar la calidad de este.
2. En función de los objetivos del requerimiento se define la escala de trabajo, que para este caso inicia en 1:100.000 para los estudios generales y podría ir hasta 1:5.000 en los más detallados.

Un aspecto importante es poder identificar el tipo de sensor adecuado para la elaboración del mapa, en función de la escala, la Tabla 1 resume también esta relación sensor escala.

NIVELES	IMAGEN	RANGO ESPECTRAL	PELICULA	ESCALA IMAGEN	ESCALA MAPA
Exploratorio	Landsat	Visible-IR cercano	Monoespectral o Multiespectral	Original + Amp.	± 1:500.000
	Spot	Visible-IR cercano	Monoespectral		
	Radar	Bandas LC-K-X	B/N		
Reconocimiento	Landsat	Visible-IR cercano	Monoespectral o Multiespectral	Original	1:250.000
	Spot	Visible-IR cercano	Monoespectral	Original	1:75.000
	Radar	Bandas LC-K-X	B/N Pancrom	Original + Amp	
	Fotografía	Visible		1:50.000	
Semidetallado	Fotografía	Visible	B/N Pancrom	1:30.000	1:75.000
	Ikonos	IR cercano + Vis	Multiespectral	Original + Amp	1:25.000
	Spot 5	IR cercano + Vis	Multiespectral Comp.Color		
Detallado	Fotografía	Visible	Panc B/N	> 1:10.00	>1:25.000
	Ikonos	IR cercano + Vis	INR.B/N		
			INR.Color		
			Multiespectral		

Fuente: IGAC, 2021

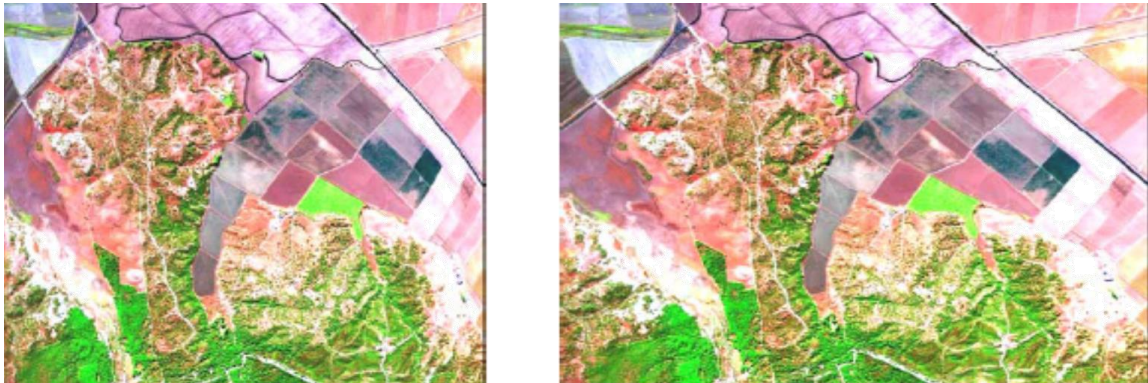
Al obtener las imágenes utilizadas como insumos en el proceso de interpretación, se revisan los procesos previos a la entrega definitiva para iniciar el trabajo, esto es, si las imágenes cumplen con los requerimientos necesarios para su adecuada utilización.

4.3.2. PREPROCESAMIENTO DE IMÁGENES

Verifique el tratamiento de las imágenes o preprocesamiento, ya que de su adecuada manipulación depende directamente la calidad de la interpretación, igualmente, es relevante para ayudar a disminuir los errores de tipo geométrico y sistemático. A continuación, se muestran varias imágenes con ejemplos de aspectos a observar para garantizar su adecuado estado de calidad de las imágenes (Melo & Camacho, 2005).

- o **Corrección geométrica de la distorsión panorámica:** En la Imagen 7 se muestra un ejemplo de corrección geométrica relacionada con la distorsión panorámica. Estos fenómenos se producen cuando la dirección de apuntamiento del instrumento se aleja de nadir, ya sea por tener un gran campo de visión (entonces sólo afecta a los extremos de la imagen) o bien por una imagen capturada con un importante ángulo de alabeo (dirección de movimiento perpendicular a la de desplazamiento del sensor).

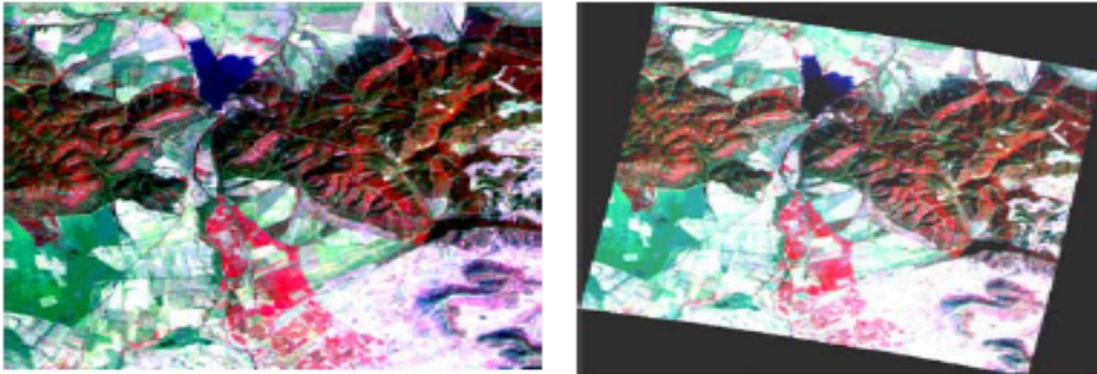
Figura 7. Ejemplo de corrección geométrica a la distorsión.



Fuente: IGAC, 2021.

- o **Corrección geométrica y geo-referenciación:** En la Imagen 8. Se muestra el estado de la escena sin georreferenciar (imagen lado izquierdo) y geo-referenciada (imagen lado derecho), estos procesos implican una alteración del valor, forma original y reasignación de posición del píxel en la imagen en un sistema de referencia geográfico.

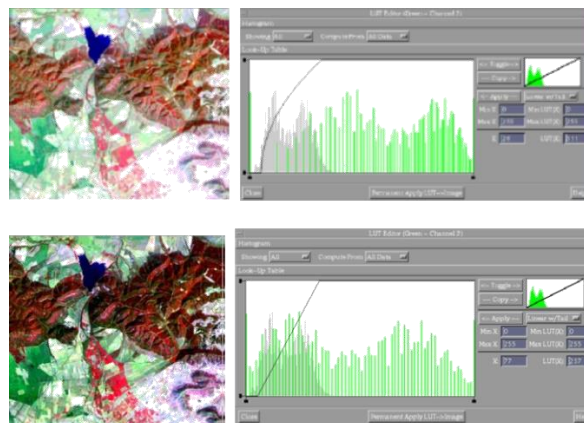
Figura 8. Ejemplo de corrección geométrica por geo-referenciación.



Fuente: IGAC, 2021.

- Realces y mejoras de la imagen:** Se conoce con este término a un conjunto de técnicas encaminadas a situar o disponer mejor los datos que componen una imagen, con el objetivo de facilitar el análisis visual y hacer que se "presente" toda la variabilidad que hay dentro de ella, este aspecto es muy importante para que el intérprete tenga una buena herramienta de trabajo para diferenciar los elementos presentes y coberturas. En la imagen superior están todos los valores del histograma por lo que se evidencia el poco realce de la imagen, mientras que en la parte inferior se restringen los datos extremos del histograma, realzando el contraste entre las diferentes coberturas de la tierra, ver Imagen 9:

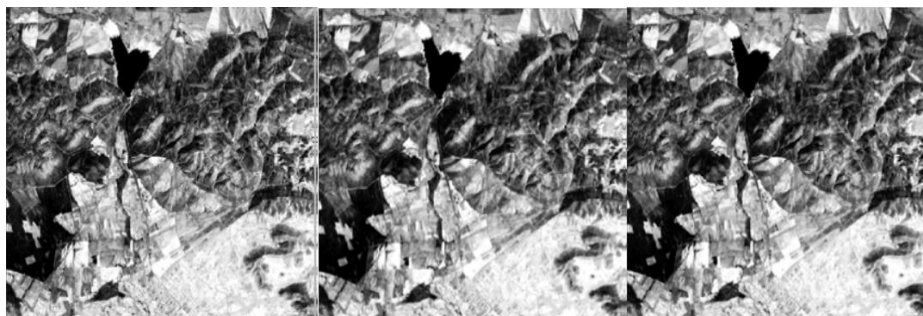
Figura 9. Ejemplo de realces.



Fuente: IGAC, 2021.

- Filtros de paso bajo y filtro de paso alto:** Se refiere al conjunto de técnicas englobadas dentro del preprocesamiento de imágenes cuyo objetivo fundamental es obtener, a partir de una imagen origen, otra final cuyo resultado sea más adecuado para una aplicación específica mejorando ciertas características de Existen dos (2) tipos de filtros, los de paso bajo, que tienden a subrayar el componente de homogeneidad en la imagen, acentuando la zona donde la frecuencia de cambio es baja; por otro lado, se tienen los de paso alto, que buscan acentuar las zonas de más contraste de la imagen.

Figura 10. Ejemplo de preprocesamiento por aplicación de filtros.



Fuente: IGAC, 2021.

Para la interpretación visual se debe hacer uso de información auxiliar con imágenes relacionadas, ya que es fundamental encontrar en este tipo de elementos de apoyo, información sobre coberturas y elementos dentro de áreas de estudio teniendo en cuenta las fechas de captura, la escala y mayor detalle del insumo principal, esto con el fin de obtener mayor indagación que contribuya a aclarar dudas generadas en la interpretación.

La cartografía base es insumo de apoyo que se utiliza con el objetivo principal de orientar al interprete con el sitio geográfico, brindándole mayor nivel de referencia, ya que las coberturas varían de un lugar a otro en el país. La información puede conseguirse en la Subdirección de Geografía y Cartografía del IGAC, en el centro de información del IGAC o en el Banco Nacional de Imágenes, entre otros.

4.3.3. DEFINICIÓN DEL SISTEMA DE CLASIFICACIÓN O LEYENDA PARA LA INTERPRETACIÓN

La metodología CLC estableció una leyenda base para el mapa de coberturas a escala 1:100.000 que propone tres niveles jerárquicos, para escalas y objetivos diferentes, la leyenda CLC recoge la premisa planteada por las Conferencia de las Naciones Unidas para el Medioambiente y Desarrollo (UNCED) de ser un sistema de clasificación de referencia que responde a la necesidad de estandarización o recolección de datos armonizados, como se mencionó en la Agenda 21 Capítulo 10.

A continuación, se muestra la leyenda planteada por la metodología, ver Tabla 2:

LEYENDA NACIONAL DE COBERTURAS DE LA TIERRA - COLOMBIA	
1. TERRITORIOS ARTIFICIALIZADOS	3. BOSQUES Y ÁREAS SEMI-NATURALES
1.1. Zonas urbanizadas	3.1. Bosques
1.1.1. Tejido urbano continuo	3.1.1. Bosque denso
1.1.2. Tejido urbano discontinuo	3.1.1.1. Bosque denso alto de tierra firme
1.2. Zonas industriales o comerciales y redes de comunicación	3.1.1.2. Bosque denso alto inundable
1.2.1. Zonas industriales o comerciales	3.1.1.2.1. Bosque denso bajo de tierra firme
1.2.2. Red vial, ferroviarias y terrenos asociados	3.1.1.2.2. Bosque denso bajo inundable
1.2.3. Zonas portuarias	3.1.2. Bosque abierto
1.2.4. Aeropuertos	3.1.2.1.1. Bosque abierto alto de tierra firme
1.2.5. Obras hidráulicas	3.1.2.1.2. Bosque abierto alto inundable
1.3. Zonas de extracción minera y escombreras	3.1.2.2.1. Bosque abierto bajo de tierra firme
1.3.1. Zonas de extracción minera	3.1.2.2.2. Bosque abierto bajo inundable
1.3.2. Zonas de disposición de residuos	3.1.3. Bosque fragmentado

Tabla 2. Unidades de coberturas de la tierra para la leyenda nacional, escala 1:100.000, de acuerdo con la metodología Corine Land Cover adaptada para Colombia Versión 1 año 2008.

LEYENDA NACIONAL DE COBERTURAS DE LA TIERRA - COLOMBIA	
1. TERRITORIOS ARTIFICIALIZADOS	3. BOSQUES Y ÁREAS SEMI-NATURALES
1.4. Zonas verdes artificializadas, no agrícolas	3.1.4. Bosque de galería y ripario
1.4.1. Zonas verdes urbanas	3.1.5. Plantación forestal
1.4.2. Instalaciones recreativas	3.2. Áreas con vegetación herbácea y/o arbustiva
2. TERRITORIOS AGRÍCOLAS	3.2.1.1. Herbazal denso
2.1. Cultivos transitorios	3.2.1.1.1. Herbazal denso de tierra firme no arbolado
2.1.1. Otros cultivos transitorios	3.2.1.1.1.2. Herbazal denso de tierra firme arbolado
2.1.2. Cereales	3.2.1.1.1.3. Herbazal denso de tierra firme con arbustos
2.1.3. Oleaginosas y leguminosas	3.2.1.1.2.1. Herbazal denso inundable no arbolado
2.1.4. Hortalizas	3.2.1.1.2.2. Herbazal denso inundable arbolado
2.1.5. Tubérculos	3.2.1.1.2.3. Arracachal
2.2. Cultivos permanentes	3.2.1.1.2.4. Helechal
2.2.1. Cultivos permanentes herbáceos	3.2.1.2. Herbazal abierto
2.2.1.1. Otros cultivos permanentes herbáceos	3.2.1.2.1. Herbazal abierto arenoso
2.2.1.2. Caña	3.2.1.2.2. Herbazal abierto rocoso
2.2.1.3. Plátano y banano	3.2.2.1. Arbustal denso
2.2.1.4. Tabaco	3.2.2.2. Arbustal abierto
2.2.1.5. Papaya	3.2.3. Vegetación secundaria o en transición
2.2.1.6. Amapola	3.3. Áreas abiertas, sin o con poca vegetación
2.2.2. Cultivos permanentes arbustivos	3.3.1. Zonas arenosas naturales
2.2.2.1. Otros cultivos permanentes arbustivos	3.3.2. Afloramientos rocosos
2.2.2.2. Café	3.3.3. Tierras desnudas y degradadas
2.2.2.3. Cacao	3.3.4. Zonas quemadas
2.2.2.4. Viñedos	3.3.5. Zonas glaciares y nivales
2.2.2.5. Coca	4. AREAS HÚMEDAS
2.2.3. Cultivos permanentes arbóreos	4.1. Áreas húmedas continentales
2.2.3.1. Otros cultivos permanentes arbóreos	4.1.1. Zonas Pantanosas
2.2.3.2. Palma de aceite	4.1.2. Turberas
2.2.3.3. Cítricos	4.1.3. Vegetación acuática sobre cuerpos de agua
2.2.3.4. Mango	4.2. Áreas húmedas costeras
2.2.4. Cultivos agroforestales	4.2.1. Pantanos costeros
2.2.5. Cultivos confinados	4.2.2. Salitral
2.3. Pastos	4.2.3. Sedimentos expuestos en bajamar
2.3.1. Pastos limpios	5. SUPERFICIES DE AGUA
2.3.2. Pastos arbolados	5.1. Aguas continentales
2.3.3. Pastos enmalezados	5.1.1. Ríos (50 m)
2.4. Áreas agrícolas heterogéneas	5.1.2. Lagunas, lagos y ciénagas naturales
2.4.1. Mosaico de cultivos	5.1.3. Canales

Tabla 2. Unidades de coberturas de la tierra para la leyenda nacional, escala 1:100.000, de acuerdo con la metodología Corine Land Cover adaptada para Colombia Versión 1 año 2008.

LEYENDA NACIONAL DE COBERTURAS DE LA TIERRA - COLOMBIA	
1. TERRITORIOS ARTIFICIALIZADOS	3. BOSQUES Y ÁREAS SEMI-NATURALES
2.4.2. Mosaico de pastos y cultivos	5.1.4. Cuerpos de agua artificiales
2.4.3. Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales	5.2. Aguas marítimas
2.4.4. Mosaico de pastos con espacios naturales	5.2.1. Lagunas costeras
2.4.5. Mosaico de cultivos y espacios naturales	5.2.2. Mares y océanos
	5.2.3. Estanques para acuicultura marina

Fuente: IGAC, 2021.

4.3.4. CREACIÓN DE BASE DE DATOS

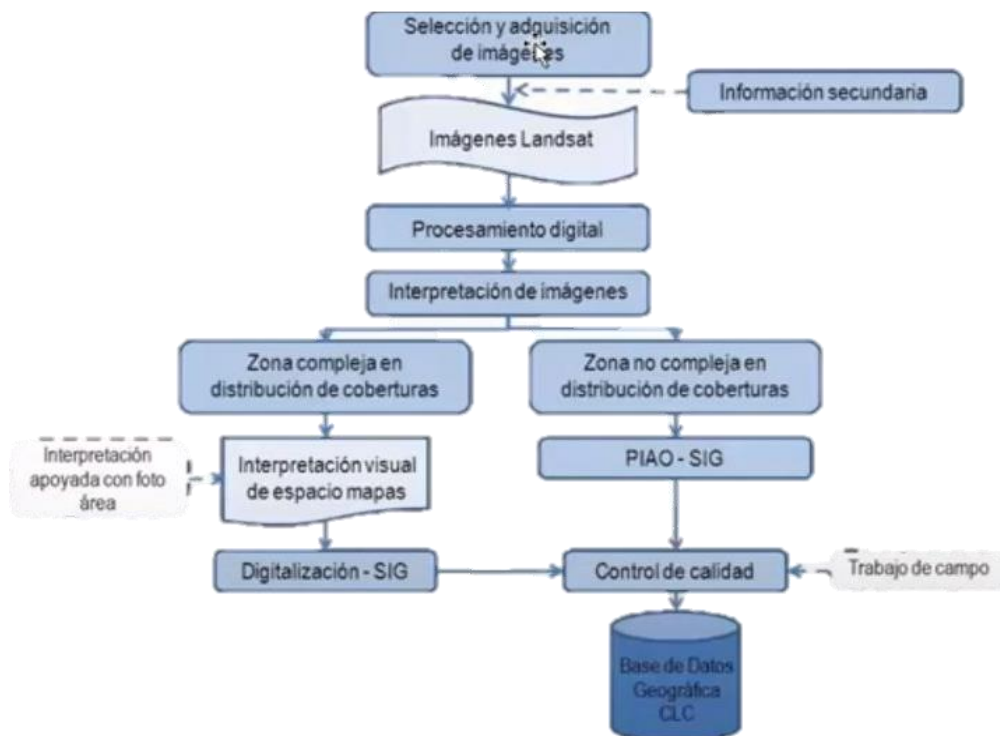
A partir de la propuesta de leyenda a utilizar, cree la Geodatabase que soportara el proceso de interpretación y delineación digital (PIAO), Tenga en cuenta los siguientes aspectos:

- Evite ambigüedad en los conceptos de cobertura y uso de la tierra.
- Determine las clases que corresponden a los diferentes niveles de clasificación.
- Leyendas estructuradas para estudiar coberturas y usos locales y con objetivos particulares.

Los campos mínimos que debe contener la tabla de atributos en cualquier mapa de coberturas y usos de la tierra se pueden consultar en el instructivo vigente "Elaboración del Mapa de Coberturas y Usos de la Tierra a Diferentes Escalas".

Luego de la conceptualización para la interpretación de imágenes de sensores remotos y la creación de la geodatabase de trabajo; como lo define la metodología para realizar el levantamiento de las coberturas de la tierra. La información de la base de datos de CORINE Land Cover Colombia (CLC) permite describir, caracterizar, clasificar y comparar las características pictomorfológicas de las coberturas de la tierra, interpretadas a partir de la utilización de imágenes de satélite para diferentes resoluciones (baja, media y alta), para la construcción de los mapas de coberturas de la tierra a diferentes escalas, como lo muestra la Imagen 11 del esquema metodológico CORINE Land Cover (IDEAM, IGAC & CORMAGDALENA, 2008).

Imagen 11. Modelo general de la metodología Corine Land Cover – CLC.

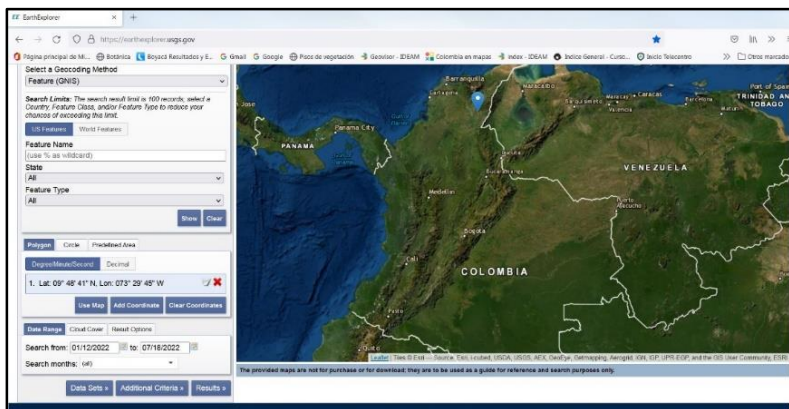


Fuente: IGAC, 2023.

Para obtener las imágenes de satélite se tienen las opciones de comprarlas o descargarlas gratuitamente, en la Subdirección de Agrología de manera general realice la descarga gratuita desde el sitio web Earth Explorer o Copernicus, ya que cumplen con los requisitos mínimos para la interpretación a escala 1:25.000. Para escalas más detalladas adquiera imágenes de alta resolución (píxeles menores a 1 metro).

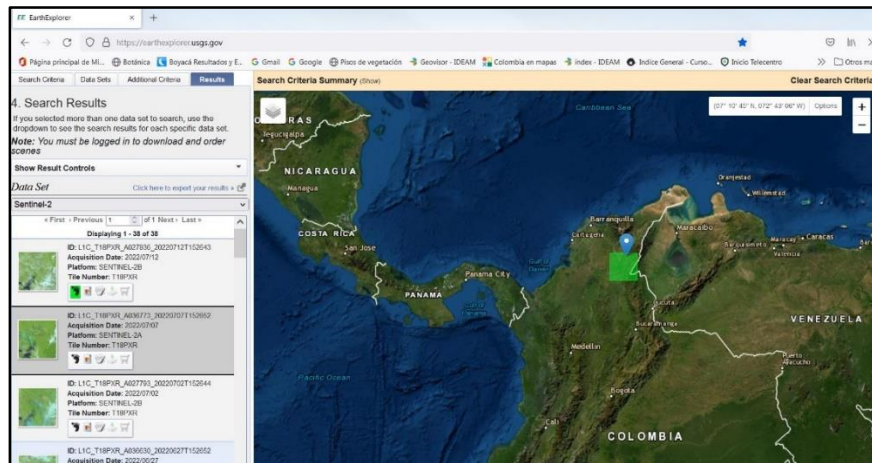
Una vez en el sitio web se hace una búsqueda de las imágenes de satélite con los criterios de fecha de toma, porcentaje de nubosidad y niveles básicos de Preprocesamiento; en la Imagen 12 y 13 se relaciona el proceso de descarga en EarthExplorer.com

Imagen 12. Búsqueda y selección de las imágenes sensores remotos.



Fuente: IGAC, 2023

Imagen 13. Selección y descarga de las imágenes sensores remotos.



Fuente: IGAC, 2023.

4.3.5. INTERPRETACIÓN VISUAL

En cierto sentido, el proceso de interpretación visual es como el trabajo de un detective tratando de juntar todas las piezas de ciertas evidencias para resolver un misterio. Para el analista o intérprete el misterio puede ser, por ejemplo, porqué ciertas áreas rocosas presentan tonos o colores distintos entre sí, o porqué algunas áreas de uso agrícola aparecen distintas del resto. Por otra parte, conviene destacar que la interpretación visual es sólo una técnica, por lo que es imprescindible tener un conocimiento científico y experiencia en el campo de aplicación para un uso que sea efectivo. La compleja actividad denominada análisis visual de imágenes es un proceso que se puede dividir en varias fases: 1) detección, reconocimiento e identificación, 2) análisis, 3) clasificación, 4) deducción. Para ello se deben tener en cuenta los siguientes criterios:

- **Realice una identificación preliminar de los objetos de la imagen:** primera actividad en el proceso de interpretación de imágenes de sensores remotos. Detalle la disposición y distribución de los objetos que están presentes en la imagen como su forma, frecuencia, cantidad, tamaños, densidad, similitud y en general su distribución espacial, con el apoyo de un estudio previo de las características biofísicas del área donde se va a realizar la interpretación, para consolidar una visión general o de conjunto de características del sitio para adquirir un nivel de referencia local.
- **Programe y realice una salida de campo de reconocimiento:** la salida de campo de reconocimiento ayuda a la identificación y clasificación de los elementos sobre la imagen, pues con solo la identificación preliminar no es suficiente para realizar la interpretación preliminar. Por lo anterior, programe la salida de campo para el levantamiento de patrones de interpretación que ayudan a la identificación de elementos dentro de la imagen. Se pretende con la salida de campo de reconocimiento, obtener el nivel de referencia local mediante la relación-deducción de lo observado sobre la imagen y lo encontrado en el campo.

Programe la salida a partir de transectos propuestos sobre coberturas de mayor incertidumbre, con el objeto de patronar (verifique la presencia de cobertura en el terreno vista en la imagen) y minimizar las dudas en el proceso de interpretación de la imagen. El proceso de patronamiento requiere que los elementos encontrados en la imagen se encuentren presentes en el terreno, esto se logra mediante la utilización de GPS o SIG Móvil que permite la ubicación exacta sobre el terreno para su verificación. En cada punto de patronamiento levante información audiovisual (fotos, videos, comentarios, entre otros) que sirve de evidencia en el proceso de interpretación.

- **Realice la lectura de las imágenes teniendo en cuenta las siguientes etapas:** Detección, reconocimiento e identificación. La lectura de imágenes incluye el proceso de la detección, es

decir, el simple descubrimiento de que algo está ahí; continúa con el reconocimiento, por el cual el intérprete reconoce un objeto familiar sobre la base de su forma, tamaño y otras propiedades visibles. Finalmente está el paso de la identificación, en el cual el objeto o característica es identificado como algo conocido por un nombre o término.

- **Realice el análisis de las imágenes:** antes de empezar con el análisis es necesario determinar qué objetos o características se van a analizar dependiendo del tema de interés (cobertura). El análisis significa dividir la imagen en unidades, es decir dibujar sobre ella contornos y líneas de manera sistemática de acuerdo con una leyenda establecida analizando toda la imagen.
- **Realice la clasificación de los elementos sobre las imágenes:** la clasificación consiste en la comparación basada en las características definidas de las unidades en la fase de análisis. Es decir, se asigna un nombre de clase a las unidades diferenciadas que presenten las mismas características. Si los objetos de estudio no son claramente visibles o interpretables entonces se necesita trabajo de campo adicional.
- **Realice el proceso de deducción de los elementos presentes en la imagen:** la deducción está definida como la fase que trata de la combinación de las observaciones ejecutadas sobre la imagen con el conocimiento adquirido a partir de otras fuentes, con el fin de obtener información no disponible en las imágenes. También se refiere este término a cuando el intérprete llega a conclusiones sobre la base de sus observaciones en las imágenes. En general todas las fases anteriores (excepto la detección) presentan un importante componente de deducción.
- Realice la interpretación a través del Procedimiento para Interpretación Asistida por Ordenador acrónimo de (PIAO).
- Teniendo como herramienta los conceptos antes mencionados empiece a desarrollar el mapa de coberturas a través de la técnica de interpretación directamente en pantalla. La ventaja de esta metodología es la facilidad para poder combinar en un solo espacio todas las variables anteriormente descritas, logrando la superposición de capas y herramientas de tipo polígono, línea o punto que la herramienta informática permite utilizar.
- Realice trazos sobre un insumo fuente (imagen, foto aérea, imagen de radar, entre otros) conocido con el nombre de "delineación de polígonos", utilizando como dispositivo de ingreso de datos el "ratón", lápiz electrónico, cursor digital, entre otros, visualizando en tiempo real la generación de un archivo digital que se visualiza a través de la pantalla de la computadora.
- La actividad de visualización directamente en pantalla, como se conoce el procedimiento, requiere destreza del operario no solo en el conocimiento temático que se está levantando y representando, sino también, en cuanto al conocimiento de la herramienta computacional utilizada (Sistema de Información Geográfica, Sistema Cartográfico, entre otros). Igualmente es indispensable un criterio de laboriosidad, paciencia y perfil con un matiz artístico del técnico que se enfrenta a dicha labor ya que desde sus manos surge el producto final que se manifiesta en un mapa.
- Genere el mapa preliminar de interpretación. Una vez terminada la labor de delinear los diferentes trazos (líneas, puntos y polígonos) se procede a revisar en términos generales la calidad del producto final (mapa) con el objeto de validar su contenido con trabajo de campo.
- En el proceso de interpretación, es importante contar con una buena base de datos bien estructurada esto con el fin de presentar la información de manera ordenada y siguiendo unos estándares previamente definidos, para este fin el Instituto Geográfico Agustín Codazzi a través de la Subdirección de Agrología, desde el equipo de Interpretación desarrolló un estándar para el manejo de los datos.
- **Programe y realice una salida de campo para la revisión y validación del mapa preliminar:** esta etapa ayuda al perfeccionamiento de dicho producto. Programe la salida de campo para la revisión y validación programando principalmente recorridos o transectos sobre aquellos polígonos generados y que aún existe duda en su clasificación. Valide el polígono dirigiéndose hacia él y posicionándose geográficamente con el objeto de corroborar y solucionar las dudas presentes en su clasificación preliminar. Igualmente, levante sobre el polígono a validar, información audiovisual (fotos, videos, comentarios, entre otros) con el objeto de traer la evidencia para posteriores usos.

Así mismo, se pretende con la salida de campo revisar y validar, consolidar y aumentar el nivel de referencia local.

- **Realice el ajuste de la interpretación:** con la información que se levanta en el proceso de revisión y validación de la interpretación preliminar en campo, se procede realizar los ajustes necesarios, en terreno y en oficina, para la entrega final de la capa sobre la interpretación definitiva representada en un mapa final.

4.3.6. ELABORAR EL MAPA FINAL DE COBERTURA DE LA TIERRA Y EL DOCUMENTO TÉCNICO DESCRIPTIVO

La capa correspondiente a la interpretación de cobertura de la tierra, en todo su proceso de elaboración ha pasado por filtros y revisiones conocidos como "Control de Calidad - CC", cuyas directrices se explican en el instructivo vigente "Control de calidad de la interpretación de las coberturas y usos de la tierra a diferentes escalas". Entregue la información para la elaboración de las salidas graficas finales: El archivo digital con la Geodatabase de la interpretación de coberturas se entrega finalmente a la Subdirección de Agrología, con el objeto de que allí se elabore el mapa final con los estándares cartográficos adoptados por el Instituto Geográfico Agustín Codazzi para su publicación final.

4.4. BIBLIOGRAFÍA

- Aguilar, M. (2002). Fotointerpretación. Montevideo: Universidad de la Republica de Uruguay.
- Di Gregorio, A., & Jansen, L. (2005). Land Cover Classification System (LCCS): Classification Concepts and User Manual. Roma: FAO. doi:ISBN 92-5-104216-0
- ESRI. (2022). ArcGIS Desktop. Obtenido de Attachments toolset: <https://desktop.arcgis.com/en/arcmap/latest/tools/data-management-toolbox/add-attachments.htm>
- ESRI. (2022). ArcGIS Pro . Obtenido de Requerimientos del Sistema: <https://pro.arcgis.com/es/pro-app/2.8/get-started/arcgis-pro-system-requirements.htm>
- IDEAM. (2010). Leyenda Nacional de Coberturas de la Tierra. Metodología CORINE Land Cover adaptada para Colombia Escala 1:100.000. Bogotá DC: Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales.
- IDEAM, IGAC & CORMAGDALENA. (2008). Mapa de cobertura de la tierra Cuenca Magdalena-Cauca. Metodología CORINE Land Cover adaptada para colombia, escala 1:100.000. Bogotá.
- IGAC. (1998). Principios de cartografía temática. Bogotá.
- Melo, H., & Camacho, M. (2005). Interpretación visual de imágenes de sensores remotos y su aplicación en levantamientos de cobertura y uso de la tierra. Bogotá D.C.
- SIOSE, E. T. (2015). Manual de Fotointerpretación SIOSE. Versión 3.1. España: D.G. Instituto Geográfico Nacional. Observación del Territorio. S.G de Cartografía. Servicio de Ocupación del Suelo.

5. CONTROL DE CAMBIOS

FECHA	CAMBIO	VERSIÓN
05/08/2024	<ul style="list-style-type: none"> ◦ Se adopta como versión 1 debido a la actualización de la Cadena de Valor en Comité Institucional de Gestión y Desempeño del 3 de marzo del 2023, nuevos lineamientos frente a la generación, actualización y derogación de documentos del SGI. ◦ Hace parte del proceso de Gestión de Información Geográfica para el SAT, del subproceso de Gestión Agrologica. ◦ Se ajusta el documento según la nueva Estructura Orgánica aprobada por Decreto 846 del 29 de Julio del 2021. ◦ Se actualiza el instructivo "Interpretación de Imágenes de Sensores Remotos Aplicada a Levantamientos de Coberturas y Usos de la Tierra", código IN-GAG-PC07-06, versión 1 a instructivo del mismo nombre, código IN-AGR-PC06-05, versión 1. ◦ Se encuentra asociado al procedimiento "Elaboración del Mapa de Cobertura de la Tierra". 	1



CÓDIGO
IN-AGR-PC06-05

VERSIÓN:
1

VIGENTE DESDE:
05/08/2024

FECHA	CAMBIO	VERSIÓN
	<ul style="list-style-type: none"> Se incluyó el capítulo de definiciones. Se revisa y ajusta la bibliografía. 	
21/05/2021	<ul style="list-style-type: none"> Se adopta como versión 1 debido a cambios en la Plataforma Estratégica (actualización del mapa de procesos), nuevos lineamientos frente a la generación, actualización y derogación de documentos del SGI tales como: cambios de tipos documentales y nueva codificación por procesos. Emisión Inicial Oficial. Se actualiza la Metodología "Interpretación de imágenes de sensores remotos aplicada a levantamientos de cobertura de la tierra", código M40700-03/17. V1, versión 1, a Instructivo del mismo nombre, código IN-GAG-PC07-06, versión 1. Se deroga totalmente la circular 186 del 24 de julio de 2017. Se asocia al procedimiento "Elaboración del mapa de cobertura de la tierra", código PC-GAG-07, versión 1. Se eliminaron las definiciones y se incluyeron en el procedimiento "Elaboración del mapa de cobertura". Se eliminaron las normas técnicas o relacionadas y se incluyeron en el procedimiento "Elaboración del mapa de cobertura". Se ajusta la estructura, numeración y el texto a la plantilla para instructivo dentro del SGI. 	1

ELABORÓ Y/O ACTUALIZÓ	REVISÓ TÉCNICAMENTE	REVISÓ METODOLÓGICAMENTE	APROBÓ
<p>Nombre: José Luis Martínez Tunarroza.</p> <p>Cargo: Contratista. Subdirección de Agrología.</p>	<p>Nombre: Wilson Fernando Vargas Hernández.</p> <p>Cargo: Profesional Especializado. Subdirección de Agrología.</p>	<p>Nombre: Cesar Augusto Buitrago López.</p> <p>Cargo: Contratista. Oficina Asesora de Planeación.</p> <p>Nombre: Johanna Katerin Cordero Casallas.</p> <p>Cargo: Contratista. Subdirección de Agrología.</p>	<p>Nombre: Ricardo Fabián Siachoque Bernal.</p> <p>Cargo: Subdirector Técnico. Subdirección de Agrología.</p>