

PRÁCTICO 2

ORIENTACIÓN DE PARES FOTOGRÁFICOS EN UN ESTEREOSCOPIO DE ESPEJOS

Objetivos.

- Aprender la orientación perfecta de las fotografías aéreas en un estereoscopio de espejos con el fin de evitar forzar la vista, y adaptarse a un sistema óptico de observación con ejes paralelos que permitan obtener una visión estereoscópica perfecta sin cansar a la vista.
- Medir la base instrumental del estereoscopio que utiliza.
- Determinar el área útil por foto

Material Requerido.

Estereoscopio de espejos, par de fotografías aéreas, regla, lápiz negro, lápices, marcadores, cinta adhesiva, goma de borrar, cartulina gruesa y blanca de 80 x 40 centímetros.

Introducción

Cuando se fotografía el mismo trozo de terreno desde dos posiciones diferentes en el aire y las dos fotografías obtenidas son observadas simultáneamente con un estereoscopio, se ve un modelo aparentemente sólido del terreno. Este es conocido como modelo estereoscópico. Consideremos la figura 2-1, que representa una sección vertical en la línea de vuelo de un avión. Una fotografía tomada desde la estación aérea 1 cubre en el suelo la distancia EF. El avión se desplaza a la estación 2 y toma la fotografía 2, que cubre en el suelo la distancia JK. El terreno comprendido entre JF se conoce como solape longitudinal y está representado en ambas fotografías. La cantidad de solape depende, entre otros factores, de la base aérea B. Si el solape fuera igual al 50 %, JF sería la mitad de la distancia JK y cuando se tomase la fotografía 3 desde la estación aérea 3, el nuevo solape sería FK; así el total del área cubierta por la fotografía 2 aparecería sobre las dos fotografías y podría ser vista estereoscópicamente utilizando primero las fotografías 1 y 2 y luego la 2 y 3. Si el solape fuera menor del 50%, habría un claro en el centro de la fotografía 2, que no estaría incluido en ninguno de los solapes y no podría verse estereoscópicamente; para evitar esto se tiende por lo general a un solape del 60%. Si el solape es de un 60%, cada punto del terreno está representado al menos en dos fotografías consecutivas.

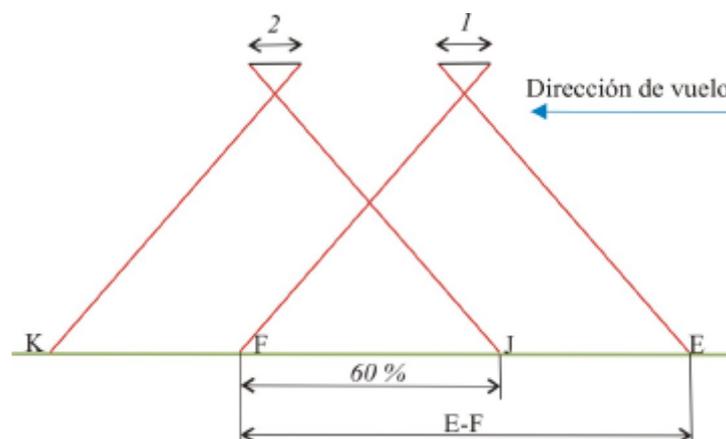


Figura 2-1: Vista Lateral a la dirección de vuelo

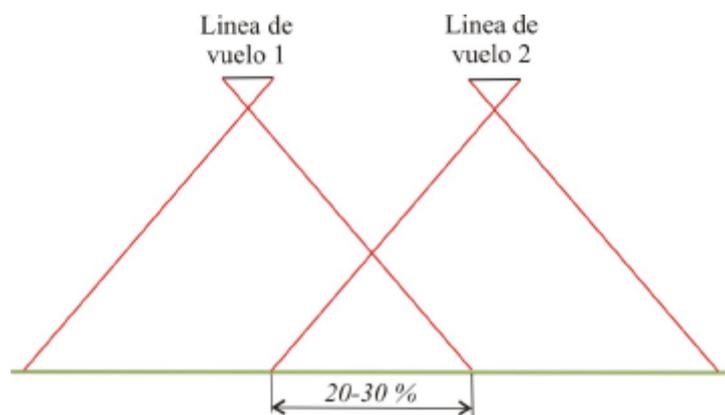


Figura 2-2: Vista Frontal a la dirección de vuelo

Para fotografiar una amplia zona del terreno es necesario volar una serie de bandas paralelas; éstas deben solaparse lateralmente para asegurar que ninguna zona entre ellas queda sin fotografiar. Este recubrimiento lateral es conocido como solape lateral, y es generalmente alrededor de un 30%, (ver figura 2-2). Si el terreno es llano, un solape lateral menor, es decir, un 20% sería deseable. Si el terreno es montañoso sería aconsejable un recubrimiento lateral mayor.

Exageración vertical del relieve

La sensación de relieve que se obtiene a través de las fotografías aéreas no se ajusta a la realidad, quedando muy exagerada. Las imágenes de los objetos y accidentes en la superficie de la tierra aparecen en estéreo como si fueran de 3 a 5 veces más altos de lo que en realidad son. Esto se conoce como exageración estereoscópica y es de gran ayuda para la detección e identificación de objetos bajos o rasgos tenues del terreno, como pueden ser pequeños diques, capas, etc. que de otro modo pasarían inadvertidos. En general se acepta que la exageración vertical del relieve se debe a que las relaciones geométricas existentes durante la toma de fotos no son reproducidas al efectuarse la observación estereoscópica. Para mantener tales relaciones sería preciso que los ojos se situaran encima de los puntos principales. Además la relación base aérea - altura de vuelo no es homóloga a la relación distancia interpupilar - distancia ojo-foto. Supongamos que los fotogramas se hayan tomado desde una altura de 7000 m. y con un intervalo de toma (base aérea) de 3000 m. La impresión de relieve que recibe el observador al mirar estas fotografías con el estereoscopio es la misma que tendría un gigante que tuviese una distancia interpupilar de 3000 m. y que contemplase el terreno desde 7000 m. de altura. La exageración del relieve no es constante; varía de un tipo de fotografías a otro, dependiendo de los diversos factores que hayan intervenido en su toma y de unas personas a otras. La exageración del relieve será mayor cuanto: sea la base aérea sea la distancia entre el observador y las fotografías sea la separación entre las fotografías. Será menor cuanto: sea la distancia focal de la cámara sea la altura de vuelo sea el solapamiento de las fotografías sea la distancia interpupilar del observador.

Localización y orientación de las fotos aéreas

En el borde superior de las fotos aéreas (escala 1:50.000) se puede leer la siguiente información: coordenadas geográficas, número de banda o corrida, número de foto. Con estos datos se puede localizar dicha banda de fotografías en un mapa índice o esquema de cobertura de vuelo que generalmente es proporcionado por la agencia responsable de la toma fotográfica. El esquema de cobertura de vuelo muestra la latitud y longitud aproximada del área cubierta por la banda de fotografías; los números de las fotografías están registradas en el esquema, en el extremo de cada banda.

Un fotoíndice es un mapa constituido por fotografías superpuestas que han sido colocadas aproximadamente en las posiciones relativas que ocupan en cada banda y luego fotografiadas. Los números de serie están impresos en cada fotografía del fotoíndice. Un fotoplano o fotoíndice de un área permite determinar de forma inmediata el número de serie de la fotografía correspondiente en

cualquier zona específica del área; son por consiguiente mucho más útiles que los esquemas de vuelo.

Estereoscopios de espejos

Este estereoscopio, además de las lentes, posee dos prismas de reflexión y dos espejos laterales. Los rayos de luz de las fotografías son reflejados a través de los grandes espejos, fijados a 45° de la horizontal y luego nuevamente por los prismas de reflexión colocados en posición paralela a los espejos. La trayectoria final de los rayos es paralela a su dirección primitiva (vertical). La separación entre los prismas está determinada por la distancia interpupilar del observador. Con este sistema, la separación de las fotografías está definida por la separación de los espejos grandes, permitiendo un área de visión estereoscópica mucho mayor en comparación con el estereoscopio de lentes. Un par estereoscópico visualizado con este aparato aparecerá muy pequeño; razón por la cual se intercalan unas lentes entre los ojos y los prismas de reflexión. Si se requiere un aumento mayor se pueden adaptar binoculares entre las lentes y los ojos. En estos casos el campo visual disminuye notablemente y es necesario desplazar el estereoscopio para observar el modelo estereoscópico total.

Ventajas de este aparato

Tabla 2

<p>Gran campo de visión.</p> <p>Fácil anotación de los datos observados (debido a la altura del aparato).</p> <p>Cómoda postura del operador al poder mantener una posición erguida.</p> <p>Ausencia de cansancio visual, debido a que los rayos ópticos son paralelos, por lo que el enfoque visual se efectúa al infinito y no existe acomodación alguna de los ojos.</p>

Elementos de una Fotografía Aérea.

Para analizar correctamente fotografías aéreas es preciso conocer los elementos principales que permitirán su orientación e identificación.

- **Marcas fiduciales:** Marcas de distinta configuración ubicadas en los bordes o esquinas de las fotos. La unión de estas marcas permite determinar el punto principal de la foto.
- **Punto principal:** intersección del eje óptico de la cámara con la foto. Es el centro geométrico de la foto.
- **Punto principal transferido:** al estar solapadas las fotografías el punto principal de una foto aparecerá también en el lateral de la foto adyacente, donde recibe el nombre de punto principal transferido. Por lo tanto, una foto tendrá tres puntos principales: uno central y dos transferidos.
- **Línea de vuelo:** es la línea que une el punto principal y los dos transferidos. En el caso que apareciere quebrada, indica que el avión no llevó un rumbo constante durante la toma de las fotografías.
- **Corrida o banda:** serie de fotos aéreas consecutivas tomadas durante un vuelo.
- **Solapamiento longitudinal:** Superposición de las fotos en el sentido del vuelo. Varía entre 55 y 70 %.
- **Solapamiento lateral:** Superposición lateral entre las corridas del orden del 10 al 30 %.
- **Altura de vuelo:** es la altura de vuelo en el momento de la toma referida al nivel del mar. Se la puede leer en el altímetro fotografiado en el margen de la fotografía.

- **Altura de vuelo sobre el terreno:** es la diferencia entre la lectura del altímetro y la cota del punto central de la fotografía.
- **Distancia focal:** (de la cámara) es la distancia entre el foco de la lente y el negativo de la película. Se halla comprendida entre 53 y 500 mm. y puede leerse en el borde de la foto.
- **Nivel:** indica la posición del eje óptico de la cámara durante la toma.
- **Hora de toma:** este dato puede leerse en el reloj fotografiado en el margen de la foto. Las fotografías para el análisis de los recursos naturales se deben tomar en horas cercanas al mediodía, a fin de minimizar las sombras, ya que éstas oscurecen el campo visual. Existen casos específicos (exploración arqueológica, reconocimiento de suministros de agua, control de polución) en los que las sombras pueden acentuar rasgos u objetos extremadamente bajos por lo cual es recomendable realizar las fotografías muy temprano por la mañana, cuando el aire es normalmente más claro.
- **Base aérea:** Distancia entre los puntos de toma, medida en el terreno. Oscila generalmente entre 150 y 11.000 m.
- **Fotobase:** es la base aérea medida a escala de la foto. Se la encuentra determinando la distancia entre el punto principal y cada uno de los transferidos; por consiguiente, cada foto tendrá dos fotobases. Estas no serán iguales necesariamente, dependiendo de la diferencia de altura entre los puntos principales, de la rectitud de la línea de vuelo y de la equidistancia de los puntos de toma, entre otros factores. Suele variar entre 7 y 12 cm.

Determinación del área útil

Determine el punto central de cada una de las fotos que constituyen el par estereoscópico. Para ello, con una regla determine la intersección de las líneas que unen las marcas fiduciales ubicadas en sus extremos. Marque suavemente con lápiz común o marcador una pequeña cruz en el centro de la fotografía. Repita el mismo procedimiento con la otra (u otras) fotografías. Ha determinado los puntos principales. Transfiera con ayuda del estereoscopio los puntos principales de las fotos adyacentes a la central. Dichos puntos reciben sobre esta foto la denominación de puntos transferidos. Con la ayuda de una regla, una cada punto transferido con el central. Habrá determinado la fotobase y consecuentemente la línea de vuelo. Médalas. Dibuje una línea perpendicular a la fotobase que pase por su punto medio. Prolongue esa línea, de manera que atravesase toda la foto. Repita este procedimiento con la otra fotobase. El área comprendida entre las líneas (área útil) será empleada en la interpretación y dibujo del mapa, pues ésta es la parte de la fotografía donde la influencia de la inclinación y del desplazamiento del relieve son mínimas. Sólo en el caso de terrenos llanos se podrán estudiar las fotos completas.

PARTE 1.- ENFOQUE DEL ESTEREOSCOPIO

1. Para obtener un buen enfoque con los binoculares del estereoscopio de espejos seguir el siguiente procedimiento:

- Determinar la distancia interpupilar del observador, (Medir con una regla la distancia entre las pupilas de ambos ojos)
- Girar el ocular izquierdo hacia la izquierda hasta que la imagen sea borrosa, luego girar a la derecha hasta que la imagen se vuelva nítida.
- Repetir el mismo procedimiento para el ocular derecho.

2. Sobre una cartulina gruesa y blanca trazar una línea horizontal paralela al borde de la mesa de aproximadamente 60 cm. de largo en la parte media.

3. Mediante el estereoscopio de espejos, observar y colocar en el medio del campo de visión de ambos oculares la línea marcada en el punto 2.

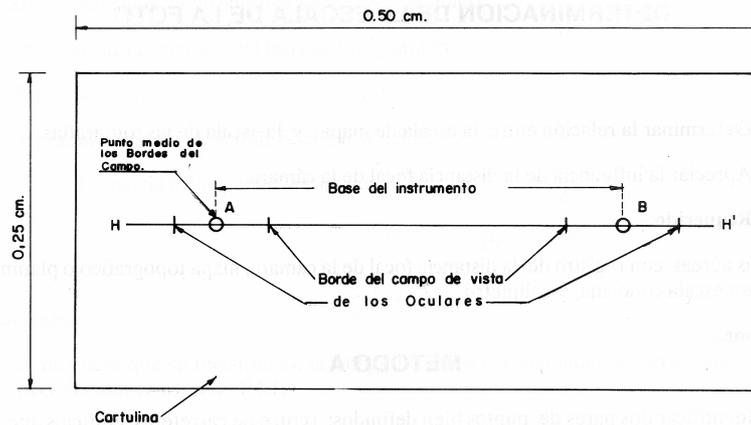


Figura 2-3

4. Observar solo con el ojo izquierdo sobre el ocular izquierdo y marcar sobre la línea dibujada en el punto 3 el punto medio del campo de vista de dicho ocular y asignarle la letra "A".
5. Repetir el mismo procedimiento con el ojo derecho y marcar con la letra "B" el punto medio del Campo de vista observado.
6. La distancia A.B, es la base instrumental del estereoscopio a utilizar, adaptada a la base de sus ojos.



P₁ = Punto sobre foto izquierda
 P₁' = Punto transferido en foto derecha
 A-B = Puntos sobre la cartulina

Figura 2-4

7. Observar con ambos ojos al mismo tiempo a través de los oculares del estereoscopio los puntos A-B anotados sobre la línea trazada en la cartulina, estos puntos al ser observados a través del estereoscopio, deben superponerse exactamente, si eso ocurre Ud. se halla observando con ejes de visión paralela una perfecta estereoscopía.

NOTA: La base instrumental utilizada puede ser más corta que la real en el caso de ojos con ejes convergentes. Esto se notará si al tener las fotos orientadas a una distancia AB no se consigue ver estereoscopía. Verificar del siguiente modo: Utilizar dos objetos idénticos, (Puntas de lápices) y colocarlos sobre los puntos A y B marcados en la cartulina.

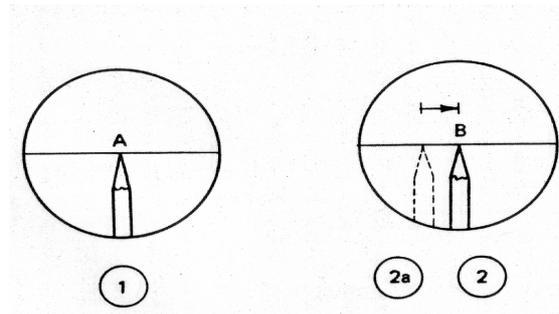


Figura 2-5

Si en esta posición las puntas de los lápices no se superponen, desplazar una distancia mínima la punta del lápiz derecho ubicada sobre el punto B a la derecha o izquierda a lo largo de la línea A-B; hasta lograr que ambas se confundan. Medir la distancia de separación entre ellos y considerar esta nueva medida como la base instrumental.

PARTE II - ORIENTACIÓN DE LAS FOTOGRAFÍAS

Instrucciones.

- Tome una fotografía. Uniendo dos marcas fiduciales diametralmente opuestas, trace una línea en el centro de la fotografía utilizando la aguja (aproximadamente 2 cm. de longitud). (Las marcas fiduciales aparecen en el punto medio de cada lado, o en los vértices).
- Repita el mismo procedimiento con las otras dos marcas fiduciales.
- Con la aguja o con un marcador de tinta permanente haga un pequeño orificio o marque una cruz en la intersección de las dos rectas. Este es el "Punto Principal" de la fotografía.
- En la misma forma determine el "Punto Principal" de la otra fotografía.
- Examine el par de fotografías y determine la zona común fotografiada (zona de recubrimiento).
- Coloque una fotografía sobre la otra haciendo coincidir aproximadamente la zona común de recubrimiento. En esta situación la posición de los dos puntos principales le indicará la dirección del vuelo.
- Manteniendo las fotografías superpuestas, colóquelas de manera que la dirección del vuelo quede paralela al borde de la mesa de trabajo.
- Conservando las fotografías una sobre la otra, y manteniendo la condición de paralelismo entre la dirección del vuelo y el borde de la mesa de trabajo, oriéntelas de manera que las sombras caigan hacia el observador. En esta forma determine cuál es la fotografía izquierda y cuál es la derecha.
- Marque con un círculo la posición aproximada de los puntos principales en las fotografías adyacentes. (En esta forma conoce la dirección aproximada de las líneas de vuelo).

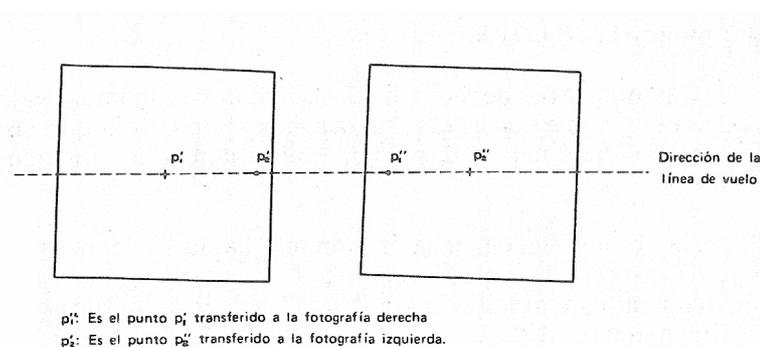


Figura 2-6: Orientación correcta de un par estereoscópico de fotografías aéreas.

- Tome la fotografía izquierda y ubíquela sobre la mesa de manera que la dirección aproximada de la línea de vuelo quede paralela al borde de la mesa de trabajo a una distancia de 20 a 25 cm. Fíjela con cinta adhesiva.
- Tome la fotografía derecha y colóquela de manera que la dirección aproximada de la línea de vuelo se encuentre sobre la prolongación de la correspondiente a la fotografía izquierda.
- Desplace la fotografía derecha a lo largo de la línea de vuelo hasta que un punto principal y su homólogo se encuentren a una distancia igual a la base instrumental.
- Compruebe que la dirección aproximada de las líneas de vuelo se mantenga sobre una misma recta y fije la fotografía con cinta adhesiva.
- Coloque el estereoscopio sobre las fotografías de manera que la base se encuentre paralela a la línea de vuelo.
- Enfoque los binoculares y ajústelos a su distancia interpupilar.
- Observando simultáneamente con ambos ojos se está realizando visión estereoscópica con los ejes de los ojos paralelos. Transfiera los puntos principales a las fotografías adyacentes. (Perforación con la aguja).
- En cada fotografía dibuje una recta uniendo el punto principal y el punto principal transferido y obtendrá la dirección correcta de las líneas de vuelo.
- Ajuste la orientación de las fotografías, verificando que las líneas de vuelo se encuentren sobre una misma recta paralela al borde de la mesa y que la distancia entre un punto principal y su homólogo sea igual a la Base Instrumental. Las fotografías habrán quedado correctamente orientadas.
- Coloque el estereoscopio sobre las fotografías de manera que la base se encuentre paralela a la línea de vuelo.
- Observe con ambos ojos y obtendrá una imagen tridimensional. Moviéndolo a través de todo el modelo y manteniendo la base paralela a la línea de vuelo, se podrá examinar estereoscópicamente todo el modelo en condiciones normales.

NOTA: Si estando las fotografías correctamente orientadas (líneas de vuelo sobre una recta y distancia entre puntos homólogos igual a la base instrumental) no observa una imagen tridimensional nítida, se debe a que está observando con los ejes de los ojos convergentes.

Para acostumbrar la vista a la observación con los ejes de los ojos paralelos puede seguir el siguiente procedimiento:

- a) Fije la fotografía izquierda.
- b) Desplace la fotografía derecha hacia la izquierda manteniendo las líneas de vuelo sobre una recta, hasta una posición en la que observe las dos imágenes fusionadas y por tanto obtenga una imagen tridimensional.
- c) Desplace la fotografía derecha lentamente hacia la derecha, hasta la posición correcta (puntos homólogos a una distancia igual a la base instrumental) tratando de mantener la observación de una imagen tridimensional nítida.

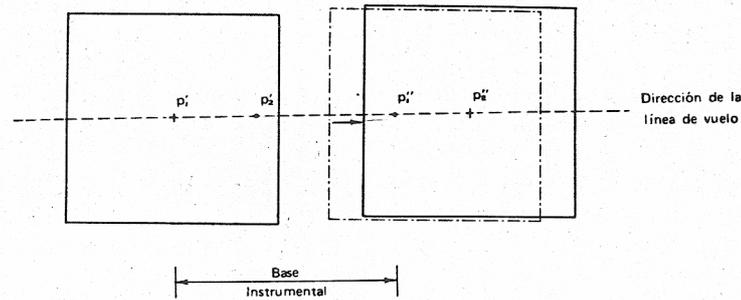


Figura 2-7: Ejercicio para acostumbrar la vista a la observación de puntos homólogos, a la distancia correcta de la base instrumental.

Actividades a realizar

1) Analice las fotografías aéreas dadas con los estereoscopios de espejos: con y sin binoculares. Mida en cada caso, el tamaño del campo de vista en cm. Compare las ventajas y desventajas de este tipo de estereoscopios con respecto al de bolsillo, analizando aspectos tales como: aptitud para observar, aptitud para dibujar debajo del estereoscopio (fotos derecha e izquierda), nitidez de la imagen en el centro y en el borde del campo de vista, aptitud para el uso en el campo, solidez en la construcción, manejo general, etc.

2) Responda a las siguientes cuestiones:

- En base al análisis estereoscópico, describa el relieve observado con no más de 100 palabras.
- ¿Cuáles son los pasos que siguió para determinar el área útil?
- Defina en forma breve que entiende por: par estereoscópico, banda o corrida, solapamiento longitudinal y lateral, marcas fiduciales, punto principal, punto transferido, línea de vuelo, altura de vuelo, altura de vuelo sobre el terreno, distancia focal.