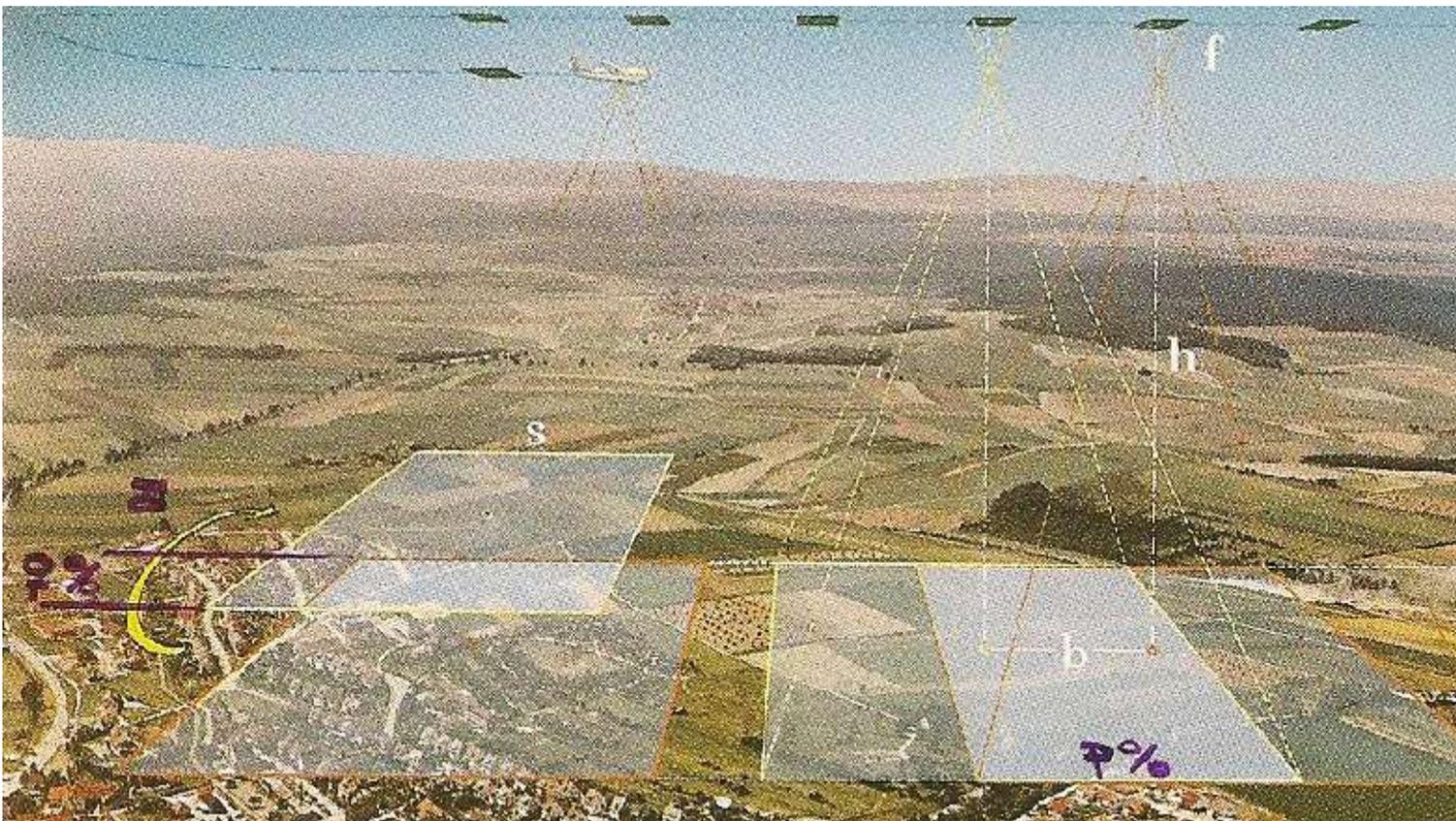


EL VUELO FOTOGRAMÉTRICO

El vuelo fotogramétrico tiene por objeto, el sobrevolar una zona de superficie de terreno a altura y velocidad constante, describiendo una serie de trayectorias (pasadas), paralelas entre sí, mediante su control de deriva, Dentro de una pasada, la cámara irá tomando vistas del terreno con secuencia tal, que la distancia **b** (base aérea), entre dos puntos principales consecutivos, nos asegure una superposición o recubrimiento longitudinal $p\%$ prefijado entre fotogramas adyacentes. Entre dos pasadas consecutivas, generalmente voladas en sentido inverso, existirá otra superposición o recubrimiento transversal $q\%$, previamente fijado.



ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

Las especificaciones técnicas se refieren a la recopilación de datos, con los que se efectuará el proyecto, como, por ejemplo.

1. Usuario:
2. Zona:
3. Escala: 1:5.000
4. Focal: 153 mm
5. Película: Plus x 2402
6. Cámara: Wild RC-10

7. Formato de fotograma: 23 x 23 cm.
8. Recubrimiento longitudinal: 60% +- 05%
9. Recubrimiento lateral: 30% +- 20%
10. Avión: Guaraní, Learjet

FACTORES IMPORTANTES

Aparte de las especificaciones técnicas hay que tener en cuenta, los siguientes factores o exigencias necesarias para la realización del proyecto:

- 1.- Uso de la fotografía aérea (cuantitativo o cualitativo)
- 2.- Finalidad del producto deseado (mapa, plano, mosaico)
- 3.- Especificaciones de exactitud
- 4.- Formas y tamaño del área que se debe fotografiar
- 5.- Relieve que hay en el área
- 6.- Escala necesaria del modelo
- 7.- Latitud de toma de las fotografías (altitud solar)

ESCALA DE LA FOTOGRAFIA

La escala de la fotografía se determina como una función representativa en la misma forma en que se designa la escala de un mapa. Sin embargo, la escala de la fotografía es sólo aproximada debido a los diferentes cambios, producto de los movimientos del avión y de las variaciones del terreno en función de la altura el vuelo.

En un perfil de terreno no llano existirán infinitos valores de escala. Por ello, al referirnos a la escala de una fotografía, lo estamos haciendo a un valor medio, respecto a un plano de referencia, elegido con el criterio de que se encuentre equidistante, entre el plano tangente a las mayores elevaciones, y al de mayores depresiones.

Las escalas máximas y mínimas resultantes, deberán ajustarse lo mejor posible para que sus discrepancias con la escala media no excedan del $\pm 10\%$ de esta última.

La escala aproximada de una fotografía se puede calcular, por la razón entre las distancias medias en la foto y sus correspondientes sobre el terreno o un plano. O bien, por el conocimiento de la altura de vuelo que registra el altímetro de la cámara y la distancia principal de ésta (f).

Se debe tener en cuenta que el altímetro está referido al nivel medio del mar por lo que, para conocer la escala de una fotografía con el referido indicador, será preciso restar la altitud del plano de referencia, al valor que indica el contador altimétrico en el fotograma.

La orientación de las líneas de vuelo, preferentemente, deberá estar de acuerdo a la topografía del terreno, esto para evitar diferencias excesivas en la escala dentro de una misma línea de vuelo.

En el caso que el número de fajas o líneas de vuelo no sea un entero exacto se debe obligatoriamente aproximar al superior (en caso contrario, quedaría una zona sin ser fotografiada), además, también es necesario considerar que la primera línea de vuelo debe quedar cubriendo un 30% del abarcamiento total de la foto fuera del límite o borde de la zona de trabajo, por donde se ha planificado comenzar a marcar la carta. Es aconsejable, además alargar cada línea fuera del límite de zona en un 70% del abarcamiento total de la foto.

Error máximo de navegación

El máximo permitido en la navegación de una línea de vuelo es de 10% del abarcamiento total a ambos lados del eje de la línea de vuelo, lo que le dará como resultado un mínimo de 10% a un máximo de 50% de recubrimiento lateral. Este margen de error deberá ir marcado en la carta, como una línea segmentada, a ambos lados de cada línea de vuelo.

Hora fotogramétrica

Para fotogrametría, la altura óptima del sol va a depender de la topografía del terreno o altura de los edificios si es área urbana.

Carpeta de vuelo

Una vez realizada la planificación y aprobado el presupuesto, se procede a la confección de una carpeta con todos los antecedentes, entre los que se encuentran:

- 1.- Formulario con altura de vuelo indicado, de cada faja, rumbo general y coordenadas para el equipo de navegación inicial
- 2.- Carta de navegación con las líneas de vuelo marcadas en forma clara. La carta debe ser la más adecuada para la escala de vuelo.
- 3.- Cartas a usar para planificación.
- 4.- Carta a escala 1:250.000 con zona marcada para una ubicación general

Estos antecedentes serán entregados a la sección Control de Calidad, en donde se revisarán y enviarán a la Escuadrilla de Operaciones para su ejecución.

FACTORES ADVERSOS

Para los cálculos y el esquema de vuelo, se han supuesto condiciones ideales y se asumen criterios que en la práctica no se aplican, debido a diversos motivos. Las condiciones que se suponen son:

- 1.- Las fotografías son verticales
- 2.- Las líneas de vuelo son paralelas
- 3.- Los recubrimientos son constantes
- 4.- No existen fallas humanas
- 5.- La cámara se halla perfectamente calibrada y el objetivo no tiene distorsión.

Estas condiciones ideales se ven afectadas en la práctica, por factores atmosféricos, el viento, las corrientes convectivas, las vibraciones de la cámara, fallas en la operación, fallas humanas etc. Por esto las fotografías no salen perfectamente verticales, ni las líneas suelen ser paralelas. Las nubes aparecen en las fotografías en mayor o menor calidad o faltan los sistemas auxiliares de vuelo, etc. Esto hace necesario efectuar una inspección del vuelo ejecutado, comparando el resultado obtenido con lo planificado inicialmente y con las especificaciones o tolerancias admisibles.

CONTROL DE CALIDAD

Para asegurarse que la fotografía aérea es adecuada para los requisitos aéreos del proyecto y que todos los trabajos afines que de ellos se deriven, (como, por ejemplo: Copias fotográficas, diapositivas, ampliaciones, etc.), serán de utilidad para el usuario, es imprescindible que sean inspeccionadas por especialistas en calidad aerofotogramétrica antes de ser entregadas al usuario.

El criterio básico para el juicio de control dependerá del propósito específico para el cual se necesite el proyecto.

Control de vuelo:

En todo vuelo aerofotogramétrico lo óptimo e ideal es que la línea o líneas voladas pasen exactamente sobre la línea planificada y trazada en la carta, pero no siempre es así, por eso es permitido un error máximo de un 10% del abarcamiento total del fotograma.

Para el control de ésta y otras exigencias del vuelo, se hace un copiado en papel del negativo, se arman las líneas y se procede a evaluar lo siguiente:

a.- Superposición o recubrimiento longitudinal:

Todo vuelo aerofotogramétrico para fines cartográficos no debe tener menos del 53% ni más de 65% de superposición en el sentido longitudinal, manteniendo un promedio general de toda la línea de 60%. En áreas donde existen enormes variaciones de elevación de terreno, no debe haber un valor máximo para la superposición a lo largo del borde delantero. Este control se realiza con plantillas de película transparente del tamaño de la foto sectorizada en porcentaje.

b.- Superposición o recubrimiento lateral:

Para cubrir un área en la que se necesitan dos o más líneas de vuelo, éstas deben cubrirse lateralmente en un 30%, permitiendo en algunos casos específicos una mayor superposición lateral, no pudiendo aceptar menos de un 10%.

La superposición lateral se determinará después de efectuar el control de la deriva, inclinación del avión, relieve y otros factores solicitados por el usuario.

c.- Deriva:

La deriva no debe exceder más allá de los 10°

d.- Inclinación:

La inclinación no debe exceder de 4° para ninguna exposición (fotograma). Para la línea de vuelo de 1,5° promedio e igualmente para todo el proyecto.

PRODUCTO FOTOGRÁFICO

Todos los productos fotográficos que deriven de los vuelos aerofotogramétricos deben cumplir ciertas exigencias con respecto a la calidad.

Estos productos, después de salir del laboratorio, deben ser entregados a la sección Control de Calidad, donde se registra y controla lo siguiente: Tonalidad, nitidez, información auxiliar clara y legible, inconvenientes en los films o detectores si es cámara digital.

FOTOINDICE DEL VUELO

Para permitir una visualización rápida de un sector en la carta, se confecciona un índice de vuelo lineal, para el cual se utiliza un material poliéster transparente cuyo formato es aproximadamente de 60 x 80 cm.

Este índice de vuelo lineal consiste en una sobre posición del área que contiene líneas, mostrando la ubicación de las líneas de vuelo; a cada extremo de éstas se colocará el número del centro en la foto que corresponda. Cada índice deberá llevar información del área, escala aproximada del vuelo, fecha de toma, focal de la cámara, latitud y longitud de los bordes del fotoíndice.

EQUIPO FOTOGRAMETRICO

Normalmente cuando se suministra una cámara digital en cualquiera de sus modelos, se suministran también equipos auxiliares de planificación y gestión de vuelo, así como software de postproceso para calcular los datos de GPS e INS aerotransportados.

Por ejemplo:

- Software de planificación de vuelos
- Sistema de navegación que hace de guía al piloto para volar la zona planificada
- Sistema de posicionamiento preciso compuesto por GPS e INS (Inertial Navigation System)

- Plataforma giroestabilizada para mantener la cámara vertical compensando las turbulencias que pueden afectar al avión durante el vuelo.
- Software de postproceso de los datos GPS e INS para obtener los parámetros de orientación externa (X, Y, Z, OMEGA, PHI, KAPPA) después del vuelo.

Por otra parte, la planificación puede realizarse en superposición con mapas vectoriales o rasters.

Tanto la planificación como la documentación pueden hacerse en un sistema local de coordenadas. De esta forma, podemos realizar la planificación en coordenadas X/Y o Lat. / Lon., con transformaciones automáticas a WGS84.

El sistema electrónico que controla la cámara y otros sensores, nos proporciona un control de vuelo totalmente automático e integrado en la cabina del piloto.

Un sistema para la determinación precisa de posición y exactitud de un sensor aerotransportado, que nos proporciona las coordenadas X, Y, Z y los ángulos ω , ϕ y κ de una cámara o un scanner laser. Se compone de un receptor GPS doble frecuencia de 12 canales y un medidor inercial basado en giróscopo de fibra óptica.

El material de instalación, incluyendo el plato adaptador están disponibles para un amplio rango de cámaras analógicas tales como Wild/Leica RC10, RC20 / RC30, Zeiss Jena LMK, LMK-1000, LMK-2000, Zeiss RMK-TOP, y por supuesto todo tipo de cámaras digitales y scanners laser.