

## PLANIFICACION DE VUELO

El principio fundamental de la misión fotográfica es asegurar la obtención de negativos fotográficos, de máxima calidad y precisión, cuya finalidad es su utilización como base para la producción de documentos cartográficos, mediante procesos fotogramétricos.

Una de las fases más importantes del proyecto de elaboración de un documento cartográfico, lo constituye la planificación de vuelo.

La misma se ocupa de preparar instrucciones detalladas para los tripulantes que integran la misión fotográfica, referente a la obtención de imágenes, recorridos fotográficos, área a ser volada, etc..

La condición fundamental de toda planificación de vuelo, es la obtención de adecuada cobertura fotográfica con el mínimo de fotografías, tal que cada parte del terreno por pequeña que sea, debe ser cubierta estereoscópicamente, esto significa que toda la superficie debe aparecer en las zonas de superposición tanto de fotografías adyacentes de un recorrido como en las áreas superpuestas de recorridos vecinos.

Durante la etapa de restitución por trazado estereoscópico, el modelo observado en el instrumento, está formado por la intersección de haces de rayos que forman dos fotografías consecutivas.

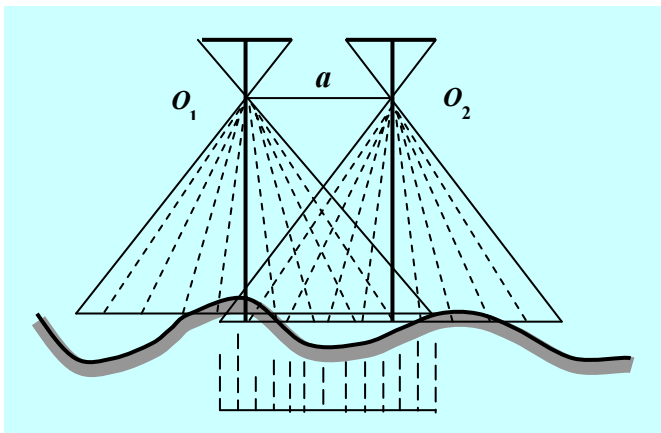


Fig.1

La porción útil de cada haz que da lugar al modelo, se muestra en la fig.1, por lo tanto será requisito fundamental que todo el terreno a ser cartografiado debe estar contenido en tal área, para tener una cobertura estereoscópica completa.

La planificación de vuelo depende de los siguientes factores:

### A- Factores pertenecientes a la zona a sobrevolar:

1. Uso a dar a la fotografía aérea.
2. Límites y ubicación de la zona.
3. Naturaleza del terreno
4. Condiciones meteorológicas y época del año.
5. Altura y posición del sol en la época.
6. Naturaleza, extensión y distribución de puntos de control terrestre.

## B- Factores pertenecientes a la organización ejecutora:

1. Equipo disponible (avión, cámara, material sensible)
2. Personal disponible.

### Diseño geométrico del vuelo fotográfico.

El proyecto de vuelo puede establecerse basándose en la simple relación de triángulos semejantes, que existe entre el *espacio imagen* y el *espacio objeto*. Consideramos el *caso ideal* en que el terreno es llano y la fotografía perfectamente vertical.

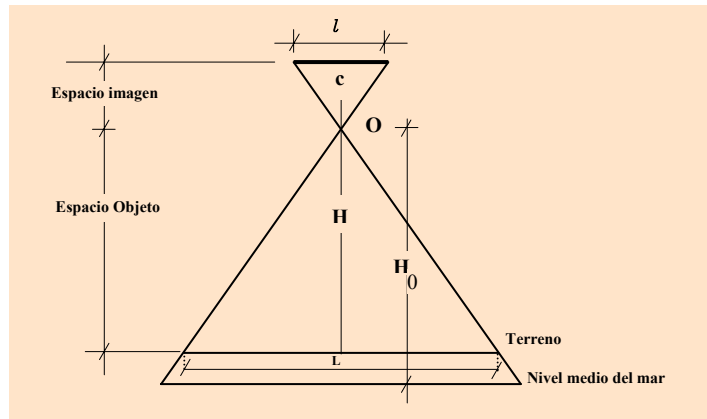


Fig 2

Escala de la fotografía aérea:

$$EF = 1 / Df = c / H \quad (1)$$

De (1) se obtiene:

$$H = c \cdot Df \quad (2)$$

$$Df = H / c \quad (3)$$

Donde H es la altura relativa de vuelo. En caso de considerar la altura del avión sobre el nivel del mar, la denominamos altura absoluta  $H_0 = H + h$ , por lo tanto:

$$Df = (H_0 - h) / c \quad (4)$$

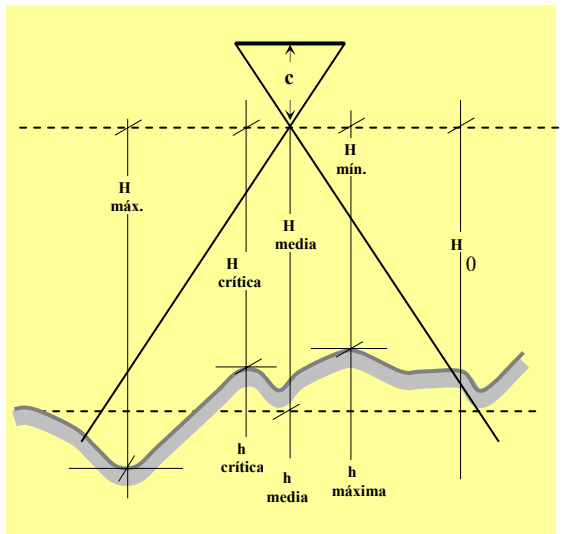
### Longitud abarcada por el lado de la fotografía

La dificultad práctica se hace evidente cuando el terreno se aparta de las condiciones ideales, es decir cuando este presenta ondulaciones fuertes o es montañoso. En tal caso la escala de la fotografía no es constante aún para diferentes puntos del área abarcada por ella.

$$S (Km^2) = L^2 = (l \cdot Df)^2 \quad (5)$$

Será entonces necesario adoptar un nivel medio de referencia que puede o no coincidir con los valores de las alturas terrestres.

**Nota:** "H" son las alturas del avión encima del terreno; "h" las alturas del terreno. Se ha señalado como punto crítico aquél situado en un lugar que presenta un brusco cambio de relieve.



$$\text{Escala media} = c / H_m$$

$$\text{Escala mayor} = c / H_{\text{mín}}$$

$$\text{Escala menor} = c / H_{\text{máx}}$$

$$\text{Escala crítica} = c / H_{\text{crít.}}$$

Fig. 3

Se iniciará el estudio, considerando el caso de "recorridos fotográficos aislados", constituido por fotografías verticales expuestas sobre terreno llano.

**Distancia entre tomas aéreas consecutivas:**

Suponiendo el caso más sencillo, en el cual una cámara montada en un avión, es disparada con cierta cadencia mientras este se desplaza según una trayectoria horizontal A-B, obteniendo las fotografías en O<sub>1</sub>, O<sub>2</sub>, O<sub>3</sub>, etc.

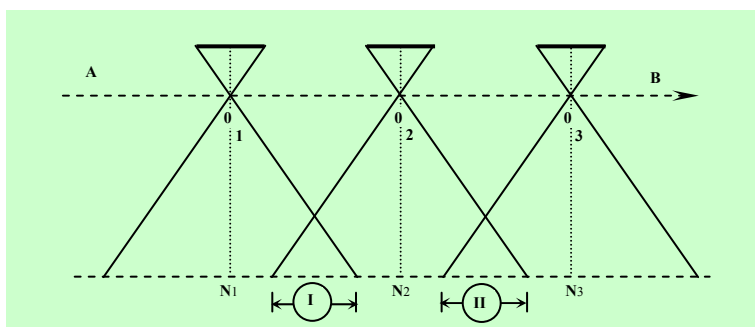


Fig 4

Es evidente que en las dos primeras fotografías obtenidas desde O<sub>1</sub> y O<sub>2</sub>, aparecerá una zona (I) del terreno común a ellas y en consecuencia podrá la misma ser observada estereoscópicamente.

Otro tanto ocurre con la zona (II) común a las fotografías obtenidas desde O<sub>2</sub> y O<sub>3</sub>. Pero también es evidente que quedarán zonas del terreno en las que la falta de "doble impresión" hará imposible la observación estereoscópica.

Para solucionar esta situación, se hará haciendo que las distancias  $O_1 O_2$ ,  $O_2 O_3$ ,....., etc. tengan una longitud igual al 50% de la longitud de terreno cubierta por cada fotografía. (50% L).

Finalmente si se disminuyen las distancias entre tomas, menos de dicho 50% de L (Ej. 40% L), se asegurará, con exceso, el "doble cubrimiento" deseado. Así también algunas zonas del terreno aparecerán en tres fotografías consecutivas denominadas "zonas de triple superposición".

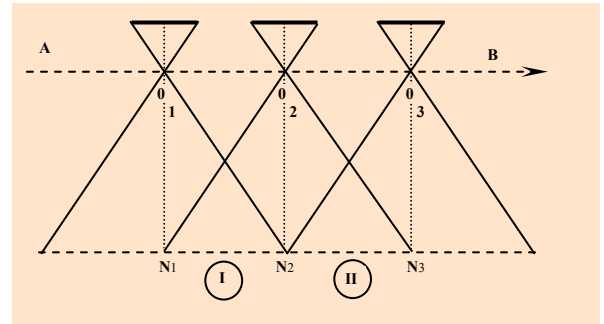


Fig 5

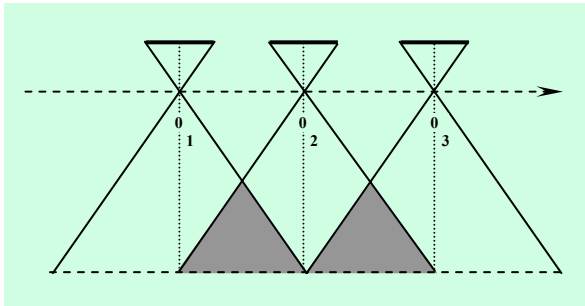
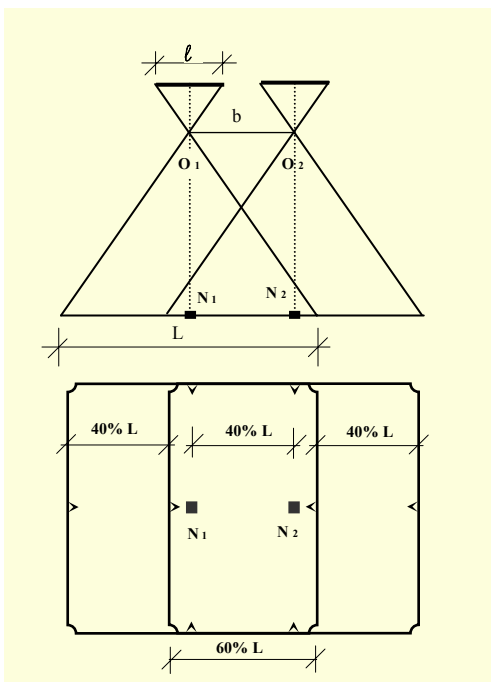


Fig 6

Ahora se está en condiciones de expresar analíticamente, las conclusiones arribadas.

Suponiendo que se desea que la distancia  $O_1 O_2$ , es decir la "base aérea de levantamiento" sea el 40% de la longitud L, con lo cual dos fotografías consecutivas representarán una superficie común del terreno con el 60% L, o sea que ten-

drán un "porcentaje de superposición longitudinal" igual a  $p = 60\%$ . Resumiendo se tendrá:



$$B = l.Df \left( \frac{100 - p}{100} \right) = L \left( 1 - \frac{p}{100} \right) \quad (6)$$

donde "B" no es más que el espaciamiento entre dos tomas consecutivas, también llamado "base aérea" o "avance longitudinal", y "p" es el "porcentaje de superposición longitudinal".

Para el caso más común que ocurre en la práctica, o sea  $l = 0,23$  m y  $p = 60\%$

$$B = 0,23.Df \left( \frac{100 - 60}{100} \right) = (0,23 \times 0,40).Df = 0,092.Df$$

Fig 7

Disminuyendo la base aérea de levantamiento, al 20% o 10% de la longitud L, se obtendrán porcentajes de superposición longitudinal del 80% o 90% respectivamente.

$$p = 80\% \qquad q = 20\%$$

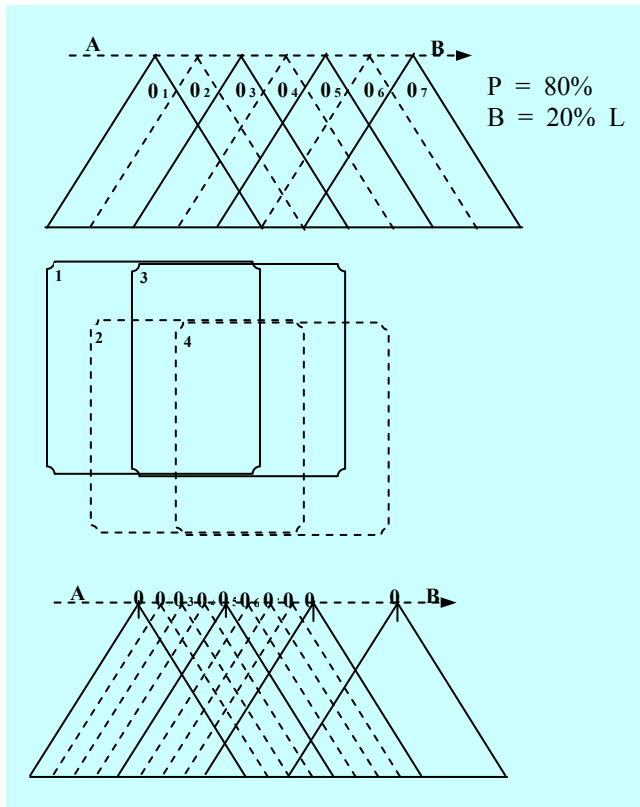


Fig 8

Nota: Las fotografías (O<sub>1</sub>, O<sub>5</sub>, O<sub>9</sub>); (O<sub>2</sub>, O<sub>6</sub>, O<sub>10</sub>); (O<sub>3</sub>, O<sub>7</sub>, O<sub>11</sub>) y (O<sub>4</sub>, O<sub>8</sub>, O<sub>11</sub>) se recubren respectivamente con un 60%, con lo que se obtendrán cuatro recorridos aislados normales de 60%.

**Número de fotografías por recorrido:** El número mínimo teórico de fotografías contenidas en un recorrido, se obtiene dividiendo la longitud del mismo (L<sub>1</sub>) por el valor de la base aérea (B).

Por razones de seguridad en la cobertura de modelos estereoscópicos, por lo menos se deberán agregar dos o tres exposiciones en cada extremo del recorrido.

$$N^{\circ} f / r = \frac{L_1}{B} + 6 \tag{7}$$

**Desviaciones del caso ideal:** Cálculo del espaciamiento entre tomas consecutivas mencionado (B), supone el terreno llano y la altura relativa del avión constante. Si el terreno presenta desniveles notables, la escala de las fotografías consecutivas variará sensiblemente, aún para diferentes puntos de la misma fotografía. Esto es fácil de comprender en el caso que la superficie terrestre presente, por ejemplo, un macizo montañoso muy elevado, el cual será sobrevolado a una altura constante.

En este caso las alturas relativas serán variables y con ellas la escala del fotograma en cada detalle.

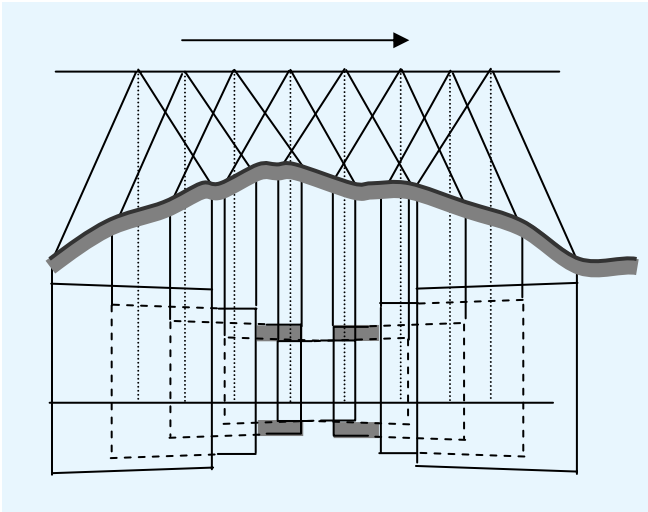


Fig. 9

Si se calcula el intervalo entre fotografías (base) para puntos del terreno situados en la parte más baja, se correrá el riesgo de producir "huecos" en el recubrimiento estereoscópico correspondiente a puntos situados en la zona más elevada. En otras palabras se debe tener en cuenta que la cobertura fotográfica será reducida en la zona más elevada y aumentada en las zonas bajas.

$$Bi = l \cdot Dfi \cdot \left(1 - \frac{p}{100}\right) \quad (8)$$

Una primer solución a este problema es dividir el recorrido, en zonas de igual morfología y proceder en consecuencia.

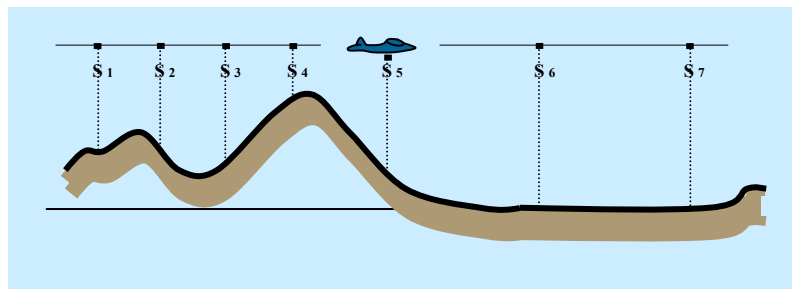


Fig. 10

*Nota: En este caso se requiere una atención especial durante la ejecución del vuelo a fin de atender de manera rápida y precisa el control del intervalo entre toma y toma.*

Es evidente que la base aérea varía con las alturas del terreno si se fija un porcentaje de superposición longitudinal constante, en consecuencia el número de fotografías por recorrido variará en zonas montañosas.

Otra solución, práctica y razonable, se logra aumentando las superposiciones longitudinales, caso 80 y 90 % ya citados.

Para trabajos técnicos especiales, como es el caso vial, en su faz definitiva se vuelan recorridos aislados que cubren el alineamiento deseado, tal que las fotografías cubran la traza según una serie de recorridos rectos.

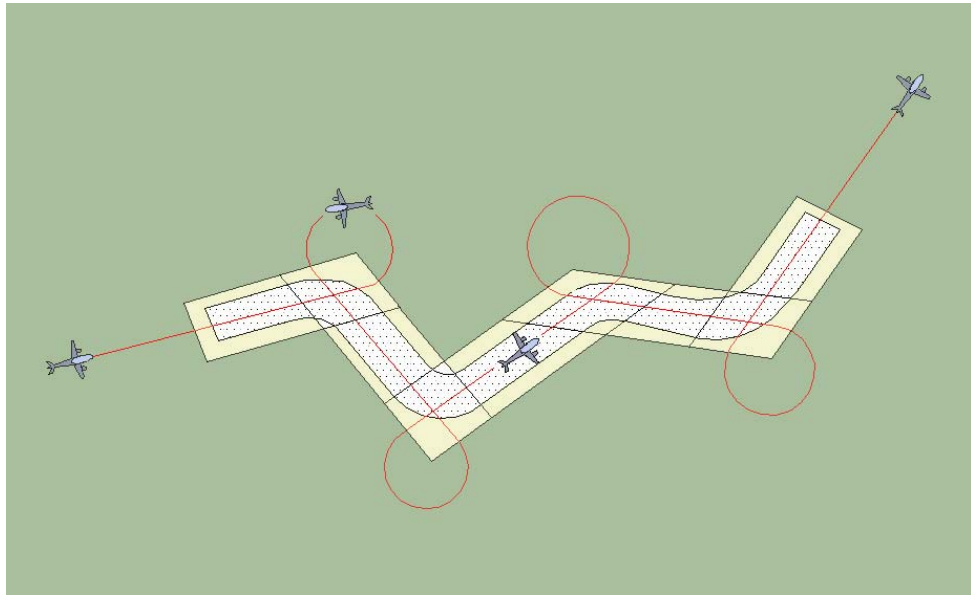


Fig. 11

El caso típico se presenta cuando se deben fotografiar grandes extensiones del terreno, para ello la práctica habitual consiste en realizar "recorridos paralelos que se superponen entre sí".

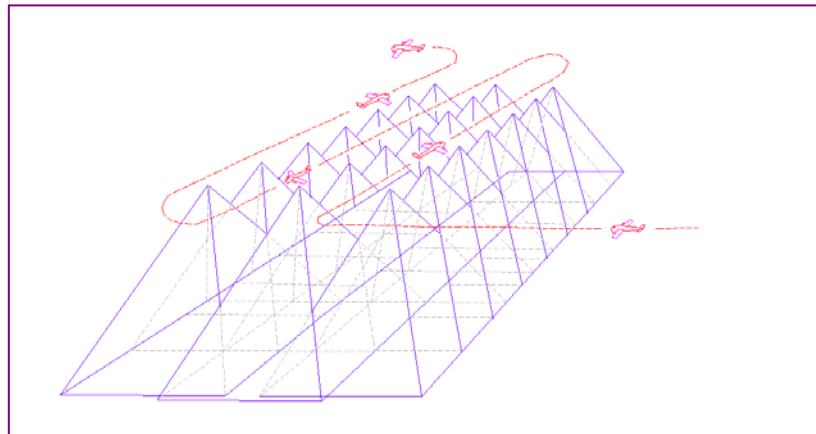


Fig. 12

**Espaciamiento entre ejes de vuelo:** El espaciamiento entre los ejes de vuelo, para dos recorridos adyacentes, se denomina avance transversal "A" y se calcula de manera tal que se asegure una superposición lateral mínima (q) del 15% entre dichos recorridos.

$$A = l \cdot Df \cdot \left( \frac{100 - q}{100} \right) \quad L = \left( 1 - \frac{q}{100} \right) \quad (10)$$

Para el caso citado:  $q = 15\%$  y  $l = 0,23 \text{ m}$   $A \text{ (mts)} = 0,196 \cdot Df$

También aquí se considerará el cálculo del espaciamiento "A", a que deben tener los ejes de vuelo, si la superficie del terreno presenta desniveles notables.

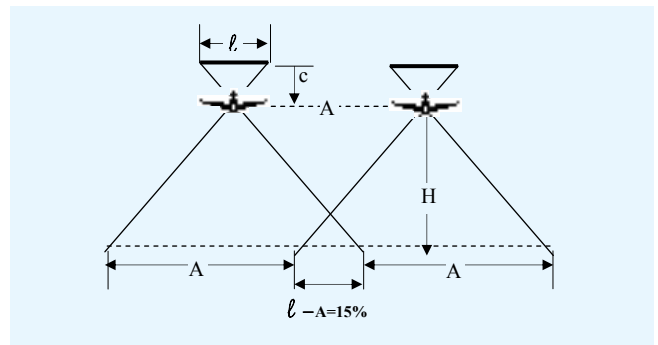


Fig 13

Suponiendo que se exigen fotografías a escala 1:20000, tomadas con cámara gran angular (152 / 23x23), con respecto a una elevación de referencia media (punto 2) de  $hm = 300 \text{ mts}$ .

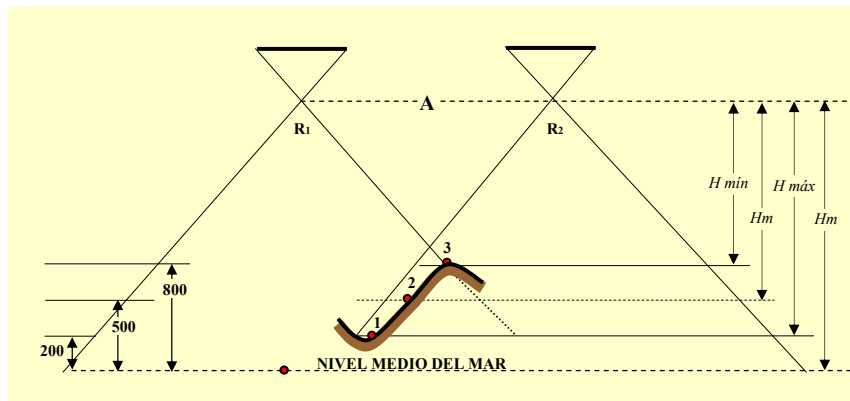


Fig 14

$$Hm = c \cdot Df = 152 \times 20000 = 3040 \text{ mts} \quad Ho = 3040 + 300 = 3340 \text{ m}$$

Escala local para distintos puntos:

Punto (3)  $h \text{ máx} = 800 \text{ mts}$  ;  $H \text{ mín} = Ho - h \text{ máx} = 3340 - 800 = 2540 \text{ m}$   
 $Ef (3) = 1:16400$  luego  $Df(3) = 16400$

Punto (1)  $h \text{ mín} = 200 \text{ mts}$  ;  $H \text{ máx} = Ho - h \text{ mín} = 3340 - 200 = 3140 \text{ m}$   
 $Ef (1) = 1:21000$  luego  $Df(1) = 21000$

De la fig.14 se observa que el mínimo porcentaje de superposición lateral se encuentra en los puntos más elevados y lo contrario ocurrirá para los puntos más bajos.



Asumiendo que se adopta el criterio de un porcentaje mínimo  $q = 15\%$ , para los puntos más elevados (caso del punto 3), deberemos encontrar el espaciamiento  $A$  que satisfaga ese requisito.

$$A = l \cdot Df(3) \cdot \left(1 - \frac{q}{100}\right) = 0,23 \times 16400 \times 0,85 = 3214 \text{ mts}$$

Una vez fijada la separación entre líneas de vuelo ( $A = 3214$  mts) se podrá obtener el porcentaje de superposición lateral que corresponde.

$$\text{De... } 3214 \text{ m} = 0,23 \times Df_i (1 - q\%)$$

$$\text{Se obtiene.... } q\% = \frac{3214 - 0,23 \cdot Df}{0,23 \cdot Df_i}$$

*Nota: Adoptar el criterio de porcentaje mínimo de superposición lateral para los puntos más elevados de un proyecto puede considerarse como el factor de control al diseñar el espaciamiento entre líneas de vuelo.*

En la práctica se divide el área a ser volada en zonas de igual morfología, adoptándose para cada una de ellas una altura media del terreno como base para calcular los valores de  $B$  y  $A$ .

**Número de recorridos fotogramétricos:** Para simplificar el caso, se supondrá que el área a recubrir fotográficamente, sea un rectángulo de lados  $L_1$  y  $L_2$ , siendo  $L_1$  mayor que  $L_2$ . Los recorridos fotográficos se realizan siempre paralelos al lado mayor, salvo especificaciones en contrario. En consecuencia, la cantidad de recorridos necesarios resulta de dividir la longitud menor  $L_2$  por el avance transversal  $A$ ;

$$N^{\circ} r = L_2 / A \quad (11)$$

**Definiciones:** La "superficie estereoscópica" de una fotografía es la que está delimitada por la superposición longitudinal propiamente dicha (en sentido del vuelo) y la longitud del lado de la fotografía (normal al vuelo), y se denomina  $S_E$ :

$$S_E = (p\% \cdot l \cdot Df) \times (l \cdot Df) = p\% (l \cdot Df)^2 \quad (12)$$

De la superficie estereoscópica, lo que realmente se utiliza es el sector comprendido entre los puntos principales de dos fotografías consecutivas (en el sentido del vuelo), y el sector comprendido entre líneas de vuelo (normal al vuelo), zona que se denomina "superficie útil o neta" de una fotografía.

$$S_u = B \times A = (l \cdot Df)^2 \cdot (1 - p\%) \cdot (1 - q\%) \quad (13)$$

**El relevamiento aerofotográfico:** Las exigencias derivadas de las aplicaciones cartográficas de las fotografías aéreas pueden resumirse en algunos requisitos básicos:

- a) ...las imágenes deben ser nítidas, sin defectos, bien delineadas y moderadamente contrastadas.
- b) ...la cobertura aérea debe ser regular y de fácil manipulación.
- c) ...la escala debe ser lo más constante posible, teniendo en cuenta las irregularidades del terreno.
- d) ...el aspecto de la vegetación y la iluminación deben ser constantes sobre grandes superficies, lo que implica la ejecución del relevamiento lo más rápido posible en una misma temporada.
- e) ...el sol no debe estar muy cerca de la vertical en el momento de las tomas (genera imágenes chatas, sin sombras, a veces imposibles de fusionar estereoscópicamente), ni demasiado bajo (genera sombras muy largas, fondos de valles a veces indiscernibles).

Recordando que si se fija el formato del fotograma, la escala y el recubrimiento, la altura de vuelo del avión sobre el terreno no dependerá más que de la distancia focal del objetivo disponible. Generalmente aquellos son los parámetros que se deben fijar en el momento de programar el relevamiento: el recubrimiento varía de 60% a 90% en sentido longitudinal, y del 15% al 30% transversal, al formato utilizado en la actualidad de 23x23 cm. La escala se elige según el destino del trabajo.

#### **En resumen:**

- 1- Si se desea efectuar una cobertura a escala pequeña tratando al mismo tiempo de reducir al máximo la cantidad de tomas, convienen los objetivos de gran campo (gran-angulares); las fotografías aéreas deberán ser tomadas a una altura tan grande como lo permitan los aviones disponibles.
- 2- Si desea efectuar una cobertura a escala grande, sobre zonas muy pobladas, lo importante es reducir los ángulos muertos. En este caso conviene emplear objetivos con ángulo de campo pequeño, haciendo volar al avión más alto aún.
- 3- Para casos de relevamientos catastrales, de escala muy grande y vuelos a baja altura, debe tomarse en cuenta el problema llamado "de arrastre", debido al desplazamiento del avión en el lapso que el obturador está abierto para cada toma, en esos casos lo mejor es utilizar aviones lentos, capaces de volar con buen margen de seguridad y estabilidad aún a bajas velocidades a 150-180 Km/hora.

#### **El avión fotógrafo**

Del mismo modo que cámaras y films las aeronaves deben cumplir una serie de condiciones, y estar adaptados a las necesidades normales del vuelo fotográfico. En general se pueden citar:

- a) ...deben ser multiplaza, siendo la dotación ideal con los equipos modernos un piloto, un navegante y un fotógrafo.
- b) ...deben poseer gran autonomía de vuelo.

- c) ...deben tener un techo o plafond adecuado a la misión fotográfica que se necesita cumplir (de 4000 a 8000 m es lo común), dejando de lado desde luego las misiones muy especiales que vuelan a 25000 o 30000 m de altura (U-2 ó RB-57F).
- d) ...deben tener en su eje una cabina de observación amplia, capaz de permitir al piloto la visión hacia el frente, vertical hacia abajo, hacia los costados y por lo menos un 40% hacia atrás.
- e) ...el interior del avión debe ser espacioso para que el fotógrafo pueda manipular libremente su instrumental y las cajas con bobinas de película expuesta y para exponer.

Una evaluación numérica muestra que sólo los aviones de gran porte y amplio radio de acción pueden trabajar con buenas condiciones de rentabilidad. Un avión Boeing B-17 (las famosas fortalezas Volantes de la 2ª guerra), quizás el que fuera más utilizado en el mundo para misiones fotográficas, puede cubrir 2000 Km<sup>2</sup> a escala 1:50000 en una sola jornada de vuelo; este avión recorre 2500 Km a razón de 300 Km/h efectuando 8 hs. de trabajo efectivo más unas 3 horas de ida y vuelta a la base. El peso total del material fotográfico llega en un caso así a unos 1000 Kg, y el consumo de combustible, para vientos normales, es de unos 10000 litros.

En la actualidad se utilizan aviones a retropropulsión "jets" del tipo Caravelle, quedando aún algunos remanentes de la Guerra como el Mosquito inglés y el Lockheed Lightning. En Francia, para vuelos catastrales a muy baja altura y escala grande se ha diseñado el Hure-Dubois, verdadero carretón con alas, que vuela muy bajo y a escasa velocidad si perder visibilidad.

**El recubrimiento fotográfico:** Se utilizan dos clases de fotografías aéreas: las verticales y las oblicuas. Se considera vertical una fotografía cuando su eje forma con la vertical un ángulo inferior a 10°; oblicuas son aquellas cuyo eje está inclinado sistemáticamente en un plano normal a la línea de vuelo del avión.

El empleo de las fotografías oblicuas es muy poco utilizado en la actualidad, por lo general se realizan vuelos a eje vertical o cuasi-vertical.

El objeto de la cobertura fotográfica con fines fotogramétricos es cubrir la totalidad de un territorio con fajas regulares de fotografías, sensiblemente verticales, a una escala dada, de modo que todo punto sobre el terreno aparezca en al menos dos fotografías consecutivas y pueda así ser examinado estereoscópicamente.

Como ya hemos visto, los recubrimientos que se deben exigir son los siguientes:

- 60% al 90% de un fotograma al siguiente de la misma faja (over-lapping);
- 15% al 30% de una faja sobre la vecina lateral (side-lapping).

Dado que no siempre es posible cumplir con todos estos requerimientos, es entonces que aparecen defectos en los recubrimientos. Estos defectos pueden ser causados por diversos factores:

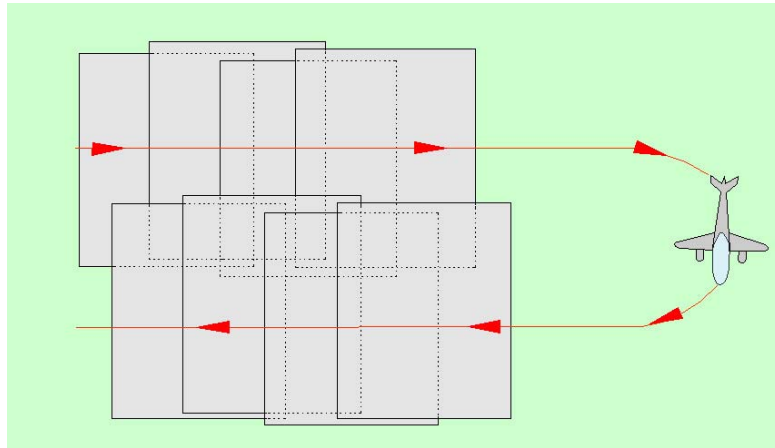


Fig. 15

Relevamiento de dos fajas laterales consecutivas con las superposiciones deseadas.

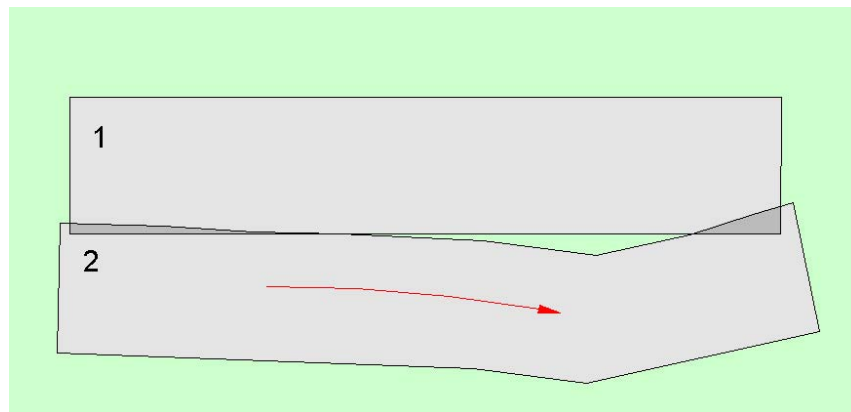


Fig.16

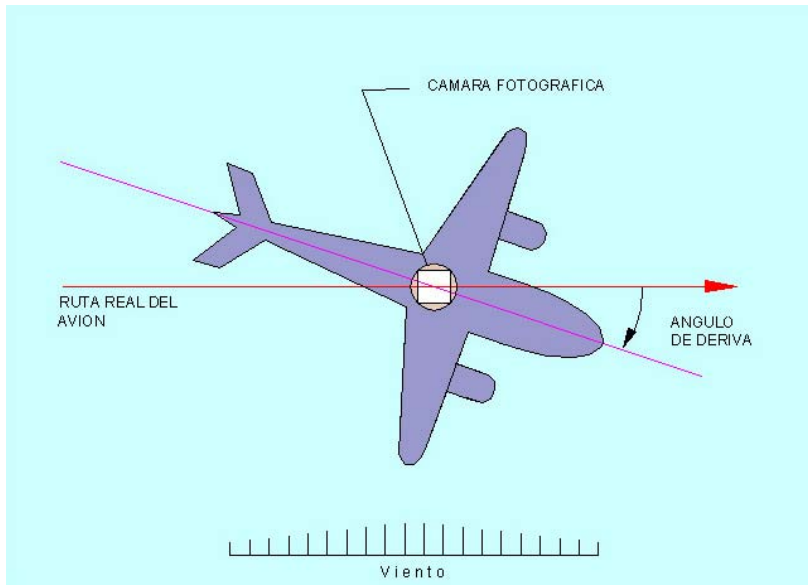
Hueco o laguna provocada por una línea de vuelo sinuosa (generalmente debido vientos cruzados e imprevistos).

**a)- Influencia del viento - Deriva - Tilt - tip:** Cuando el viento adquiere cierta importancia, el avión deriva, es decir, que su eje hace un cierto ángulo con la dirección de su ruta real. Es esta ruta es la que se registra en las fotografías, pero en su posición normal la cámara está ubicada de modo que uno de los costados de la película sea paralelo al eje del avión (fig. 15). Es entonces necesario corregir la deriva, haciendo girar a la cámara en su eje vertical, de modo que uno de los costados del fotograma (o el borde del filme) se haga efectivamente paralelo a la línea de vuelo real. Si la deriva no se corrige o se lo hace mal, la faja de vuelo presentará un aspecto como el de la (fig 18) y (fig 17), donde el piloto corrigió la deriva enfrentando al viento con su avión, pero el fotógrafo no giró la cámara.

Tilt y tip se llama en inglés a las inclinaciones del eje vertical del objetivo, provocadas por ruidos o cabeceos del avión. Se nota su existencia cuando al observarse un par estereoscópico se ven los ríos subir pendientes, y las lagunas o pantanos no se ven horizontales. Este defecto

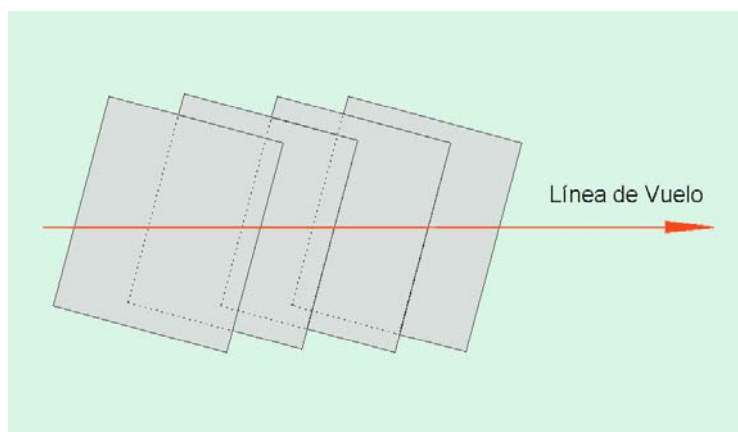
es el más grave de todos, pues invalida todos los postulados geométricos establecidos como base del aprovechamiento de las fotografías aéreas. La tolerancia máxima es de  $3^\circ$  para el ángulo entre el eje y la vertical del lugar (línea principal y línea nadiral).

Las cámaras fotogramétricas traen consigo una suspensión de tipo universal que permite corregir la deriva y mantener constante la verticalidad del eje óptico aún cuando el avión cabecea o tenga rolos.



Deriva: Desplazamiento provocado por vientos cruzados al curso del vuelo

Fig.17



Efecto de la deriva del avión no corregida. La dirección del eje de la cámara (lado del cliché) no es paralelo al avance).

Fig.18

b)- **Fajas sinuosas:** Si la línea de vuelo ha sido sinuosa, el recubrimiento lateral puede llegar a faltar totalmente, quedando "lagunas" o "huecos" sin cubrir (fig. 16). Variaciones bruscas en los vientos, relieve muy accidentado, tripulación poco experimentada, falta de apoyatura terrestre (orientación natural o artificial), etc., son causas normales de este problema. La

solución es realizar vuelos llamados "tapahuecos", pero estos encarecen notablemente el costo total del relevamiento.

**c)- Influencia del relieve:** El cálculo de los intervalos, como se ha visto, supone la existencia de un terreno plano y una altura del avión constante. Si el suelo presenta relieve irregular la escala variará de manera sensible desde un punto a otro de la misma fotografía, así como de una foto a otra. Este hecho debe ser tenido muy en cuenta para establecer la cobertura fotográfica conservando los recubrimientos indispensables.

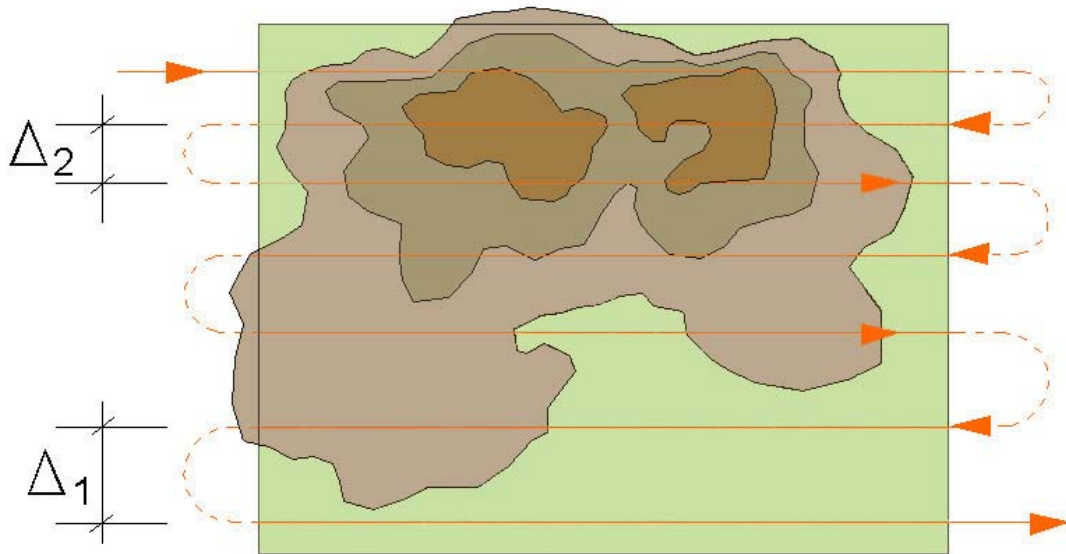


Fig.. 19

Volviendo al ejemplo ya visto (fig. 9 y 10) donde se debe fotografiar una zona que comprende un macizo montañoso muy elevado. Las fotografías cubrirán una zona que comprende una superficie más y más pequeña a medida que el terreno se eleva hacia el avión (siendo  $f = \text{cte}$ ,  $H$  decrece.). Si se efectúa el cálculo de los intervalos entre los fotogramas y los intervalos entre fajas para la zona más baja del terreno ( $H$  mayor) se arriesga por una parte provocar lagunas en el recubrimiento estereoscópico de la región montañosa, así como en el recubrimiento lateral.

Como se vio, puede tomarse una cota media que asegure la calidad del recubrimiento, o en todo caso trabajar tomando como guía la cota más alta. Cuando se trata de picos o cordones angostos, desde luego que no tendrá sentido tomar esas cotas máximas como base del cálculo, siendo lo mejor tomar una media ponderada.

**d)- Variaciones en la altura del avión:** Esta anomalía implica una variación en la escala de un fotograma al otro y por lo general impide un recubrimiento regular. Sus efectos son idénticos a los causados por irregularidades del relieve, ya que todo significa variar  $H$ .

**Lagunas o huecos:** Se denominan “lagunas o huecos” a las anomalías de la cobertura fotográfica, siendo por lo general el resultado de errores de navegación, del cálculo incorrecto de los intervalos, de incidentes en el funcionamiento del intervalómetro, de accidentes en el bobinado (película dañada), de nubes o de sus sombras, de neblinas y humaredas, etc.

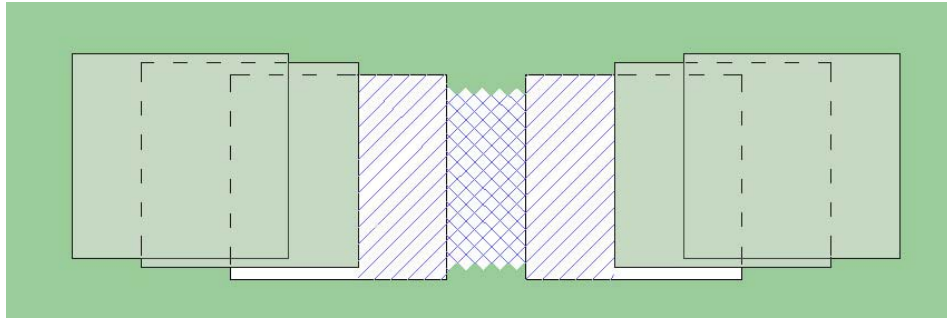


Fig. 20 - Huecos estereoscópicos

Se distinguen los huecos completos (con áreas que no aparecen en ninguna fotografía) y los huecos estereoscópicos (áreas que aparecen en una sola foto). Un ejemplo es el de la fig. 20, donde dos fotogramas consecutivos faltantes se traducen en un hueco completo encuadrado entre dos huecos estereoscópicos.

En general, se adopta un nivel de referencia que se añade a la altura de vuelo ( $H$ ) sobre el terreno para obtener la altura de trabajo del avión. Esta altura deberá mantenerse constante durante toda la ejecución de una faja, pudiendo variarse desde un grupo de fajas a otro dentro de la misma misión. En la práctica, se elige como nivel de referencia la altura media entre las máximas y mínimas cotas de la zona a volar.

Así el recubrimiento de los valles o partes más bajas será superior a los teóricos (por ejemplo: 60% y 20%); para evitar grandes excesos, lo cual resulta caro y molesto, se busca dividir la zona a cubrir en función de los rasgos dominantes del relieve, eligiéndose un nivel de referencia distinto para cada faja o grupo de fajas. De este modo los cordones montañosos se vuelan longitudinalmente y no transversalmente, con un nivel de referencia para el cordón y otro para los valles laterales (fig 19).

Finalmente, en la ejecución de cada faja se modifica el intervalo de toma de las fotografías para conservar el recubrimiento longitudinal de 60% y 90% mínimo cualquiera que sea la altura. Los aparatos de gobierno de la navegación deben estar organizados como para permitir una regulación rápida y precisa del intervalómetro.

**Elección de la escala:** Según sea la dimensión de los fenómenos que nos interesa detectar así deberá ser la escala del vuelo. Consideremos para ello los siguientes datos básicos para fotogramas aéreos: En escala 1:5000 se puede observar un ser humano adulto; en 1:20000 se pueden distinguir los cultivos y árboles de distinto tipo, siendo mejor para cómputos forestales la escala 1:10000. En escala 1:50000 se alcanza a distinguir objetos de 2m x 2m x 2m.

Para interpretación geológica se buscan escalas chicas que permiten apreciar los fenómenos en conjunto; La escala 1:50000 es una buena para estos usos. Para urbanismo y Catastro se utilizan escalas 1:5000, 1:4000 y de ser posibles, mayores aún. Las imágenes tomadas desde satélites llegan a escalas 1:33000000 aproximadamente y cubren grandes regiones de la superficie terrestre. En la actualidad permiten usos estereoscópicos.

\*\*\*