

1. OBJETIVO

Establecer las actividades para la elaboración de cartografía geomorfológica aplicada a levantamientos de suelos a partir de técnicas análogas, mediante la descripción detallada de los principales ejes temáticos que la componen.

2. ALCANCE

Este instructivo hace parte del procedimiento "Cartografía geomorfológica aplicada a levantamiento de suelos", el proceso de fotointerpretación si bien tiene ciertas limitaciones, relacionadas con los avances de las tecnologías geoespaciales, es un método muy útil para analizar, generar y complementar información temática. A continuación se describirán todos los componentes, elementos y procesos asociados a la interpretación de fotografías aéreas análogas como una técnica complementaria para la generación de cartografía geomorfológica aplicada a levantamiento de suelos. Inicia con la descripción de las características y parámetros de las fotografías aéreas y finaliza con las fases de fotointerpretación.

El presente instructivo aplica al proceso de Gestión de Información Geográfica, a los servidores públicos y contratistas del subproceso de Gestión Agrológica.

3. DESARROLLO

3.1. CARACTERÍSTICAS

A continuación, se describen las características del estereoscopio de espejos, herramienta principal en el proceso de elaboración de cartografía geomorfológica aplicada a levantamientos de suelos a partir de técnicas análogas:

- Estereoscopio con dos lentes, dos prismas reflectores, dos espejos. Las marcas de uso más frecuente son Wild HeerbruggST4(Suiza), Nikon (Japón), Toko - Topcon (Japón), entre otros.
- Barra de paralaje de 25 cm.
- Par de lentes con aumento 8x.
- Manual y estuche contenedor del instrumento.

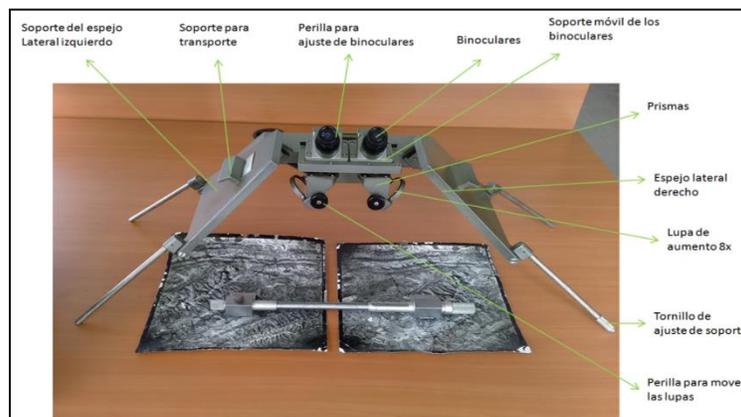


Imagen 1. Componentes del estereoscopio de espejos.

La interpretación de fotografías aéreas mediante técnicas análogas, ofrece ventajas en la realización de estudios sobre recursos naturales y en la programación de proyectos de obras de ingeniería, así como en la planeación del desarrollo integral de una zona específica, de una región o de todo un país. A continuación se describen algunas ventajas en el uso de esta técnica:

- Ofrece una visión tridimensional o estereoscópica.
- Facilita la recolección y extrapolación de la información en zonas de difícil acceso.

- Disminuye el tiempo y costos de operación en campo.
- Las fotografías aéreas ofrecen una buena resolución espacial, espectral y temporal.
- Garantiza información oportuna y de calidad.

Algunas de las desventajas de la interpretación de fotografías aéreas mediante técnicas análogas son:

- Al ser un sensor óptico la presencia de nubes puede limitar su uso en ciertas áreas.
- Presentan errores asociados a las características del sensor óptico (lentes), el relieve y las variaciones de escala dentro del mismo producto.
- Se requieren tiempos adicionales para la transferencia de la información vectorial obtenida a un sistema de información geográfica.
- Se requieren equipos especiales para la transferencia y procesamiento digital de estas imágenes, para su vinculación a un sistema de información geográfica - SIG.
- Se requieren equipos especiales para la transferencia y procesamiento digital de estas imágenes, para su vinculación a un sistema de información geográfica - SIG.
- La escala de impresión de la fotografía puede no ser la óptima para la escala de interpretación requerida.

3.2. INSUMOS

El proceso de elaboración de cartografía a partir de técnicas análogas consta principalmente de los siguientes elementos:

- **Fotografía aérea:** Imagen de la superficie terrestre captada mediante el empleo de instrumentos fotográficos, transportados en una aeronave.
- **Índice de vuelo:** Mapa ordenado que incluye la información de los trayectos de vuelos realizados en la toma de las fotografías aéreas, el cual tiene como identificación el número de la fotografía inicial y final de cada línea de vuelo, número de vuelo, escala, número de fotos y el punto principal que identifica a cada fotografía aérea.

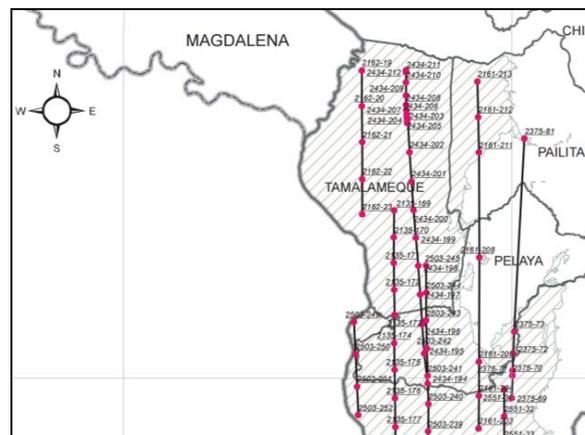


Imagen 2. Ejemplo de índice de vuelo (Departamento de Cesar).

3.3. PASO A PASO

El proceso de fotointerpretación si bien tiene ciertas limitaciones, relacionadas con los avances de las tecnologías geospaciales, es un método muy útil para analizar, generar y complementar información temática. A continuación se describirán todos los componentes, elementos y procesos asociados a la interpretación de fotografías aéreas análogas como una técnica complementaria para la generación de cartografía geomorfológica aplicada a levantamiento de suelos.

La interpretación análoga se realiza cuando el insumo principal (fotografías aéreas) se encuentra en forma análoga y se emplea un estereoscopio de espejos para su elaboración, en la aplicación de esta técnica se requiere un proceso adicional de transferencia digital de la información capturada, por lo cual es un método complementario para la elaboración de cartografía geomorfológica aplicada a levantamientos de suelos, ya que en la actualidad los métodos principales se basan en técnicas 2D y 3D descritos en los instructivos "Elaboración de cartografía geomorfológica digital en 2D aplicada a levantamientos de suelos" y "Elaboración de cartografía geomorfológica digital en 3D aplicada a levantamientos de suelos", los cuales detallan las especificaciones para llevar a cabo este tipo de interpretación digital bajo un Sistema de Información geográfica (SIG).

3.3.1. FOTOGRAFÍAS AÉREAS

La fotografía aérea es la representación fiel del terreno, la cual contiene información útil para las diversas áreas relacionadas con las ciencias de la tierra, además es un elemento básico para generar modelos y productos para el conocimiento del territorio; constituye uno de los insumos fundamentales para iniciar el proceso de elaboración de cartografía básica y temática y de otros ámbitos relacionados con la disposición de información básica para el análisis del entorno geográfico.

Son tomadas desde el aire a cierta distancia de la superficie terrestre, con cámaras y películas especiales montadas en un avión o cualquier tipo de aeronave, en las cuales quedan registrados todos los objetos presentes sobre la superficie terrestre.

Pueden cubrir grandes áreas de terreno (dependiendo de la escala y el tipo de cámara), y se toman de forma consecutiva a lo largo de líneas de vuelo paralelas, con cierto recubrimiento entre fotos, lo que permitirá su posterior observación estereoscópica.

Características

Las principales características de las fotografías aéreas se encuentran en la margen izquierda de la misma y son listadas a continuación:

- **Reloj:** Señala la hora en la cual se tomó la fotografía.
- **Distancia focal:** Unidad de medida específica para cada tipo de cámara; es importante para determinar la escala media de la fotografía.
- **Contador:** Registra el número consecutivo de cada fotografía.
- **Tipo de cámara:** describe características específicas necesarias para proceso fotogramétricos digitales.
- **Coordenadas del punto principal:** Identifica las coordenadas de las fotografías y fajas de vuelo.
- **Marcas fiduciales:** Indicadores indispensables para encontrar el centro (o punto principal) de la foto, el cual determina el eje de vuelo para efectuar procesos fotogramétricos.
- **Nivel de burbuja:** Indica la inclinación del eje óptico de la cámara en el momento de la toma.
- **Alfímetro:** Instrumento que registra la altura del vuelo (h) sobre el plano de referencia (que puede ser el nivel del mar).
- **Número de vuelo:** Identificación propia del vuelo.
- **Escala:** Generalmente aparece la escala media del vuelo, que se asume como la escala media de la fotografía. Sirve para hacer mediciones sobre la fotografía.
- **Norte:** Facilita la orientación correcta de la fotografía con respecto a la norte.
- **Otras indicaciones:** Referencias sobre la entidad, empresa o proyecto para el cual se tomaron las fotografías.

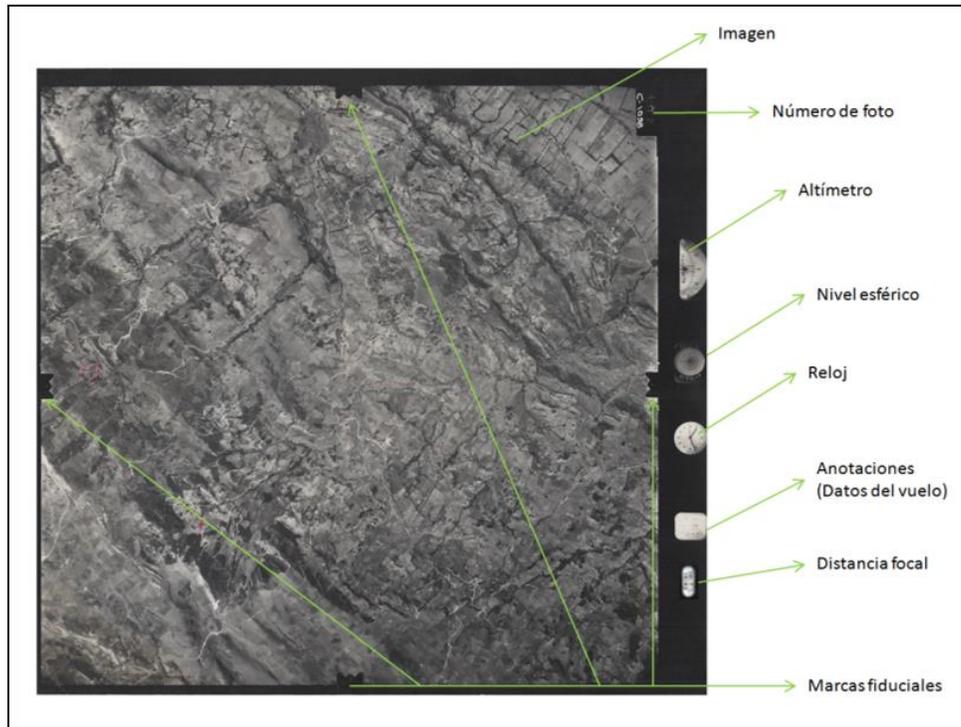


Imagen 3. Información de una fotografía aérea (Sogamoso - Boyacá).

Parámetros

Cualitativamente la imagen fotográfica se estudia bajo los siguientes parámetros:

- **Nitidez:** La nitidez depende directamente de las características del objetivo, del enfoque del sistema, de los movimientos del avión al tomar las fotografías, y la altura y el tamaño del objeto.
- **Contraste:** El contraste depende de la iluminación solar y las condiciones atmosféricas al momento de la toma de la foto, la mayor o menor reflectividad de los objetos, la refracción causada por niebla o polvo atmosférico, la sensibilidad espectral de la emulsión (pancromática, infrarroja, etc.), la transmisión espectral del filtro (incluye la del objetivo), y del proceso de revelado y copiado.
- **La escala:** Es el concepto fundamental en las representaciones gráficas, bien sean cartas, mapas, planos, croquis o fotografías aéreas. Se define como "la relación existente entre la medida gráfica del mapa o imagen y la medida real del terreno". Se puede expresar mediante la siguiente relación:

$$\text{Escala} = \text{medida del plano} / \text{medida del terreno} \quad (E = P / T \text{ ó } E = P : T).$$

En fotointerpretación la escala está en función de la distancia principal de la cámara y la altura de vuelo sobre el terreno.

- Tipos de fotografías aéreas
- **Pancromáticas:** Son también denominadas fotografías a blanco y negro o en escala de grises, y se toman con película pancromática, sensible a todas las longitudes de onda del espectro visible. Este tipo de películas se caracterizan por ser de grano muy fino, alta sensibilidad, buena resolución y excelente contraste.
- **Color:** Son aquellas películas sensibles a las longitudes de onda del espectro visible entre las 0.4μ y las 0.7μ . Está compuesta por la combinación de colores primarios y complementarios: azul, verde, rojo y amarillo, magenta y cian, respectivamente. Con la combinación de los colores primarios y complementarios, se logra obtener toda la gama de colores del espectro visible.
- **Espectrales:** Son aquellas que usualmente están diseñadas para captar imágenes en determinados rangos de longitudes de onda, denominados bandas o canales. Dependiendo de la aplicación pueden seleccionarse sensores con bandas relativamente estrechas o anchas. La resolución

espectral se refiere al número y ancho de las bandas espectrales registradas por un sensor. Cuanto más estrechas sean estas bandas mayor será la resolución espectral.

3.3.2. ESTEREOSCOPIO DE ESPEJOS

El estereoscopio de espejos es un instrumento que permite al intérprete, por medio de fotografías aéreas en formato análogo, observar en tres dimensiones los elementos plasmados en estas, creando una sensación de profundidad. El instrumento consta de: dos espejos, dos prismas reflectantes, un par de lentes fijos y otro par de lentes de aumento adicionales.

La visión estereoscópica permite al ser humano la observación tridimensional de los elementos u objetos que lo rodean. Cuando observamos un objeto, cada ojo recibe una imagen diferente del mismo (por ser percibido desde diferentes ángulos); ambas imágenes son fusionadas en el cerebro formando una imagen tridimensional del objeto. Esta es la visión binocular o estereoscópica normal, en el caso de los sensores remotos con características estereoscópicas, se requiere de la ayuda de herramientas tales como el estereoscopio de espejos o de bolsillo y herramientas SIG en 3D.

Uso

Si bien existen numerosos modelos de estereoscopios, incluyendo los pequeños y plegables, comúnmente llamados estereoscopio de bolsillo o de campo, se deben seguir las siguientes recomendaciones de manejo y uso con el fin de lograr una óptima interpretación geomorfológica:

- Abra con cuidado el estuche donde se encuentra el estereoscopio y remuévalo de su caja.
- Desplieguelo sobre una superficie firme, preferiblemente donde se va a desarrollar la interpretación.
- Remueva los binoculares, e instálelos cuidadosamente sobre el estereoscopio. Su uso es necesario para tener un mayor detalle de la zona a interpretar.
- Verifique que los espejos y lentes se encuentren limpios y ajuste la distancia interpupilar en los binoculares acorde con la del intérprete, aproximadamente de 56 a 76 mm.
- Ubique adecuadamente las fotografías orientándolas según la dirección de vuelo, separando los puntos homólogos a la "distancia de base o instrumental" del estereoscopio. Considere el uso de la barra de paralaje o estereomicrómetro, que permitirá la medición correcta de la separación entre las fotos, considerando una distancia promedio de 25 cm.

3.3.3. FOTOPREPARACIÓN

Para observar en tercera dimensión un par estereoscópico de fotografías aéreas y poder realizar su interpretación, es necesaria la fotopreparación, fase en la cual se organizan, disponen y se alistan las fotografías a trabajar.

Marca de puntos principales

Con las fotografías aéreas del área del estudio, se debe identificar las marcas fiduciales que se encuentran en los extremos de la imagen y en los puntos medios de cada lado en forma de muescas triangulares. En la intersección de ambos pares de marcas fiduciales diametralmente opuestas, se traza una línea en el centro de la fotografía utilizando un lápiz de cera cuando trabaje directamente sobre la fotografía aérea o marcador adecuado si lo hace sobre acetato; este proceso define el punto principal.

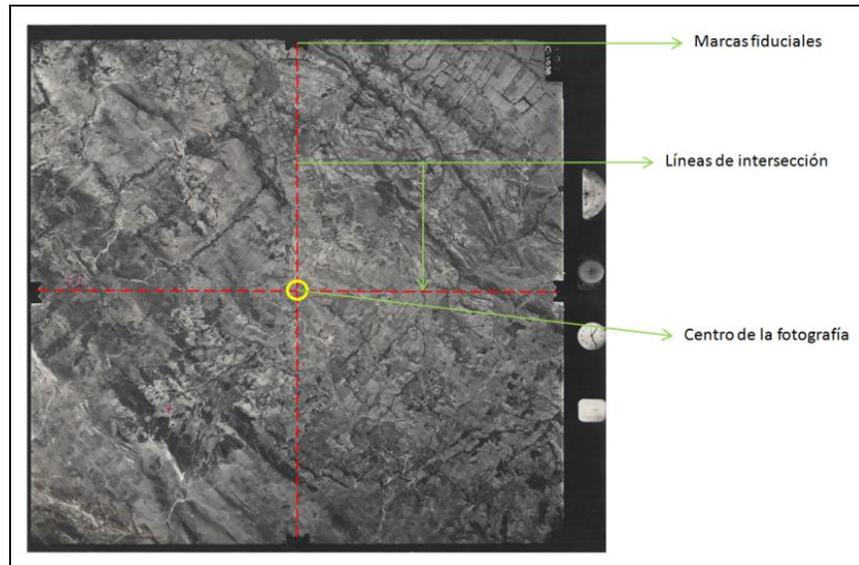


Imagen 4. Centro de la fotografía (Sogamoso - Boyacá).

Marca de puntos homólogos

Los puntos homólogos corresponden a los puntos principales de las fotografías aéreas, transferidos estereoscópicamente a la fotografía adyacente en una misma línea de vuelo. Son marcas guía que se dibujan en el par de fotografías de forma precisa, encerrándolos en un círculo para facilitar su identificación; estos deben ser ubicados estereoscópicamente debido a que en el momento de acomodar las fotografías para su visualización estos se fusionan generando un solo punto. Generalmente se identifican como P1' y su homólogo es P1'', y P2' y su homólogo es P2'', y en caso de no poder ubicarlos por cierta anomalía en alguna de las fotos, se recomienda que sean objetos de fácil reconocimiento como viviendas, cruces de vías o límites entre predios rurales.

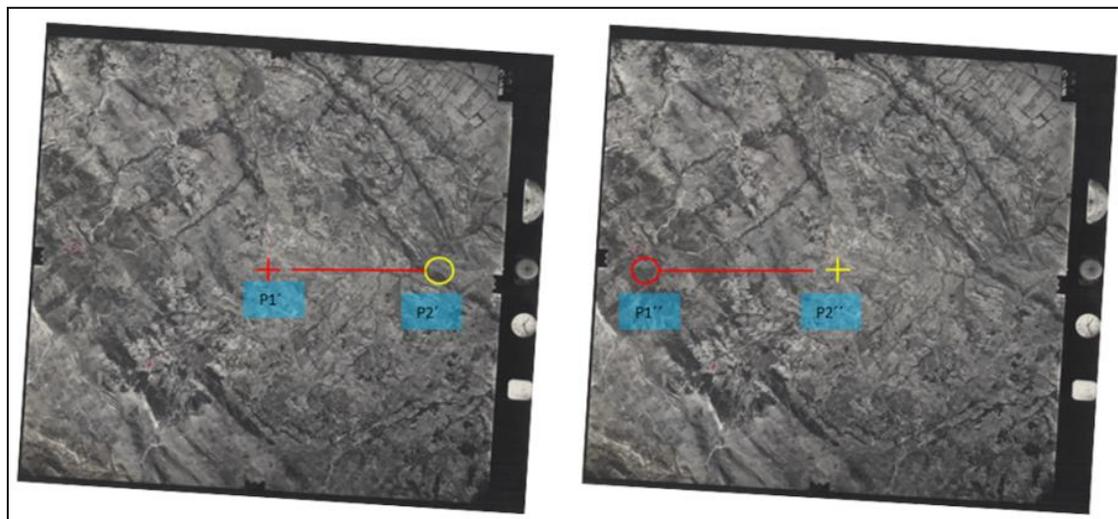


Imagen 5. Puntos homólogos (Sogamoso - Boyacá).

Delimitación del área útil

El área útil se define como el área central de una fotografía e incluye cerca de la mitad del área de recubrimiento de todas las fotografías adyacentes. Este proceso se realiza con el fin de establecer el área que tenga el menor grado de error con respecto a su captura (deriva del avión, variaciones del

relieve, distorsión del lente hacia los extremos, etc.). Este proceso se recomienda para terrenos montañosos u ondulados (con diferencias de relieve mayores de 150 m), y para terrenos planos cuando se sospeche que las fotografías no son verticales (Pernía, 1989).

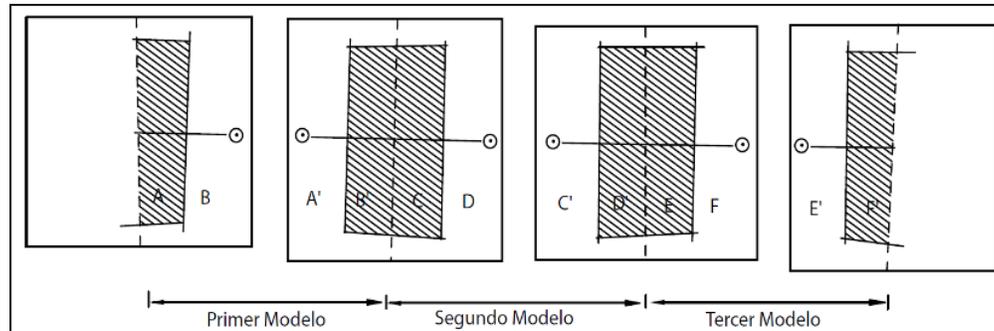


Imagen 6. Delimitación para terrenos montañosos. Fuente: Pacheco & Pozzonbon (2006)

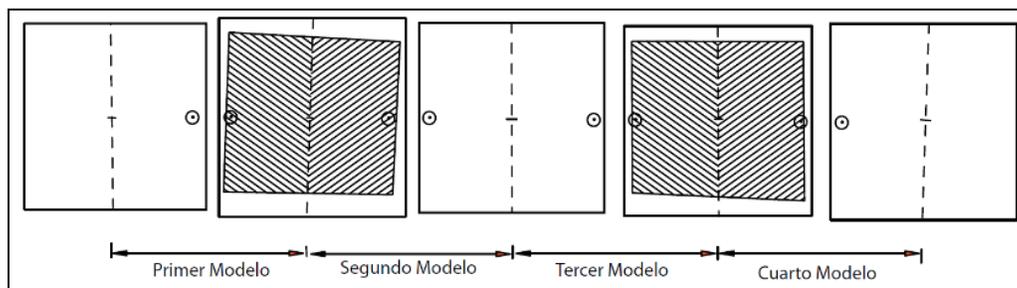


Imagen 7. Delimitación para terrenos planos. Fuente: Pacheco & Pozzonbon (2006).

Disposición inicial del mosaico

Se trata de un ensamblaje sistemático de varias imágenes individuales con el fin de lograr el cubrimiento área de estudio. Esto permite al intérprete una visión en conjunto del área de estudio y facilita el entendimiento de las interrelaciones entre los diferentes elementos o fenómenos de la superficie terrestre. Adicionalmente, permite la organización del trabajo de fotointerpretación.

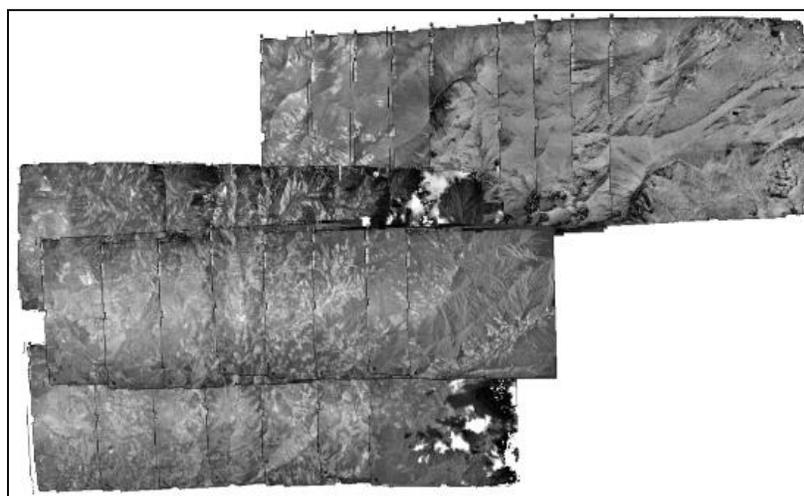


Figura 8. Fotografías aéreas dispuestas para su ensamblaje sistemático (Ciénaga - Magdalena).

Preparación de las fotografías y líneas de vuelo

La preparación de las fotografías aéreas para la elaboración de cartografía geomorfológica aplicada a levantamientos de suelos son:

- Ordenar las fotografías según las líneas de vuelo y consecutivo numérico de cada una de ellas. (Se recomienda la elaboración de un mapa con las líneas de vuelo y la ubicación de los puntos principales de cada una de las fotografías aéreas que la conforman).
- Sobre cada fotografía aérea, se debe marcar el punto principal y transferir los puntos homólogos.
- Levantar una mediatriz sobre la línea de vuelo, teniendo en cuenta que esta debe realizarse para todas las fajas de la zona de estudio.
- Transferir la mediatriz levantada, según la línea de vuelo, a la fotografía contigua mediante el uso del estereoscopio, los puntos transferidos se unen para constituir la línea transferida y se procede de igual forma en toda la faja; de ésta forma quedan definidas dos de las líneas que constituirán el polígono del área útil de la fotografía dentro de una misma faja.
- Para definir las líneas entre fajas se debe buscar el traslape de las fajas, partiendo de cualquiera de las fajas que constituye la parte externa de la zona de estudio. Encontrado el traslape para cada par de fotografías, se procede a buscar el recubrimiento común y se levanta una línea media de recubrimiento, la cual se traza sobre la faja extrema y se pasa estereoscópicamente a la faja interna. Se sigue el proceso con las siguientes fajas.
- Todas las fotografías deben ser marcadas con el norte, el número de faja y las fotografías vecinas con su faja y número consecutivo. Además se puede incluir sobre la fotografía toponimia, drenajes y vías principales.
- Al momento de orientar las fotografías, se debe verificar que las sombras que proyectan los objetos sobre la superficie terrestre se dirijan hacia el intérprete.
- Para realizar la interpretación, se debe utilizar lápiz graso (si esta se hace sobre la fotografía directamente) o marcadores (si esta se realiza sobre acetatos), y siempre dentro del área útil, cuidando que todos los polígonos empalmen y cierren correctamente. Cuando se usan acetatos se deben copiar las aéreas útiles y las líneas de vuelo sobre estos.
- Al ser establecida el área de interpretación, se debe confirmar que las líneas de vuelo cubran en su totalidad la zona de trabajo; para ello es importante dirigirse al índice de vuelo y seleccionar las líneas dentro del área a trabajar y al finalizar la interpretación se debe almacenar en los sobres respectivos el material fotográfico, el cual debe estar claramente identificado.

3.4. PROCESO DE FOTOINTERPRETACIÓN

Interpretar una fotografía es examinar en ellas los objetos, con el propósito de identificarlos, definir su categoría, deducir su naturaleza, sus límites y sus relaciones con el medio donde se encuentran. Como técnica requiere una conjunción de elementos para la obtención de buenos resultados, entre los cuales está el conocer los objetos en la realidad para poder localizarlos en una fotografía. De esta manera inicia el proceso de fotointerpretación, el cual será descrito a continuación.

3.4.1. NIVEL DE REFERENCIA

El nivel de referencia se define como el conocimiento adquirido por el intérprete en términos generales, locales y específicos, de un área determinada o un campo temático específico.

La fotografía aérea requiere ser analizada por profesionales especializados, con un nivel de referencia suficientemente desarrollado para poder analizar, caracterizar e identificar las diferentes elementos que componen la temática de estudio (geomorfología aplicada a levantamientos de suelos). Para esto se debe conocer la localización del área de estudio, la relación en su entorno climático, de cobertura, edáfico, geológico, entre otros. En general los niveles de referencia se pueden dividir de la siguiente manera:

- **Nivel de referencia General:** Son todos los conocimientos que cada individuo posee en relación a

su entorno con base en sus vivencias.

- **Nivel de referencia Local:** Es el conocimiento real que tiene el intérprete del medio físico representado en las imágenes del área de estudio.
- **Nivel de referencia Específico especializado:** Considera todos los conocimientos profesionales de cada ciencia y la experiencia del intérprete en diversas ramas del saber.

3.4.2. INTERPRETACIÓN- ELEMENTOS PICTÓRICOS - MORFOLÓGICOS

Los elementos pictóricos son un grupo de componentes presentes en una fotografía aérea o imagen satelital, propios de cada producto, que resaltan los rasgos y ayudan a la identificación de los objetos sobre la imagen. A continuación se describen de manera general los elementos pictóricos de una fotografía o imagen y que son empleados en cualquier proceso de interpretación.

Tabla 1. Elementos pictórico morfológicos

Patrón	Ejemplo
<p>Tono: Es dado por una gama de grises que varían desde el blanco hasta el negro, como resultado de una mayor o menor cantidad de luz reflejada por los objetos fotografiados.</p>	<p align="center">Fuente: Van Zuidam (1986, En Serrato, 2009).</p>
<p>Patrón: Se refiere a la repetición, secuencia o agrupación ordenada de ciertos elementos u objetos de la superficie terrestre, con características similares que ocupan un espacio determinado.</p>	<p align="center">Fuente: Van Zuidam (1986, En Serrato, 2009).</p>
<p>Textura: Es la disposición y ordenamiento uniforme de tonos, tamaños, espacios y efectos de sombra producidas por los objetos, que se agrupan o se repiten de forma reconocible, puesto que individualmente son demasiado pequeños para ser diferenciados e identificados.</p>	<p align="center">Fuente: Van Zuidam (1986, En Serrato, 2009).</p>
<p>Sombras: La sombra es la ausencia directa de la luz sobre la superficie terrestre, producto de la interposición de un cuerpo a los rayos de la fuente de energía; esta ayuda a identificar las proyecciones del contorno de un objeto.</p>	<p align="center">Fuente: Van Zuidam (1986, En Serrato, 2009).</p>

Patrón	Ejemplo
<p>Tamaño: El tamaño hace referencia a la extensión, área o volumen, que ocupa un objeto o fenómeno en forma absoluta o relativa sobre la superficie.</p>	<p align="center">Fuente: Van Zuidam (1986, En Serrato, 2009).</p>
<p>Forma: Las formas espaciales de los objetos, son la expresión del contorno o silueta de ellos en el terreno en su perspectiva vertical.</p>	<p align="center">Fuente: Van Zuidam (1986, En Serrato, 2009).</p>

3.4.3. LEYENDA

El intérprete debe consultar la leyenda vigente conforme al Formato "Leyenda de interpretación geomorfológica aplicada a levantamientos de suelos", así mismo se recomienda consultar durante todo el proceso el documento "Glosario de términos geomorfológicos aplicados a levantamientos de suelos", en el cual se describen las definiciones aplicadas para paisajes, tipos de relieve y formas de terreno presentes en el territorio colombiano, tanto en su génesis como en aspectos morfológicos, morfométricos y morfocronológicos.

3.4.4. FASES DE LA FOTOINTERPRETACIÓN

La técnica de interpretación de fotografías aéreas puede verse como un proceso, el cual posee un número de fases determinadas para el buen desarrollo de la misma. Estas fases nos llevan progresivamente más cerca de obtener la mayor información de la fotografía con respecto al propósito particular para el cual la usamos. Generalmente se definen cuatro fases:

- **Detección, reconocimiento e identificación:** Es la fase inicial del estudio de las fotografías aéreas y está basado en la observación directa de objetos y fenómenos visibles. El primer paso es la detección, el segundo paso es el reconocimiento (se usan elementos pictóricos) y el tercer paso es la identificación (se asigna un nombre al elemento estudiado).
- **Análisis:** Es el proceso de unificar criterios, para dividir y/o agrupar objetos en función de sus atributos y características, estableciendo las posibles interacciones entre ellos, relacionando los elementos de acuerdo a su uso, tamaño, forma, ubicación, etc., en un área geográfica determinada. Conforme a este análisis se realizan las respectivas delimitaciones, dibujando de forma sistemática las unidades correspondientes de acuerdo al Formato "Leyenda de interpretación geomorfológica aplicada a levantamientos de suelos".
- **Deducción:** Una vez los objetos son reconocidos, identificados y analizados conceptualmente, se procede a delinearlos, acorde con sus rasgos propios. Este proceso es soportado por evidencias convergentes, en el cual es fundamental el conocimiento temático del intérprete. Este nivel de deducción puede ser fortalecido con base en la información de referencia de la zona.
- **Clasificación:** Consiste en ordenar o agrupar individualmente las unidades delineadas, de acuerdo con el Instructivo "Elaboración de cartografía geomorfológica aplicada a levantamientos de suelos".

La interpretación debe ser avalada por el control de calidad conforme al instructivo "Control de calidad de la interpretación geomorfológica digital aplicada a levantamientos de suelos" y cuando diere lugar realizar el trabajo de campo respectivo siguiendo el instructivo "Trabajo de campo para la elaboración de cartografía geomorfológica aplicada a levantamientos de suelos".

Finalmente la interpretación geomorfológica aplicada a levantamientos de suelos a partir de técnicas análogas, debe ser vinculada a un SIG, con el fin de almacenarla, ordenarla, analizarla y empalmarla a interpretaciones generadas con métodos digitales. Y siguiendo los procesos descritos en el instructivo "Elaboración de cartografía geomorfológica digital en 2D aplicada a levantamientos de suelos" y "Control de calidad de la interpretación geomorfológica digital aplicada a levantamientos de suelos".

3.5. APLICACIONES

La interpretación de fotografías aéreas obtenidas a partir de sensores remotos, se utiliza en un amplio campo del conocimiento, entre los cuales se destacan: geología y geomorfología, suelos y erosión, bosques, ecología y vegetación, hidrología, agricultura, estudios urbanos y rurales, estudios ambientales, transporte y vías, minería, arqueología, geografía, catastro, geotecnia, obras civiles, oceanografía, meteorología, aeronáutica, demografía y pesca, entre otros. De allí la importancia del uso de las técnicas de fotointerpretación para la extracción de información temática en la toma de decisiones.

3.6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Centro de Investigación y Desarrollo en Información Geográfica, CIAF, (2005). Interpretación visual de imágenes de sensores remotos y su aplicación en levantamientos de cobertura y uso de la tierra. Instituto Geográfico Agustín Codazzi. Bogotá D.C., Colombia.
- [2] Chuvieco, E., (1995). Fundamentos de teledetección espacial. Segunda Edición. Ediciones RIALP, S.A, Madrid, España.
- [3] Dávila, J., (2011). Diccionario geológico. Arthaltuna. Universidad Nacional de Ingeniería. Lima, Perú.
- [4] Deagostini, D., (1984). Introducción a la fotogrametría. Instituto Geográfico Agustín Codazzi - IGAC. Centro de Investigación y Desarrollo en Información Geográfica - CIAF. Bogotá D.C., Colombia.
- [5] Escuela de Ciencias Agrícolas, Pecuarias y del Medio Ambiente, (2013). Curso de fotointerpretación y mapificación. Universidad Nacional Abierta y a Distancia. Bogotá D.C., Colombia.
- [6] Lobato R., (1997). "Los centros de gestión del territorio". En Geouruguay Nro. 1 Revista Uruguaya de Geografía. Editorial Fin de siglo. Montevideo, Uruguay.
- [7] Lugo H. J., (2011). Diccionario Geomorfológico. Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), Instituto de Geografía. México D.F., México.
- [8] Massiris, A., (2012), Gestión territorial del desarrollo. Hacia una política de desarrollo territorial sostenible en América Latina. Dirección de Investigaciones, Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia. Colección investigación UPTC No. 47. Tunja.
- [9] Melo, L.& Posada, E., (2004). Introducción a la fotointerpretación. Instituto Geográfico Agustín Codazzi - IGAC. Centro de Investigación y Desarrollo en Información Geográfica - CIAF. Bogotá - Colombia.
- [10] Montañés G., (2001). Espacio y territorio - Razón, pasión e imaginarios. Universidad Nacional de Colombia. Vicerrectoría General. Bogotá D.C., Colombia.
- [11] Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, FAO., (2009). Guía para la descripción de suelos. Roma, Italia.
- [12] Pacheco, C & Pozzonbon, N., (2006). Manual de ejercicios de laboratorio: Fotogrametría y Fotointerpretación. CODEPRE. Universidad de los Andes. Mérida, Venezuela.

- [13] Pernía, E., (1989). Guía práctica de fotointerpretación. Universidad de Los Andes. Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales. Mérida, Venezuela.
- [14] Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, PNUD, (2011), Colombia rural. Razones para la esperanza. Informe Nacional de Desarrollo Humano 2011. Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo. Bogotá D.C., Colombia.
- [15] Serrato P., (s.f). Diapositivas de clase: principios de fotointerpretación. Centro de Investigación y Desarrollo en Información Geográfica, CIAF. Bogotá D.C., Colombia.
- [16] Serrato P., (2009). Interpretación visual de imágenes de sensor remoto. [Diapositivas]. Centro de Investigación y Desarrollo en Información Geográfica, CIAF. Bogotá D.C., Colombia.
- [17] Van Zuidam, R. A. (1986). Aerialphoto-interpretation in terrain analysis and geomorphological mapping. International Institute for Geo-Information, ITC. Enschede, Netherlands
- [18] Vink, A. (1975). Land use in advancing agriculture. (Advanced Series in Agric. Science 1). Springer, Berlín.

4. CONTROL DE CAMBIOS

FECHA	CAMBIO	VERSIÓN
22/09/2022	<ul style="list-style-type: none"> ◦ Se adopta como versión 1 debido a la actualización del Mapa de Procesos en Comité Directivo del 29 de junio del 2021, 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 ajusta el documento según la nueva Estructura Orgánica aprobada por Decreto 846 del 29 de julio del 2021. ◦ Hace Parte del proceso Gestión de Información Geográfica del subproceso Gestión Agrológica. ◦ Se encuentra asociado al procedimiento "Cartografía Geomorfológica Aplicada a Levantamiento de Suelos". ◦ Se actualiza el instructivo "Elaboración de cartografía geomorfológica aplicada a levantamientos de suelos a partir de técnicas análogas", código IN-GAG-PC04-05, versión 1 a instructivo del mismo nombre, código IN-AGR-PC02-02, versión 1. 	1
19/04/2021	<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 el instructivo "Elaboración de cartografía geomorfológica aplicada a levantamientos de suelos a partir de técnicas análogas", código I40700-05/17.V1, versión 1, a instructivo del mismo nombre, código IN-GAG-PC04-05, versión 1. ◦ Se deroga totalmente la circular 194 del 25 de julio de 2017. ◦ Se asocia al procedimiento "Cartografía Geomorfológica aplicada a levantamientos de suelos", código PC-GAG-04, versión 1. ◦ Para la versión actual del presente documento se sintetizaron los procedimientos y se organizó su desarrollo con base en los fundamentos teóricos que lo acompañan. 	1



**ELABORACIÓN DE CARTOGRAFÍA GEOMORFOLÓGICA
APLICADA A LEVANTAMIENTOS DE SUELOS A PARTIR
DE TÉCNICAS ANÁLOGAS**

Código: IN-AGR-PC02-02

Versión: 1

**Vigente desde:
22/09/2022**

Elaboró y/o Actualizó	Revisó Técnicamente	Revisó Metodológicamente	Aprobó
<p>Nombre: Néstor Javier Martínez Ardila</p> <p>Cargo: Profesional Especializado Subdirección de Agrología</p> <p>Nombre: Wveimar Samacá Torres</p> <p>Cargo: Contratista Subdirección de Agrología</p> <p>Nombre: Maria Paula Rojas Rueda Revisión metodológica</p> <p>Cargo: Contratista Subdirección de Agrología</p>	<p>Nombre: Napoleón Ordoñez Delgado</p> <p>Cargo: Profesional Especializado Subdirección de Agrología</p>	<p>Nombre: Juan Pablo López Meléndez</p> <p>Cargo: Profesional Especializado Oficina Asesora de Planeación</p>	<p>Nombre: Pamela del Pilar Mayorga</p> <p>Cargo: Subdirectora de Agrología (E)</p>