

7  
204



**UNIVERSIDAD NACIONAL  
AUTÓNOMA DE MÉXICO**

**FACULTAD DE INGENIERIA**

**FOTOGRAFIA DE FORMATO PEQUEÑO  
EN FOTOGRAMETRIA**

**TESIS PROFESIONAL**  
Que para obtener el Título de  
**INGENIERO TOPOGRAFO Y GEODESTA**  
p r e s e n t a

**FAUSTO HERIBERTO DURAN DOMINGUEZ**



**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

México, D. F.

1990



## **UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso**

### **DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

# I N D I C E

	PAG.
I - INTRODUCCION .....	1
II - PLATAFORMAS .....	8
2.1. GLOBOS. ....	10
2.2. AVIONES LIGEROS .....	18
2.3. GIROCOPTERO .....	27
2.4. AERONAVES A ESCALA .....	34
2.4.1. AVIONES .....	35
2.4.2. HELICOPTEROS .....	42
III - APLICACIONES .....	45
3.1. CLASIFICACION DE TIERRAS HUMEDAS.....	46
3.2. DETERMINACION DEL SEXO DE LAS AVES MALLARD .....	47
3.3. ESTUDIOS DE ANIMALES EN EL ARTICO.....	49
IV - REVELADO.....	51
4.1. EL CUARTO OSCURO .....	52
4.2. REVELADO EN BLANCO Y NEGRO .....	57
4.3. COPIAS DE CONTACTO .....	78
V - CONCLUSIONES .....	82
VI - BIBLIOGRAFIA .....	86

# 1

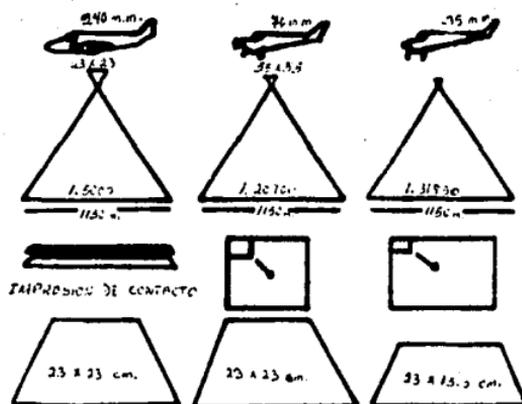
# Introducción

Los altos costos de fotografía de formato grande tradicional han sido una de las causas principales para que los usuarios estén buscando otras alternativas como la fotografía de formato pequeño tomada desde plataformas aéreas más ligeras. Se entiende por fotografía de formato pequeño a aquella menor de 60 x 60 mm.

Aún es muy pronto para poder establecer las especificaciones para levantamientos de formato pequeño (por lo menos en términos fotogramétricos) ya que hasta ahora ha habido muy pocas misiones y es por eso que en ésta tesis se trata de destacar la tecnología de éste sistema.

Otra de las causas para buscar nuevas alternativas a la fotografía de formato grande es que en muchos proyectos las necesidades del cliente no requieren del formato grande. Dado que muchos usuarios trabajan en fotointerpretación y planeación, requieren de un análisis fotográfico diferente al métrico, por eso el producto final puede realizarse en forma más efectiva si se hace un análisis serio de las necesidades del cliente antes de decidir el formato.

Fig. 1.1.- Comparación entre cubrimiento de formato grande y pequeño.



Con la fotografía del formato pequeño (FP) se puede obtener una escala de 1:5000 la cual es muy común especialmente - en proyectos cartográficos rápidos en países en vías de desarrollo.

La manufactura y comercialización de las cámaras de formato pequeño es un negocio muy competitivo, por eso :

- a) la obtenemos tan barata.
- b) obtenemos la tecnología más actualizada (como el enfoque automático).
- c) obtenemos un amplio rango de lentes gran angulares ( $f/2$ -es la norma).
- d) obtenemos velocidades de obturación hasta 1/8000 de segundo.
- e) podemos sacar ventaja de un vasto rango de películas, - las cuales, al igual que las cámaras se pueden adquirir fácilmente.

Muchos productores de fotografía aérea de formato pequeño están considerando los sistemas de 35 mm después de algunas - experiencias con los equipos caros de 70 mm. Esto despeja el camino para usar películas de 35 mm para aún menores escalas con una amplificación proporcionalmente más grande para ampliar las tolerancias marginalmente.

Hoy día las cámaras más populares son casi exclusivamente de formato de 35 mm ó de 60 x 60 mm. El tamaño preferido por los que hacen levantamientos aéreos es normalmente de 60 x - 60 mm.

Esto no es ilógico, ya que ese formato viene en rollos - standar de 120 y 220 dando 12 ó 24 fotografías respectivamente, y también rollo ranurado de 70 mm de ancho que proporciona desde 70 a 1000 fotos, dependiendo de la cámara y el magazine de película.

En las películas de 35 mm el formato de la cámara es de - 36 mm x 24 mm sin embargo el uso de las cámaras de 35 mm se esta

incrementando en topografía por lo fácil que es adquirir la película y lo más importante, su procesamiento.

La fotografía aérea de FP puede sacar ventaja de todos estos factores, particularmente en levantamientos no métricos, pero - hasta donde se pudo investigar nada más hay 3 cámaras que realmente fueron diseñadas para trabajo métrico. Dos son de formato de 60 x 60 mm y uno es de 35 mm. Las 3 fueron diseñadas teniendo en mente la fotogrametría terrestre.

Elas son :

- a).- Hasselblad MK - 70 ( 60 x 60 mm).
- b).- Rellei 6006 ( 60 x 60 mm).
- c).- Rellei 3003 ( 35 mm).

Cada una de estas cámaras tiene una placa reseau calibrada - y viene completa con un certificado de calibración detallando la información concerniente a los parámetros de orientación interior tal como punto principal, distancia principal y distorsión radial.

Aunque las cifras concernientes a la resolución de la lente (pares de líneas por mm) normalmente no son proporcionadas por los fabricantes de cámaras cartográficas de formato grande ( - - 230 x 230 mm ), sí son muy comunes en instrumentos de FP.

Como consecuencia se puede evaluar el rendimiento de los valores de resolución del lente, película y desplazamiento de imagen para obtener un valor final para cualquier sistema operacional particular.

Aunque no fué diseñada para trabajo métrico, la bien conocida cámara de reconocimiento Vinten ( 70 mm ) también debe considerarse. Las cámaras Vinten son espléndidas para trabajo no métrico, como fotografías multiespectral, siendo particularmente valiosos los magazines de 500 ó 1000 exposiciones. Operan con obturadores de plano focal. Es normal que en un avión ligero que viaja

a una velocidad de 160 km/hr y una velocidad de obturación de  $1/1000$  el desplazamiento de imagen esta en la región de 5 micras cuando la cámara esta a 3200 pies con una lente de 100 mm. Pero la distorsión de imagen afin es de alrededor de 100 micras en un formato de 56 mm. Desde luego que siempre es posible modificar esas cámaras, pero es costoso adaptarles un lente nuevo completo con un obturador inter-lentes (el cual debe fabricarse para cada marco) y una placa reseau.

La cámara métrica Rollei 3003 también tiene un obturador de plano focal, pero como fue diseñada principalmente para trabajo terrestre, esto no es inusual.

Sin embargo como la mayoría de las cámaras modernas de 35 mm tiene un obturador de plano focal multihojas de desplazamiento vertical, el cual considerando el pequeño marco que debe cubrir, no es significativamente diferente de la exposición interlente de todo el campo de imagen de una sola vez, Por ello debemos aceptar las cámaras de 35 mm con este tipo de obturador para trabajos cartográficos.

Antes de dejar el tema de las cámaras, debe decirse que los magazines de 70 mm frecuentemente ocasionan un problema. Normalmente estan unidos con el cuerpo de la cámara via una unión mecánica debil y a menos que la cámara este acoplada a una montura también aislada, el rebobinado de películas se dificulta. Se espera que estos detalles se mejoren.

La fotografía de formato pequeño solamente puede considerarse ventajosa si comparada con los sistemas de formato grande resulta más económica y con menos restricciones operacionales. Con FP tenemos :

- a).- Costos operacionales más baratos para bloques pequeños en la revisión de mapas, levantamientos topográficos y planeación urbana y rural.
- b).- Incremento del tiempo de vuelo. Optica de apertura -

grande (f/2 y menor velocidad de aviones (permitiendo tiempos de obturación mayores) pueden permitir a la tripulación días de trabajo más largos, utilizando al máximo el tiempo limitado por la altitud solar ( 5°). Similarmente pueden incrementar el año de vuelo, particularmente en Europa.

- c).- Una extensa gama de lentes fácilmente intercambiables en vuelo.
- d).- Una extensa gama de películas que fácilmente pueden procesarse de acuerdo a las necesidades de la misión (por ejemplo la película técnica de Kodak pan film : 32 ISO con procesamiento especial para proporcionar impresiones de alta definición en ampliaciones x 50); películas monocromáticas disponibles incluyen pancromáticas con elección de velocidades y definiciones, infrarojas y diapositivas directas; en color hay - - igualmente un amplio rango en negativos y diapositivas incluyendo falso color infrarojo.
- e).- Varios restituidores análogos, tales como el Instrumento - ROSS SFS-3. Instrumentos Carto AP 190 y Adam Technology - MPS-2, pudiendo todos ellos manejar productos de F.P.

2

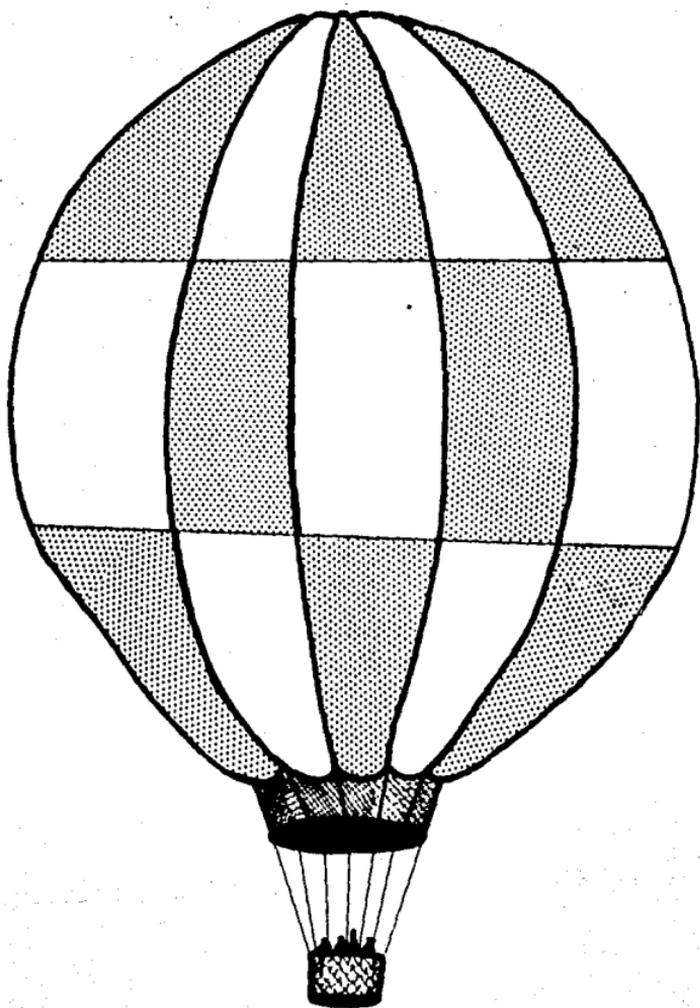
# Plataformas

Para el uso de cámaras de formato pequeño con fines cartográficos se pueden usar los siguientes soportes ó plataformas :

- a).- GLOBOS
- b).- AVIONES LIGEROS
- c).- GIROCOPTERO
- d).- AERONAVES A ESCALA
  - AVIONES
  - HELICOPTEROS

Cada uno de ellos se analiza a continuación.

## 2.1 Globos



El 21 de Noviembre de 1783, se hizo realidad un sueño tan viejo como la historia. Dos franceses Jean Pilatre de Rosier y el Marquez D'Arlandes, volaron sobre París en un globo que recorrió 9 km en 25 minutos. Poco tiempo después se generalizó el vuelo en globo en Inglaterra, Alemania, Estados Unidos, Bélgica y Holanda.

El desconocimiento de las alturas hizo que muchos aspirantes a astronautas murieran por falta de oxígeno y accidentes.

Los globos en ese tiempo gozaron de gran popularidad principalmente para la acrobacia.

En 1785 dos aeronautas cruzaron el canal de la Mancha.

Curiosamente Pilatre intentaba un cruce del Canal de la Mancha cuando se incendió el hidrógeno de su globo, siendo así como sucedió, el primer hombre que voló, fué también el primero en morir en un accidente aéreo.

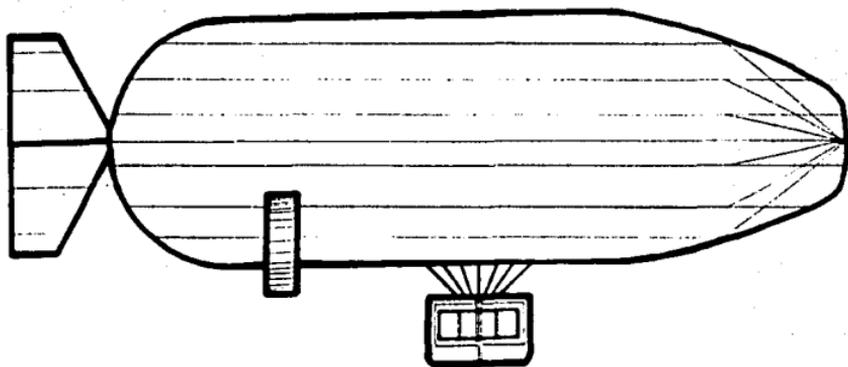
El globo se utilizó por primera vez para levantamientos topográficos por el Coronel Frances Aime Lassedat en 1849, quién tomó fotografías aéreas de la ciudad de París con éste fin.

Debido a las dificultades que encontró para controlar la posición y trayectoria de los globos tripulados Laussedat abandono en 1860 sus experimentos con fotografías aéreas.

Posteriormente hubo otros intentos por revivir las ideas de Laussedat como los estudios de C.B. Adams de la armada de los E.U.A., quién en 1893 patentó sus métodos para elaborar mapas mediante fotografías tomadas desde globos.

El desarrollo por parte de los alemanes de los globos dirigibles como el Zeppelin hizo que el capitán de la armada Austriaca Theodor Scheimpflug retomara en 1910 el tema de la fotografía aérea; pero la inseguridad de los globos dirigibles y el invento del avión en 1902 por los hermanos Wright propició que se abandonara la idea de usar el globo tripulado como plataforma para tomar fotografías aéreas.

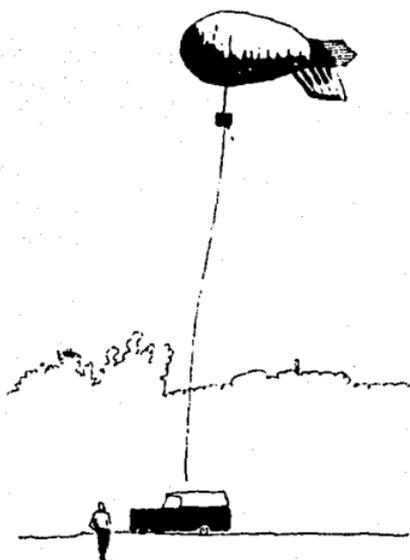
Fig. 2.1.



Desde principios de siglo XX el avión ha sido la plataforma preferida para obtener las fotografías aéreas con fines cartográficos, sin embargo, su alto costo y su limitante para obtener fotografías a baja altura han obligado a los productores y usuarios de fotografías aéreas a buscar nuevas alternativas.

A continuación se presentan las experiencias de la compañía Inglesa Skyscan en la obtención de fotografías aéreas desde un globo (no tripulado) lleno de helio sujeto a la tierra.

Fig. 2.2.-



La Compañía Skyscan, que opera este tipo de globos en toda Inglaterra tanto de día como de noche, fué establecida en 1983 estando sus oficinas centrales en Stanway cerca de Cheltenham.

En principio el sistema consiste en operar por control remoto las cámaras suspendidas en la parte inferior de un globo de helio no tripulado, el cual esta atado a un vehículo terrestre (Land Rover).

Si la velocidad del viento es menor que 10 nudos, se puede considerar que la plataforma de la cámara esta libre de vibraciones y virtualmente estática, lo que permite obtener fotografías aéreas de alta resolución. La altura del globo se puede controlar mediante un malacate instalado en el Land Rover que permite colocar a la cámara desde una altura de 5 m. hasta 150 metros sobre el terreno. En un futuro cercano se piensa incrementar el límite superior de 150 m a 225 m.

La posición del globo puede controlarse desplazando el vehículo terrestre ya que el globo está atado con cables al techo del Land Rover, pudiendo de ésta forma colocar la cámara en los puntos de observación más adecuada.

En las misiones fotográficas se coloca una cámara fija y una cámara de T.V., de circuito cerrado estando ambas sincronizadas para cubrir el mismo terreno simultaneamente. La imagen que capta la cámara de T.V., es transmitida por cables que corren a lo largo de las cuerdas que sujetan el globo, hasta un monitor en el Land Rover. Con este sistema se puede controlar la imagen que quedará impresa en la película de la cámara fija. Mediante otro cable que va de la cabina de mando del Land Rover a la cámara fija se envían señales de codificación que activan una serie de motores eléctricos que controlan los giros (

$\chi \psi \omega$ ) de la cámara alrededor de sus tres ejes - - - (x y z), nivelando de esta forma la cámara antes de efectuar el disparo. Como se puede apreciar, el Land Rover viene equipado con todos los controles necesarios para que sea una unidad auto suficiente.

La forma del globo esta diseñada para además del levantamiento por el desplazamiento de aire que origina el helio, el movimiento del aire sobre el globo genere un levantamiento - aerodinámico adicional.

Las aletas de la cola mantienen al globo orientado en la dirección del viento.

Para decidir las fechas en que es apropiado hacer el vuelo fotográfico es conveniente tener una plática con el cliente ó con personas que vivan en el lugar por fotografiar, para determinar cuál es la mejor época del año y hora del día. Además previo al vuelo se consulta a la oficina meteorológica sobre las predicciones climatológicas para la zona por estudiar para garantizar el éxito de la misión.

Es importante informarse sobre los permisos que se requieren para volar la zona elegida. A veces se requiere de un permiso de las autoridades militares dependiendo del lugar y altura de vuelo. Si el reporte es favorable el Land Rover -- equipado con el globo se desplaza al lugar por fotografiar. Al llegar al lugar se empieza a inflar lentamente el globo - que viene en el techo del Land Rover cubierto con una lona. - El gas usado para inflar el globo es helio que se transporta en tanques de gas dentro del vehículo.

Mientras el globo se infla se prepara la plataforma sobre la cual se montan tanto la cámara fotográfica como la de T.V. con sus respectivos cables y controles remotos.

Una vez que está totalmente inflado el globo, se coloca en su parte inferior la plataforma con las cámaras y mediante el malacate eléctrico del Land Rover, se le dá más longitud - a los cables que sujetan el globo al vehículo permitiendo que las cámaras se eleven a la altura predeterminada.

En el monitor que está colocado en el vehículo, se verifica que la cámara esté colocada en el lugar ideal. De no ser así, se pueden hacer ajustes mayores, desplazando el Land Ro-

ver y ajustes menores mediante los controles remotos.

Al completar la toma de fotografías, se baja el globo por medio del malacate. Con una compresora operada con el motor del Land Rover se vuelve a comprimir el helio del globo almacenándolo nuevamente en los tanques de gas. Esta operación permite recuperar el 95 % del helio, conservando con ello ese elemento no renovable y reduciendo costos de operación.

En resumen toda la operación requiere en promedio de 4 horas distribuidas de la siguiente manera :

- Una hora para posicionar el globo.
- Dos horas para la toma de fotografías.
- Una hora para empacar.

Dentro de las ventajas de este procedimiento estan las siguientes :

- No contamina.
- Su vuelo es silencioso.
- No ocasiona disturbios en el medio.
- Puede permanecer en el aire por períodos largos.
- Se puede operar de día ó de noche.

Entre los trabajos efectuados por la compañía Skyscan, se pueden mencionar los siguientes en los que se ha visto su versatilidad.

Se pudo filmar la demolición con explosivos de una torre de enfriamiento a 100 m de distancia y una altura de 0.8 km. Con otros procedimientos esto no hubiera sido posible, ya que a los demás vehículos aereos no se les permitió acercarse a menos de 5 kilómetros.

En otro caso se preparó un folleto en el que se mostraba a los futuros moradores de un rascacielos de oficinas de 100 m. de altura la vista que podían disfrutar desde el penthouse antes de que se iniciara la construcción de dicho edificio.

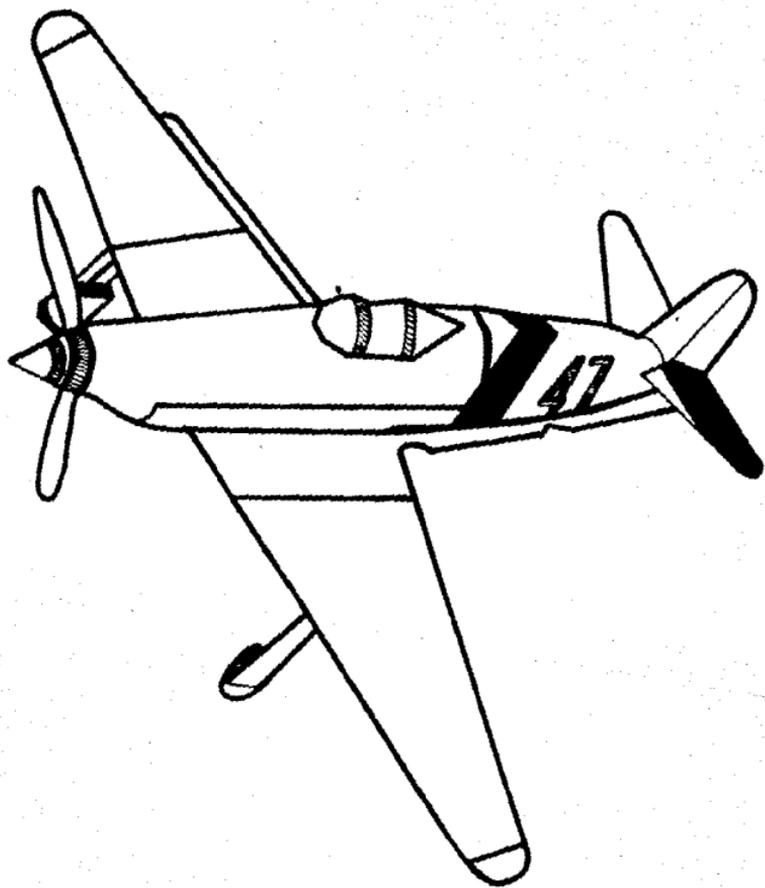
Además de la fotografía de cuadro tradicional se han hecho videograbaciones aéreas para analizar el tráfico de vehículos y de personas. También se han hecho tomas en películas infrarrojas de falso color para detectar vegetación enferma.

La compañía ha desarrollado un equipo termográfico aéreo - con el que se pueden detectar cambios de temperatura hasta de 0.1°C en las superficies examinadas.

Esto ha permitido realizar levantamientos termográficos - para analizar la pérdida de calor nocturnas de las construcciones y hacer estudios del calentamiento que origina el gas metano que se genera en los terrenos de relleno y que aparentemente está contaminando la vegetación aledaña.

Para concluir se puede añadir que en promedio se han realizado 100 misiones fotográficas anuales a un costo aproximado de 1.5 millones de pesos por un levantamiento de 4 horas, que incluye el primer rollo de película, cobrándose por separado la película adicional y los gastos de transporte y viáticos - cuando el trabajo hay que realizarlo en un lugar distante, el cual no se puede realizar en un solo día.

Fig. 2.2. AVIONES LIGEROS



Cuando hablamos de aviones ligeros nos referimos a monoplanos ligeros de ala alta y con un solo motor como el "Cessna - 172" y el "Piper Super Cub". Para las misiones fotográficas, - estos aviones han sido adaptados con monturas para las cámaras fotográficas. Dichas monturas a veces se han colocado dentro - del fuselaje del avión y en otras ocasiones se han adaptado diversos tipos de monturas a las puertas.

Uno de los principales problemas al que se enfrenta el piloto de aviones ligeros es mantener la estabilidad de la aeronave para reducir al máximo los efectos de inclinación y deriva en - la fotografía. Un conocido piloto de "Hunting Aerofilm" que - realiza levantamientos no métricos de formato pequeño dice que tanto la inclinación como la deriva son aceptables hasta  $15^\circ$ , - pero para trabajos métricos estos valores deben ser significativamente menores y dentro de los límites aceptados para fotografía de formato grande que son  $5^\circ$  para la deriva y de  $2^\circ$  a  $4^\circ$  para la inclinación.

Si consideramos que la mayoría de los trabajos de formato - grande se hacen con aviones relativamente pesados, generalmente bimotores (lo que incrementa su estabilidad) con miras de navegación de alta precisión óptica otros accesorios auxiliares de navegación es entendible que nada más de requiera de un solo - vuelo para cubrir fotográficamente el area por estudiar con todas las especificaciones.

En cambio el volar aviones ligeros para tomar fotografías - de formato pequeño requiere un mayor nivel de habilidad del piloto a pesar de los sistemas automáticos y controles electrónicos con que vienen equipadas muchas cámaras. Los primeros trabajos con aviones ligeros son antieconómicos porque normalmente se tienen que repetir varias veces hasta que el piloto adquiere la habilidad necesaria. Esto significa que el productor actual ó potencial de fotografía de formato pequeño no debe desanimarse por cualquier fracaso inicial y debe ser alentado para buscar la ayuda ó asesoría de los muchos profesionales serios -

que estan cambiando del costoso formato grande a la fotografia aerea de formato pequeño que es más económica.

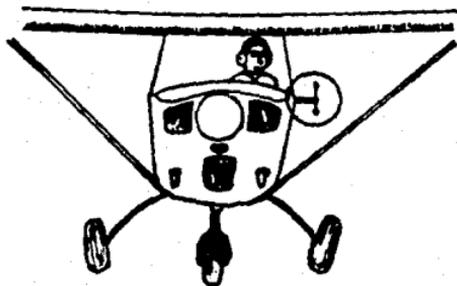
Para ser piloto de aviones ligeros en Inglaterra, se requiere de 80 a 100 horas en vuelos simulados, de 20 a 30 horas de vuelo real y todo esto respaldado por un mínimo de 4 meses de instrucción teórica en el salón de clases. Es una ventaja si el estudiante tiene habilidad natural para leer mapas y reconocer patrones. Después se requiere de un período razonable de práctica y consolidación para tener la experiencia suficiente y para poder realizar trabajos no estandar.

En una tripulación de formato pequeño consistente del piloto y del operador de cámara, lo más seguro es que en los vuelos iniciales el piloto sea el más experimentado. Esto significa que su habilidad para encontrar blancos, llegar a ellos e identificar la dirección del viento, serán una aportación significativa para el éxito del vuelo.

La mayoría de los pilotos comerciales involucrados con aviones ligeros han desarrollado suficientes habilidades para leer mapas, aunque normalmente son mapas de escalas pequeñas, tal como 1:500 000. La transición a 1:50000 así como 1:25 000 puede requerir un poco de práctica pero puede lograrse fácilmente.

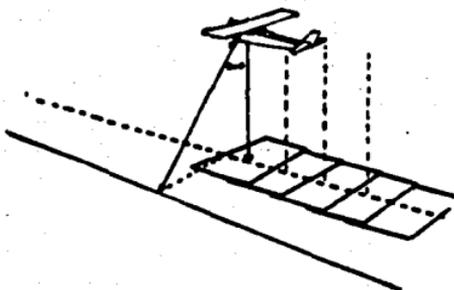
Una de las habilidades que debe desarrollar el piloto es volar líneas paralelas. Para auxiliares en esta tarea puede hacer uso de un aditamento simple de alineamiento colocado en el exterior del avión pero dentro de la línea visual del piloto. Lo que le permite volar el avión sobre una línea preterminada y paralela a las demás.

Fig. 2.2.1.- Posición de una mira de navegación simple.



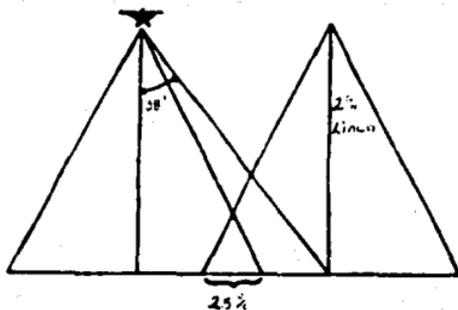
El método más simple es hacer el alineamiento de la línea de navegación para que coincida con la línea central de la siguiente línea paralela por volar.

Fig. 2.2.2.-



En nuestro ejemplo de 35 mm usando un lente de distancia focal de 35 mm, el ángulo visual sería de  $38^\circ$  de la vertical. - Normalmente el sistema de navegación es ajustable a diferentes ángulos para ajustarse a cualquier lente o formato de película.

Fig. 2.2.3.-



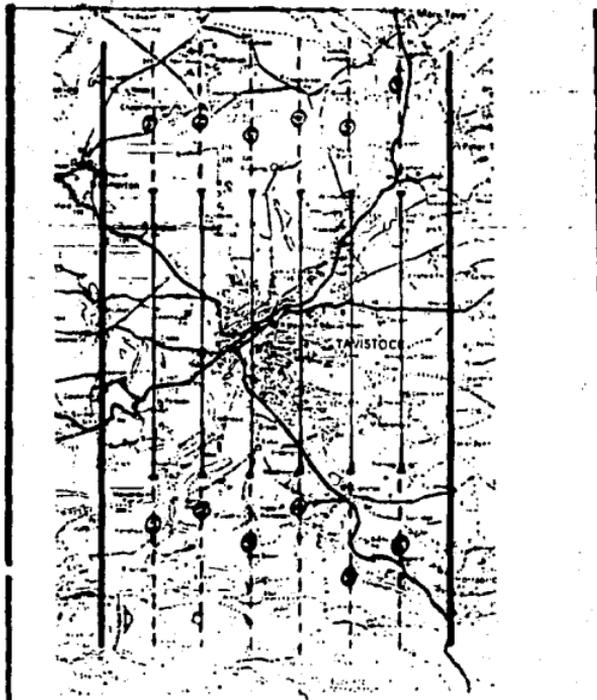
Volar una línea similar usando una mira de navegación óptica vertical, aunque potencialmente más preciso, requiere un mucho mayor grado de habilidad del navegador, así como una habilidad práctica en comunicación para pasar órdenes del navegador al piloto. Esto desde luego que no es una técnica nueva pero es la más simple y requiere la menor cantidad de entrenamiento adicional. Sin embargo, como con la mayoría de los trabajos aéreos, el producto final depende de una buena preparación. Líneas visuales colocadas con precisión, mapas dibujados con cuidado y ángulos deriva bien medidos contribuyen a un producto final exitoso. Todas estas tareas pueden ser realizadas por el piloto, al menos en las etapas iniciales de preparar una operación de fotografía aérea en las bases requeridas para tales técnicas.

Conforme la tripulación gana más experiencia, el operador de la cámara obviamente adquiere más habilidad y eventualmente podrá hacerse cargo de algunas tareas de navegación usando el mismo equipo. Esto permitirá a la unidad usar pilotos alternativos, no entrenados para levantamientos, duplicando de esta forma la disponibilidad de la tripulación.

Este método da la posibilidad de volar líneas de cualquier longitud y cualquier número de líneas para formar bloques. Todo lo que se requiere es una línea adicional de planeación dibujadas en cualquiera de los lados del bloque deseado en navegación.

La carga de trabajo del piloto no es excesiva, al menos después de algunos trabajos iniciales más sencillos.

Fig. 2.2.4.-



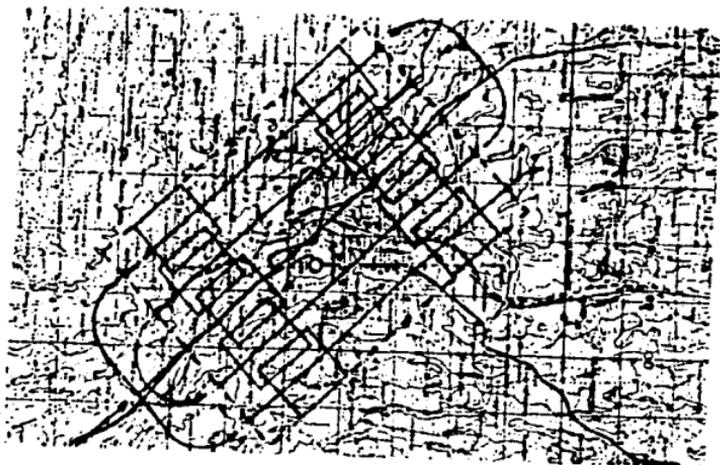
Si hay mapas disponibles la planeación de líneas de vuelo laterales nada más requiere planear una línea adicional fuera del bloque a cada lado.

Las radiocomunicaciones se pueden manejar y el trabajo en general es probablemente menor que el requerido en un vuelo instrumental normal.

El operador de la cámara debe estar pendiente para prevenir choques con otras aeronaves.

Una variación de este sistema fué descrito en el simposio de la Sociedad de Fotogrametría anterior en Marzo de 1987, donde el problema principal surgió de la carencia de mapas de las ciudades ( en el sureste de Asia ) que estaban siendo levantadas. Con muy poco entrenamiento adicional, los pilotos pudieron planear un bloque de 5 a 7 líneas después de llegar sobre el blanco por primera vez. Relacionando la línea visual a cualquier detalle recto disponible, se pudo formar el bloque - manteniendo el traslape lateral dentro de las especificaciones.

Fig. 2.2.5.-



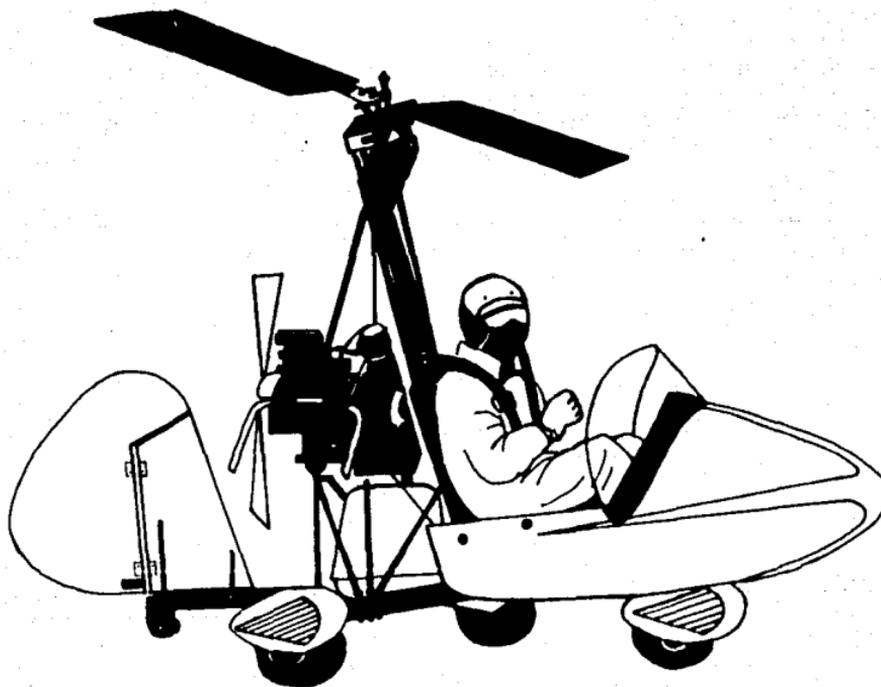
El piloto se alineó con un detalle recto pudiendo así cubrir toda el area sin usar un mapa de vuelo previamente preparado.

Con el arribo al mercado de sistemas de cámaras de video relativamente baratos, surge la posibilidad de montar una cámara usandola para navegación. El principal problema con esto es que, una vez más, la habilidad para usar estos sistemas eficientemente depende de la habilidad del piloto para leer detalles.

La lectura de cartas con visión directa desde una plataforma inusual como un avión, requiere de considerable práctica, esto aumenta cuando se usa una mira de navegación monocular y se cumplirá más sí se cuenta con una imagen blanco y negro de poca resolución. Aún una imagen a color en una pantalla de 5 pulgadas ó en el mayor de los casos de 9 pulgadas, puede presentar dificultades para relacionarla a una porción pequeña del mapa si se requiere posicionar un avión con una precisión de unos cuantos metros.

Como nuestra meta es proporcionar sistemas que no requieren de factores de habilidad costosos, los pilotos experimentados pueden ser de utilidad en esta forma de trabajo, estando a disposición sus habilidades anteriores. Sin embargo, el principal problema, es el cambio de concentración de mapa a pantalla a visión directa ( para volar el avión ) que introduce un paso más que hace prohibitiva la carga de trabajo. El sistema de T.V. cuando es operado por el piloto o un operador de cámara tiene algunas ventajas para blancos fijos, campos individuales, lugares ó detalles pero es de utilidad limitada en trabajo lineal ó de bloque, porque no aparece toda la línea ó bloque en el monitor. Los periscopios de navegación horizontal son también una posibilidad, pero también requieren de un poco más de experiencia para manejarlos, casi tanto como las más caras miras ópticas verticales.

## 2.3 Girocóptero



Aunque parece un helicóptero, tiene más cosas en común con un molino de viento. Su existencia data de 1923, pero la mayoría de la gente lo conoce desde su aparición en la película de James Bond "Solo se vive dos veces".

Este vehículo inusual se llama autogiro ó girocóptero. Al igual que los helicópteros, tiene un rotor con 2 aspas grandes pero su método de vuelo es muy diferente. A diferencia de los helicópteros, la hélice superior del autogiro tiene una inclinación permanente de entre uno y tres grados y tiene libertad de giro, o sea no son impulsadas por un motor. Cuando un autogiro está listo para despegar, la hélice motorizada en la parte posterior de la aeronave lo desplaza hacia adelante.

Conforme adquiere velocidad la corriente que origina su movimiento hacia adelante hace presión en la parte inferior de la hélice superior haciéndola girar, elevándose con ello el autogiro.

A diferencia del autogiro el helicóptero se eleva al lanzar aire hacia abajo con su hélice superior motorizada. El helicóptero viene adaptado con un rotor trasero anti-torque. Esto evita que la fuselaje principal gire y proporciona control direccional. El ángulo de la hélice superior cambia continuamente para variar el impulso de elevación que produce. Al girar la hélice superior hacia adelante el aire es lanzado hacia abajo y hacia atrás, impulsado al helicóptero a través del cielo.

Lo que hace que el autogiro sean tan útil, es el hecho de que tiene muchas de las cualidades del helicóptero pero a una fracción del costo. Por ejemplo, en condiciones climatológicas buenas, y usando pre-rotor de giro (un equipo que transmite temporalmente energía del motor al rotor desembragando justo antes de elevarse es posible elevarse casi verticalmente. El aterrizaje puede lograrse en menos de 10 metros y con el más reciente motor Rotax de peso ligero, es posible elevarse 300 m en un minuto.

A diferencia de un avión convencional, el autogiro no puede

desplomarse. Aunque el motor se pare en vuelo, la nariz del vehículo aéreo puede inclinarse hacia adelante permitiendo que la hélice superior siga girando. Antes de aterrizar la hélice hace las funciones de un gigantesco paracaídas.

El diseñador y piloto español llamado Cierva fué el primer hombre en volar una aeronave de ala giratoria en 1923. Estas aeronaves que él llamó autogiros se parecían a los primeros aviones de ala, porque tenían una fuselaje similar y un motor de tractor que le proporcionaba la propulsión. En la parte superior del fuselaje descansaba la hélice sobre un soporte triangular. Los helicópteros aparecieron 16 años después del autogiro de Cierva. Sus ideas ayudaron a los diseñadores posteriores en la construcción del helicóptero.

El 90 % de los autogiros de hoy día son de construcción casera; originalmente fueron diseñados para ciertos aviones de la Fuerza Aérea Americana, pero no llenaron los requisitos. Aunque tenían una excelente fuerza de salida de 72 bhp, estaban propensos a sobrecalentamiento lo que originó muchos aterrizajes de emergencia. La mayoría de las personas usan ahora el motor tipo 3 de Volkswagen de 1600 c.c. Fueron ampliados a 1835 c.c., y se les adaptó un magneto.

Aunque estos motores son muy confiables, pesan el doble que los Mc Culloch, con los que se demerita el rendimiento de vuelo.

Hace un par de años salió al mercado el Rotax 532 que es un motor enfriado por agua de dos cilindros y de dos tiempos. Es de peso ligero y tiene una fuerza de salida de 64 bhp. Por ser enfriado por agua es muy confiable para vuelos a campo traviesa.

Actualmente hay muy pocos instructores de autogiro calificados. En Inglaterra se requiere de 35 horas de entrenamiento intensivo para aprender a volar un autogiro. El aspirante a piloto primero tiene que completar un vuelo introductorio en un giro planeador.

El giro-planeador es un autogiro sin motor que es remolcado mediante una cuerda atada a un vehículo terrestre. Esto permite a la aeronave elevarse a una altura de 18 metros mientras el profesor dá las instrucciones necesarias en este giro-planeador de dos plazas.

Fig. 2.3.1.-



Después le siguen 15 horas de vuelo en un avión de ala fija para lograr que el alumno sea autosuficiente. Una vez que se logra eso el aspirante a gironauta se puede sentar en su propia aeronave y lentamente se le prepara en la forma de volar autogiros.

Le siguen 10 horas de entrenamiento para enseñar al piloto como operar el rotor, y el prerotor de giro. Después se le enseña como elevarse y aterrizar correctamente desde 300 m. de altura. Para finalizar, el estudiante requiere de 10 horas de vuelo ya sea en un autogiro o en un avión de ala fija. Durante este tiempo se tienen que aprobar exámenes escritos en leyes de aviación, meteorología, navegación y tecnología del giroplano. Antes de que se le proporcione la licencia de piloto, éste debe completar los ejercicios de lectura de mapas volando a campos aéreos lejanos.

En Inglaterra los reglamentos para autogiros son muy flexibles, si un piloto quiere visitar a un amigo cerca, puede hacerlo usando su autogiro siempre y cuando su amigo no viva en una ciudad y tenga un jardín lo suficientemente grande para que aterrice el autogiro.

Sin embargo si un piloto quiere volar en un espacio aereo restringido, debe registrar su vuelo y llenar un plan de vuelo en su centro de control de tráfico aereo local; normalmente no se exige que esten asegurados pero la mayoría de los pilotos compran uno para estar prevenidos en caso de accidentes. No es de extrañar que no se corran riesgos en la construcción de la aeronave. La cabeza del rotor se une al chasis aereo mediante una unión llamada "Unión de Jesús". Esta unión es 20 veces más resistente de lo necesario para no tentar al destino. Las hojas de la hélice del autogiro originalmente eran de madera pero después se hicieron de aluminio, el cual se riveteaba para darle mayor resistencia. Hoy en día se usan materiales mezclados como fibra de carbón porque son extremadamente fuertes. En las pruebas de calidad en E.U., se pasaron automóviles sobre ellas para probar su resistencia. También se aventaron guajalotes a las aspas que giraban a toda velocidad para simular que un pájaro chocara con ellas. Si el autogiro no cuenta con motor de arranque el piloto tiene que girar la hélice manualmente para arrancar el motor, el cual se calienta hasta que alcanza 300 r.p.m. Después se acelera al máximo para despegar del suelo.

Son varias las ventajas del autogiro comparado con otro tipo de aeronaves. Pesa muy poco, sus costos de compra y mantenimiento son bajos, además de poder volarlo con el motor apagado, los pilotos actuales vuelan los autogiros sport monoplaza, pero también los biplaza que acaban de salir al mercado.

El autogiro más famoso es el "Little Nellie" volado por su diseñador ingles Ken Wallis en la película de James Bond "Solo se vive dos veces". Ken tiene 20 de esas aeronaves y realiza como 30 demostraciones de vuelo públicas al año. El ejercito -

de Inglaterra ha mostrado interes en su aeronave y la ha estado probando para diversas misiones. Por ser portatiles pueden - - usarse en reconocimientos aereos y comunicaciones. La aeronave puede inclusive transportar misiles aire-aire.

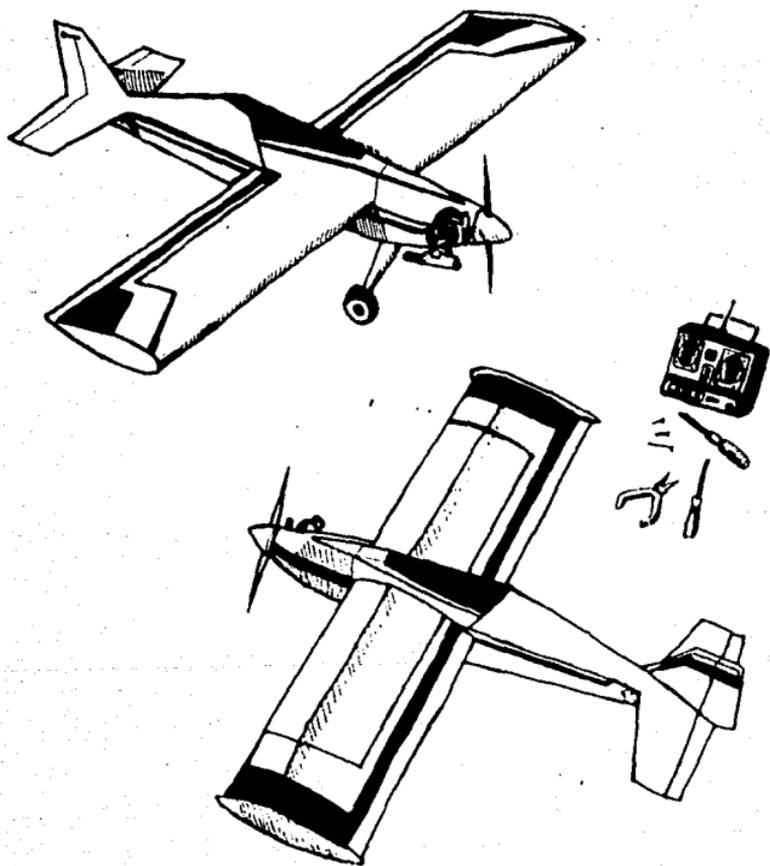
Entre otros usos se pueden incluir los siguientes :

- Vigilancia de la contaminación.
- Inspección de tuberfa.
- Trabajo policiaco.
- Reportes de tráfico - exploración de minerales - levantamientos agricolas.
- Fumigación de cultivos y todos ellos a un costo muy bajo.

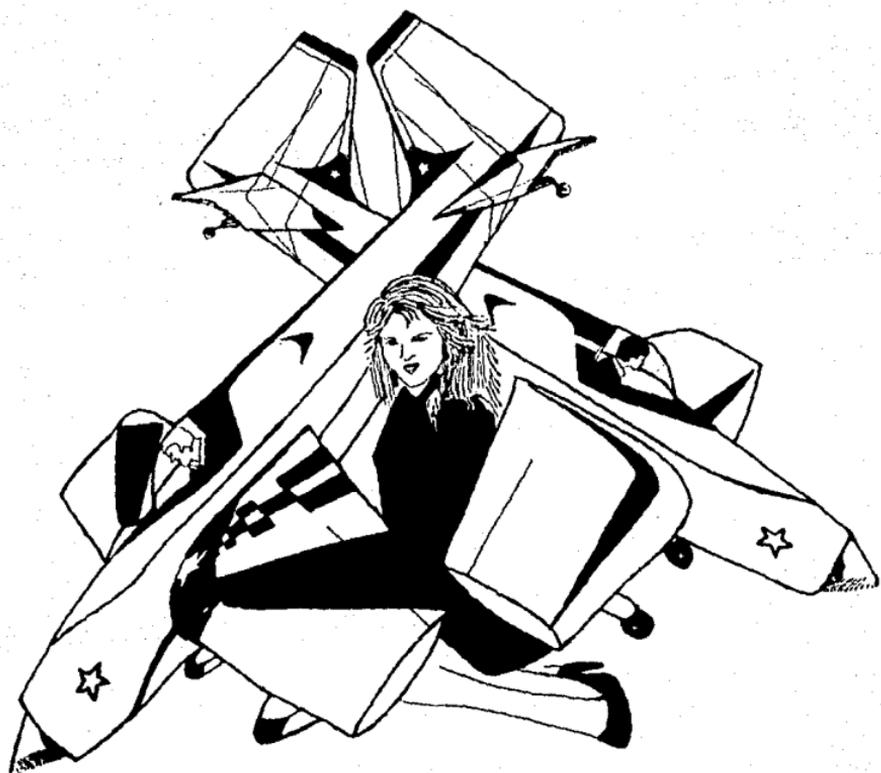
El 3 de Julio de 1987 el piloto de autogiros, Jim Montaome rice de Ayrshire, completó satisfactoriamente el vuelo más largo sobre el mar para este tipo de aeronave. Voló de Escocia a Irlanda y después a la Isla Man antes de regresar a Cran Field en Inglaterra.

Logros como ese demuestran el inmenso potencial para ese - tipo de aeronave. Es interesante hacer notar que por el precio de un automóvil, Ud., también puede tener su propia aeronave - para llevarlo a los cielos.

## 2.4 Aeronaves a escala



## 2.4.1 Aviones



Hasta donde pude investigar, la primera fotografía aérea tomada desde un avión a escala no-militar fué en 1939. Esto se logró usando un modelo impulsado por una liga llevando una cámara Kodak, lo que frenó la investigación en esta aérea fué la inexistencia de controles remotos confiables. De hecho en los últimos 15 años en que se han realmente desarrollado las técnicas para usar los aviones a escala en misiones fotográficas debido a la aparición en el mercado de los equipos de control remoto profesionales y confiables.

La fotografía aérea desde aviones a escala tiene muchas limitantes pero se ha demostrado su utilidad en cierto tipo de trabajos y lo que la convierte en una opción muy atractiva es su bajo costo y economía de operación.

Las ventajas de los aviones a escala se pueden resumir - como sigue :

- a).- Se requiere poco capital para la compra, operación y mantenimiento del equipo.
- b).- Se tiene la posibilidad de operar cerca del suelo lo que es muy útil cuando hay muy poca visibilidad ó - cuando se requieren estudios de cosas pequeñas como es el caso de vegetación no muy alta (hierva).
- c).- No requiere de los servicios aeroportuarios.
- d).- Se dispone de él instantaneamente en casos de emergencia.

Dentro de las desventajas están las siguientes :

- a).- Se requiere de un operador experimentado (hay muy pocos disponibles profesionalmente).
- b).- Imposibilidad de ver directamente las aéreas fotografiadas.
- c).- El cubrimiento que se logra con cada toma está limitado por la poca altura de techo del avión a escala.

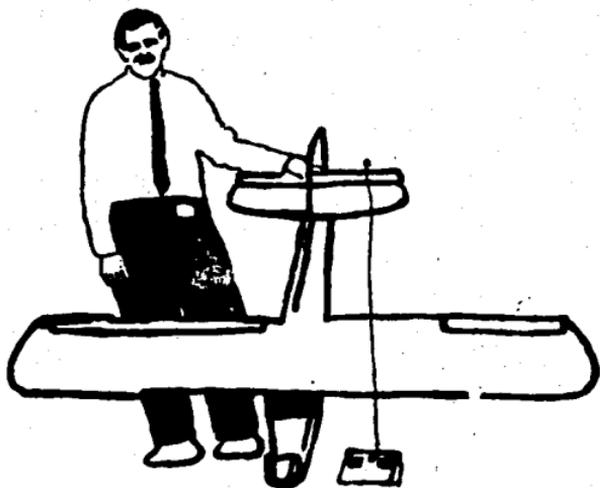
Se ha hecho mucho énfasis en la economía. A continuación se presentan los costos de un paquete totalmente operacional (excluyendo la cámara).

Avión	1'500,000.00	M.N.
Equipo de control.	1'500,000.00	M.N.
Motor	1'000,000.00	M.N.
Equipo adicional.	<u>500,000.00</u>	M.N.
	4'500,000.00	M.N.

La vida estimada del equipo es de 3 años con un costo operacional anual de 500,000. Por lo tanto el costo anual total es de :

$$\frac{4'500,000.00}{3} + 500,000.00 = 2 \text{ millones}$$

Fig. 2.4.1.-



El avión mostrado en la figura anterior (2.4.1.), es un modelo comercialmente adquirible que fué modificado por B. Harding que tiene las siguientes cualidades :

- a).- Capacidad de carga de hasta 5 kg.
- b).- Tamaño transportable (2.2 m de longitud de alas ).
- c).- Muy robusto.
- d).- Buenas cualidades de vuelo.
- e).- Carrocería modificada para librar el ángulo de cubrimiento de la lente.

El modelo esta impulsado por un motor de un cilindro de 10 cc de 4 tiempos y es operado por un equipo de radio control - que transmite en 35 Mhz.

La duración de vuelo es aproximadamente de 2 horas y la - distancia al transmisor de radio esta limitada a la linea vi- -sual con una radio de operación de 75 km. alrededor del opera- -dor. La altura puede variar desde 300 m hasta la altura de - los árboles aunque la altura más comunmente usada es de 150 m.

El peso del avión incluyendo la cámara es de aproxima- -mente 4 kg.

Para amortiguar las vibraciones de la fuselaje del avión, la cámara se coloca en soporte de hule espuma fabricados con - ese fin para eliminar en mayor grado el efecto de la vibra- -ción y los problemas de velocidad que se presenten en alturas de vuelo bajas, es deseable que la cámara tenga un obturador - de alta velocidad.

La cámara Konica es una de las pocas cámaras económicas de 35 mm que tienen ese tipo de obturador. La FTI también cuenta

con un avance motorizado que es una unidad esencial accionada a radio control. Su medición automática de la luz tiene las mismas desventajas que las de las cámaras convencionales en donde se requiere una compensación de exposición para objetos de alto contraste.

Por lo anterior es frecuente que se hagan ajustes manuales cuando se presupone que las condiciones de iluminación permanecerán constantes durante la duración del vuelo. El peso de la cámara es de aproximadamente 0.75 Kg.

Para tener un ángulo de cubrimiento adecuado se usa una lente angular de 21 mm. Las aperturas de f/8 y f/11 son las que han dado mayores resultados en combinación con el uso de un protector contra el resplandor suministrado por el productor.

Para operar el sistema satisfactoriamente es indispensable contar con un operador experimentado que tenga algunos conocimientos de fotografía. Debido a que el operador no tiene la misma perspectiva que la cámara depende de su habilidad para que los objetos por fotografiar aparezcan en la fotografía. Hasta ahora los resultados han sido muy alentadores y en general los negativos pueden ampliarse hasta 20 x 30 cm manteniendo una calidad de imagen aceptable.

Aún hay mucho por investigar para ampliar los usos de estos sistemas. La aparición en el mercado de las cámaras de video pequeñas y ligeras amplían los horizontes de aplicación.



Fig. 2.4.2. Unidad de radiocontrol de 5 canales

## 2.4.2 Helicóptero



No es frecuente el uso de fotografías aéreas de formato grande en fotogrametría de rango corto debido a su alto costo y al desplazamiento de imagen que originan los vuelos bajos a altas velocidades. Se pensó que el helicóptero tradicional tripulado sería la solución pero en las pruebas que se hicieron se vió que es muy difícil aislar la cámara de las oscilaciones propias del helicóptero y que la corriente de aire que la hélice proyecta hacia abajo es demasiado fuerte y origina alteraciones en los objetos por fotografiar.

Con el helicóptero a escala se puede reducir drásticamente ambos problemas, tanto el costo de la misión fotográfica como la velocidad de cruce al hacer la toma, pero solo se pueden usar cámaras ligeras de formato pequeño.

El alto costo de la fotografía aérea tradicional y el que nos sea la adecuada para la fotogrametría de rango corto aunado a la creciente necesidad de resolver problemas de fotogrametría de rango corto ha originado que se estén investigando y desarrollando nuevas técnicas como el helicóptero a escala operado a control remoto. Ya se han hecho pruebas con otro tipo de plataformas para cámaras de formato pequeño, pero se les ha encontrado serias limitantes que se pueden superar con el helicóptero a escala.

Por ejemplo el uso del globo de helio depende de que no haya corrientes de aire y que se disponga de grandes áreas para maniobras en tierra. El avión a escala también es adecuado para misiones fotográficas en fotogrametría de rango corto pero requiere de una pista adecuada para su despegue y aterrizaje cerca del lugar por fotografiar.

El helicóptero a escala presenta las siguientes características :

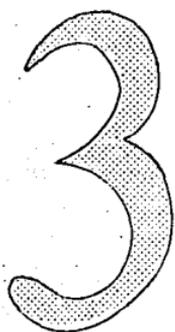
- a).- Es muy ligero; su peso total es de 11 kg.

- b).- Es portátil; su longitud es de 1.23 m, su ancho de .55 m y su altura de .56 m.
- c).- Su duración de vuelo es de 20 minutos.
- d).- Tiene una capacidad de carga de 5 kg.
- e).- Puede elevarse y aterrizar casi verticalmente.
- f).- Tiene una altura de vuelo de 2600 metros. (Max).

Al helicóptero se le adaptó en la parte inferior una base de hule suave para proteger a la cámara en el aterrizaje, para evitar las vibraciones movibles del helicóptero. En las pruebas se vió que una carga de 3 kg su operación es muy confiable hasta 100 m sobre el terreno.

La cámara que se le adaptó fué diseñada especialmente para ese fin y es la Rolleiflex SLX que es una cámara métrica automática con un formato de 6 cm.

El helicóptero a escala aún esta en la etapa de desarrollo e investigación. Actualmente se está trabajando para sacar un helicóptero más resistente ya que en las pruebas se vió que algunas partes mecánicas de los modelos anteriores se desgastaron muy rapidamente. También se está tratando de aumentar su capacidad de carga. Otra de las mejoras que se busca es poder observar en tierra la imagen que registra la cámara. Es deseable que se diseñe una montura para la cámara a base de cardanes para que sea autonivelable.



# Aplicaciones

Por estar aún en etapas de experimentación el uso de la fotografía de formato pequeño, son aún pocas las aplicaciones que se tienen registradas y es un campo aún muy fértil para la investigación.

En este capítulo se presentan tres aplicaciones pioneras, - que han demostrado el potencial de la fotografía de formato pequeño.

### 3.1.- CLASIFICACION DE TIERRAS HUMEDAS.

Hay gran interés por varias agencias gubernamentales Norteamericanas para desarrollar sistemas que permitan cartografiar y clasificar las tierras húmedas en E.U. La mayoría de las investigaciones se han concentrado en el uso de imágenes Landsat de fotografías aéreas infrarojas tomadas a grandes alturas y pequeñas escalas. Los investigadores Meyer y Grumstrup han demostrado que la fotografía de formato pequeño tiene muchas ventajas - que justifican su uso; esas ventajas son :

- a).- Las fotografías se pueden obtener a un menor costo - usando un avión rentado y una cámara de 35 mm.
- b).- No se necesita ser un experto en percepción remota ni tampoco se requiere de equipo sofisticado y caro para su interpretación.
- c).- Se puede disponer de las fotografías en un lapso de - tiempo corto.

Sin embargo la fotografía de formato pequeño tiene algunas limitaciones :

- a).- Se requiere de muchas fotografías para cubrir grandes áreas, particularmente a escalas grandes.
- b).- La precisión geométrica de las fotografías de 35 mm - es menor que la de 23 cm.

c).- Es muy difícil volar en líneas paralelas para cubrir grandes áreas.

Para desarrollar la metodología se trabajó en los terrenos pantanosos del río Chowan en Carolina del Norte. Se usó una cámara Canon AT-1 de 35 mm con una lente de 50 mm y un embobinado de película automático. El avión usado fue un De Havilland Beaver aunque se pueden utilizar aviones más pequeños. La escala de las fotografías fue de 1:6000.

El resultado de los estudios fue el desarrollo de un método simple para cartografiar tierras húmedas que puede implementarse fácilmente y que es más económico. Este método puede modificarse y adaptarse para cartografiar otro tipo de recursos naturales. Probó ser un método muy útil para los administradores de recursos naturales.

### 3.2.- DETERMINACION DEL SEXO DE LAS AVES MALLARD.

La finalidad del estudio fue desarrollar una técnica a base de fotografías aéreas para discernir la proporción de aves Mallard machos y hembras, que invernan en las orillas de los ríos. Esta información fue usada en un estudio del hábitat de las aves migratorias.

El área fotografiada y estudiada fueron 92 km de las riberas del río Platte en Nebraska. Las fotografías se tomaron desde un avión Cessna 180 con una cámara Nikon F2 equipada con una lente de 135 mm.

Se usaron once rollos de película y se fotografiaron 18 grupos de Mallards durante un vuelo de 2 horas obteniendo más de 350 fotografías de 35 mm. De todas 158 fueron clasificadas como útiles. Muchas fotografías fueron desechadas porque una gran proporción de las aves estaban en vuelo y porque el ángu-

lo solar era desventajoso. De la fotointerpretación se obtuvo una relación macho-hembra de 1.58:1 es decir 61 % de machos. Por la técnica de muestreo directo en el terreno se había obtenido un 56 % de machos. La diferencia entre los dos métodos - no fué significativa.

La relación de sexos entre los Mallards descansando en hielo y nieve (1.07) difiere de aquellos en el agua (1.63) indicando una diferencia significativa en la relación de sexos en habitats diferentes.

Para examinar la relación entre el tamaño de la parvada y - la proporción de sexos, se hizo una regresión del número absoluto de las aves de la parvada contra el porcentaje de machos. - Se encontró un coeficiente de correlación de 0.28. Esto no fué significativo en el nivel de probabilidad de 0.05. En resumen, la evidencia disponible, aunque limitada, indica que no hay relación entre el tamaño de la parvada y la proporción de sexos.

La información aerea es más precisa por el tamaño de muestreo tan grande. Cuando se requiere de mucha precisión se deben obtener grandes muestreos.

El costo fué de \$ 1.93 por cada 100 aves con el método de - fotografía aerea, mientras que por el método terrestre tradicional fue de \$ 7.01.

La técnica usada tiene muchas aplicaciones en estudios de - proporción de sexos. Debe tenerse cuidado de volar a la altura requerida. No todas las aeronaves son adecuadas. Se pueden - usar aviones como el Cessna 180, 182, 206 ó el Piper Super Cub. Los pilotos deben tener una experiencia mínima de 200 horas de vuelos bajos. La escala que se usó en el estudio fué de 1:225 la cual puede parecer muy grande pero es la que se requiere para poder diferenciar las especies y los sexos.

### 3.3.- ESTUDIOS DE ANIMALES EN EL ARTICICO.

Aunque hay un potencial muy claro para el estudio de la población animal en el Artico y su habitat usando fotografia aerea de 35 mm y 70 mm, aún hay que hacer mucha investigación sistemática porque para que la fotografia de formato pequeño supla a la de formato grande, ésta debe producir resultados similares y dar información que no se pueda obtener con las cámaras en monturas tradicionales.

Para predecir el futuro de la fotografia de formato pequeño además de considerar la cámara, también hay que tomar en cuenta otros instrumentos de percepción remota. Hay ejemplos en que las cámaras se han usado en combinación con rastreadores térmicos, videograbadoras de luz tenue, microondas ó radar que cumplen con los requisitos de la investigación y monitoreo meteorológico y oceanográfico. Algunos de los investigadores más afortunados han tenido la oportunidad de hacer experimentos con estos paquetes multisistemas capaces de registrar simultaneamente la presencia de la vida animal y los parámetros del medio ambiente asociados con su comportamiento a la hora de la exposición.

Hay dos objetivos en los estudios sensales de los animales salvajes. El primero es la simple enumeración de todos los individuos. El segundo es la elaboración de un perfil de la población de recién nacidos, juvenes, adultos, machos y hembras, que permite conocer las tendencias de la población. Los levantamientos repetidos de algunas poblaciones de animales árticos en los últimos 30 años han incrementado la confiabilidad de las estimaciones de su número absoluto y en estos casos se pretende juntar más información que indique sus tendencias. Para obtener esa información es muy útil la fotografia de formato pequeño.

De la experiencia que se tiene, se sabe que entre los animales del ártico hay tantas variantes en el comportamiento en grupos como hay especies, é inclusive, el comportamiento de especies individuales varia considerablemente a lo largo del año. Por los patrones tan variados de conducta que muestran - varias de las especies mayores se requiere de un sistema fotográfico con el que se pueda sacar el mayor número de ventajas de las ocasiones oportunistas en que se hace contacto visual - con los grupos de animales. En los estudios de vida salvaje - del ártico no siempre se puede planear todo de antemano, y la desición del tipo de montura, lente y película a usar, se toma hasta que se detecta un grupo de animales.

Las cámaras de formato pequeño ofrecen varias ventajas en el estudio de la vida salvaje del ártico, por ejemplo, pueden montarse en aviones de ala alta que son los preferidos para - levantamientos visuales.

El poder montar la cámara en la puerta de este tipo de - aviones permite a los biologos monitorear la fotografia a la vez que llevan a cabo las observaciones visuales que continuará siendo una componente esencial en los estudios de la vida salvaje, independientemente de la eficiente que se vuelva la fo tografia.

Los sistemas de formato pequeño son mucho más adaptables a los requerimientos de las situaciones multiples de los levantamientos del Artico. Por lo anterior el Centro de Percepción - Remota de Ontario, ha instruido, entrenado y equipado a su per sonal con sistemas de formato pequeño.

Al entender mejor la distribución y comportamiento de los animales del Artico en relación a los cambios del medio ambien te, la predicción correcta de donde encontrar las concentra - ciones de animales, se incrementará y paralelamente con ello - se aumentará el uso de los sistemas de formato pequeño.

4

**Revelado**

#### 4.1.- EL CUARTO OSCURO.

Para los que iniciaran el trabajo fotográfico, montar un laboratorio puede parecer algo muy difícil y costoso, pero la verdad es que se puede llevar a cabo sin muchos elementos, ni dificultad. Aunque lo ideal sería tener un cuarto oscuro muy equipado, esto no quiere decir que no se pueda utilizar un cuarto baño y se puedan obtener buenos resultados. Lo ideal es que el laboratorio sea permanente, si se tiene suficiente espacio se puede utilizar un sótano ó un garage, es conveniente planear durante un tiempo, haciendo bosquejos en papel.

Los fotografos pasan bastante tiempo en el laboratorio y por lo tanto se trabaja mejor si se proyecta y efectua -- una buena distribución.

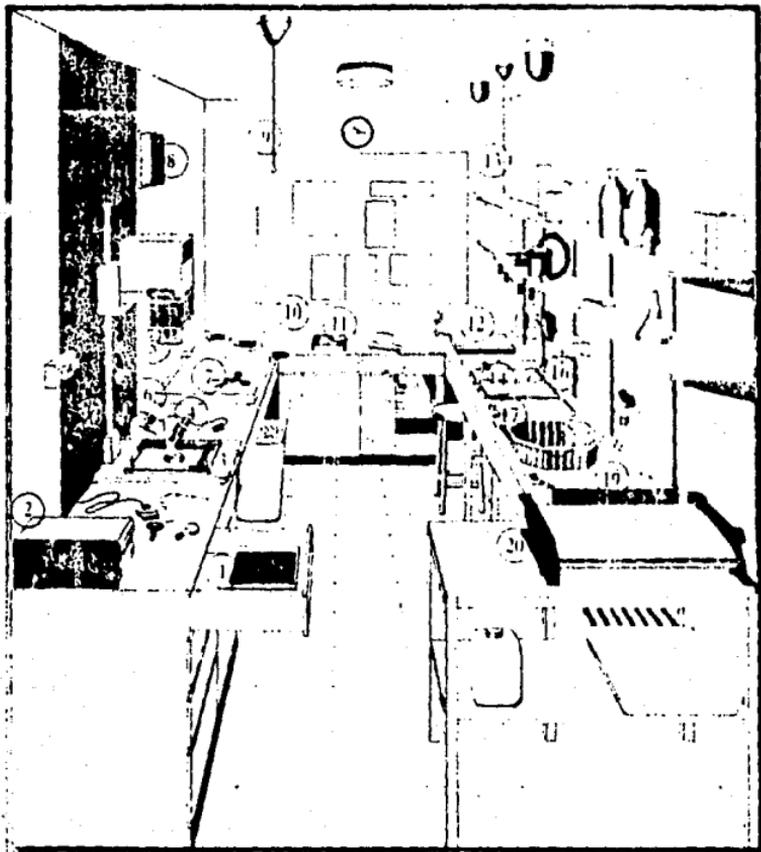
Lo primero que se tendrá que hacer es asegurarse de que la habitación es impermeable a la luz; para esto hay que comprar persianas a prueba de luz para las ventanas, las cuales las hay de varios tamaños, pero se pueden utilizar también marcos de madera los cuales se construyen de un tamaño ligeramente menor a las medidas interiores de las del hueco de la ventana, y los bordes del marco deberán cubrirse con fieltro u otro téjido de color negro. La puerta puede ser otra fuente de filtración de luz. Esto se puede eliminar colgando a una pequeña distancia de la puerta dos bandas de cortina gruesa que se solapen, o construyendo una segunda puerta de tablero.

Para estar seguros que se eliminaron las filtraciones de luz, el fotografo deberá permanecer en el interior durante un período de aproximadamente 10 minutos durante los cuales los ojos se acostumbran a la oscuridad y se podrá detectar cualquier otra filtración de luz. Esta prueba deberá efectuarse con todas las luces exteriores encendidas.

Suponiendo que la habitación esté debidamente aislada es necesario pintar las paredes ó el techo de color obscuro.

El área que queda detras de la ampliadora deberá ser de color negro mate, pero sí el filtro de la luz de seguridad es el adecuado para los materiales utilizados, (los fabricantes lo indican en sus folletos explicativos) y sí no se exceden los vatios recomendados, es preferible pintar las paredes y el techo de blanco mate, porque entonces la luz de seguridad proyectará una luz homogenea por toda la habitación.

EL CUARTO OSCURO IDEAL.



- 1.- Prensa para copias de contacto.
- 2.- Caja estanca a la luz para el papel fotográfico.
- 3.- Marginador de la ampliadora.
- 4.- Lupa de enfoque.
- 5.- Ampliadora.
- 6.- Reloj para tiempos de exposición.
- 7.- Guillotina para cortar papel.
- 8.- Extractor de aire.
- 9.- Interruptor de la luz blanca.
- 10.- Tablero mural.
- 11.- Archivo de negativos.
- 12.- Calentador de cubetas.
- 13.- Interruptor para luz inactiva.
- 14.- Pinzas.
- 15.- Reloj para tiempos de revelado.
- 16.- Toallas de papel.
- 17.- Cubetas.
- 18.- Cuba de lavado.
- 19.- Tablero de escurrido.
- 20.- Secadora ó esmaltadora.

Los elementos necesarios en el área de trabajo en seco comprenden, un pincel para limpiar objetivos y un paño síliconado (anti estático). Un fotómetro para la ampliadora y cinta transparente y masking tape. Para el área húmeda se necesitará un rodillo de escurrir junto con probetas, - botellas para disoluciones químicas, un tanque de revelado un embudo y pinzas, Una papelerera, taburete, reloj y tijeras son otros elementos necesarios. Se pueden añadir más elementos para hacer que el precesado en casa sea más sencillo. Por ejemplo, se pueden colocar grifos de palanca - operables con el codo, cuando se tienen las manos ocupadas luces que se apagan mientras que se expone el papel, suministro de agua caliente y un armario secador.

La luz tenue permite ver al fotógrafo lo que está haciendo sin velar los materiales que maneja, excepto durante el proceso de carga de la película impresionada y cuando lo coloca en el tanque de revelador, en cuyo momento se requiere una oscuridad total. En el laboratorio provisional el foco normal puede ser cambiado por un foco de color especial.

En el cuarto oscuro es conveniente poder tener a la ma no el interruptor de luz blanca, puede ser desde donde está la ampliadora, desde la cubeta del fijador, colocando - el interruptor de cordón extensible y colocando el cable a una altura de 2 metros del suelo.

Una de las reglas más importantes en el diseño del - - cuarto oscuro es mantener las áreas húmedas separadas de - las secas.

El lado húmedo debe ser reservado para las disoluciones, el seco para la ampliadora y sus elementos auxiliares. Esto ahorra tiempo y esfuerzo en la secuencia de trabajo y

evita contaminación de materiales.

En un cuarto oscuro es desceable tener como banco húmedo de trabajo una pila rectangular, larga y ancha, en la cual quepan de tres a cuatro cubetas grandes, y con bastante profundidad para evitar derrames. Se pueden utilizar de acero inoxidable o de plástico moldeable.

Para facilitar el trabajo en el cuarto oscuro, debido a que puede necesitar encontrar algo con urgencia cuando la luz esta apagada es conveniente familiarizarse con el lugar ocupado por todos y cada uno de los materiales que se necesitan, asegurando que se encuentren siempre en el mismo sitio. La colocación de cinta fosforescente en los bordes de los estanques e interruptores de luz, pueden ser de mucha utilidad. También es útil tener un tablero para conservar los folletos, instrucciones de los fabricantes, tiempos de revelado y registros de los números de las películas y papeles que se han puesto en el revelador y fijador.

Como se puede ver es ilimitado el número de elementos que se pueden añadir para mayor comodidad y funcionalidad del cuarto oscuro, pero se pueden obtener excelentes resultados por medios sencillos y básicos.

#### 4.2.- REVELADO EN BLANCO Y NEGRO.

Cuando se expone una película a la luz, se forma una imagen latente. El proceso por lo que se hace visible la imagen al revelado constituye uno de los aspectos más excitantes de la fotografía. Y es también uno de los más sencillos.

El éxito depende de factores totalmente controlables, con cuidado, limpieza y congruencia en los procedimientos no debería haber problemas.

El primer proceso químico es el de convertir los aluros de plata impresionados en la película, en plata metálica negra. El revelador una mezcla de productos químicos en disolución, afecta en primer lugar a los aluros de plata que han sido expuestos a la luz y lo hace en proporción a la extención con que han sido afectados, sin embargo, a su tiempo el revelador empezará a convertir los haluros de plata no expuestos en plata metálica, dando lugar a un gris generalizado conocido con el nombre de velado químico, por lo ques vital que no se rebase el tiempo especificado para el revelado.

La mayoría de tiempos de revelado recomendados para la película en blanco y negro se han calculado para una temperatura de 20°C. Se pueden utilizar temperaturas, más altas ó más bajas pero el tiempo de revelado se tiene que ajustar de acuerdo con las variaciones e instrucciones del fabricante. Los fotógrafos pueden preparar sus propios productos químicos, pero los productos manufacturados no son muy caros y ahorran tiempo.

El revelado tiene un tiempo, el cual debe ser detenido ya sea con un breve aclarado en agua ó con un baño de detenedor. El detenedor es una solución ligeramente ácido, controla inmediatamente la acción del revelado alcalino, por lo que es más eficiente que el agua corriente. También ayuda a evitar que el fijador que es el tercer producto químico, se contamine inecesariamente de revelador.

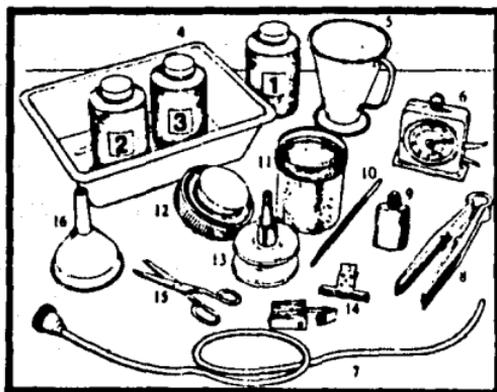
El siguiente producto químico del proceso es el fijador. Esta solución hace que los productos químicos sensibles a la luz no transformados de la emulsión sean solubles al agua, permitiendo que sean eliminados por el agua corriente. Aunque ya no hay riesgo al exponer la película a la luz después de haber estado unos pocos minutos en el fijador.

No puede considerarse que los negativos están permanente

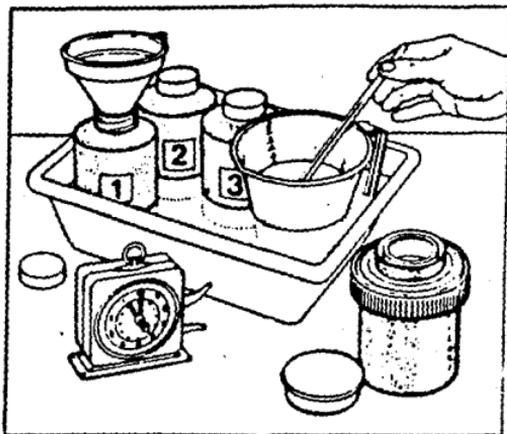
mente fijados hasta que esos productos químicos remanente hayan sido eliminados por el proceso de lavado. Esta última etapa antes de secar la película, requiere unos 30 minutos con agua a 20°C.

EQUIPO PARA REVELADO DE PELICULA EN BLANCO Y NEGRO.

- 1.- Solución de revelador.
- 2.- Solución del baño de Detenedor.
- 3.- Solución de fijador.
- 4.- Baño para control de temperau  
tura.
- 5.- Probeta.
- 6.- Reloj.
- 7.- Manguera.
- 8.- Pinza de escurrir.
- 9.- Agente humectante.
- 10.- Termómetro.
- 11.- Tanque de revelado.
- 12.- Tapa del tanque de revelado.
- 13.- Espiral de plástico.
- 14.- Pinzas para colgar la película.
- 15.- Tijeras.
- 16.- Embudo.

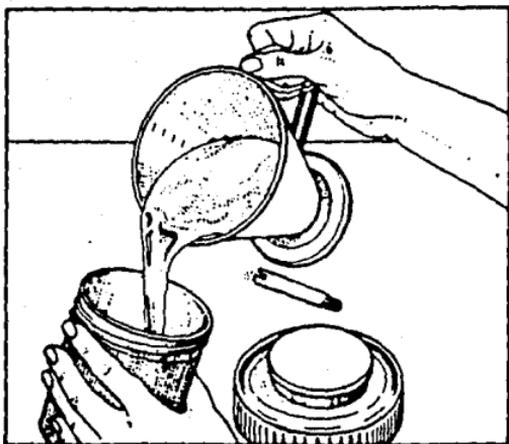


PASOS ADECUADOS PARA EL REVELADO EN BLANCO Y NEGRO.



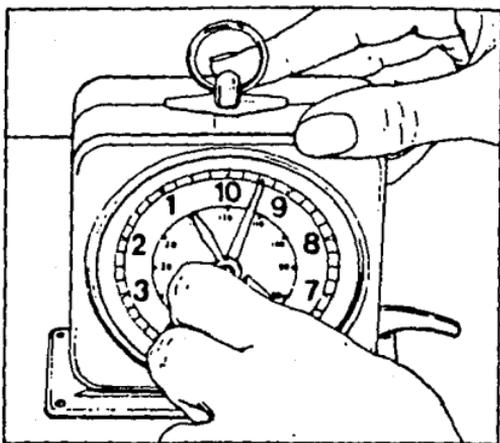
- 1.- Compruebe que las soluciones del revelador, baño de detenedor y fijador están a 20°C. Póngalas en el baño de control de temperatura de modo que el agua (también a 20 °C) cubra al menos la mitad de cada botella.

Debería también ponerse agua a 20°C en el tanque de revelado. La temperatura de los productos químicos puede estabilizarse añadiendo agua al baño. Los cambios bruscos de temperatura pueden reticular la película.



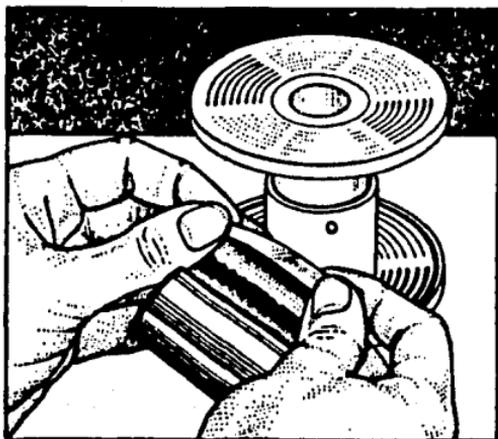
2.- Vacie el agua a 20°C del tanque de revelado. Llénelo luego con el revelador hasta que esté casi completamente lleno. No le ponga la tapa, pero tengala a la mano en un sitio seguro (tendrá que encontrarla luego en la oscuridad). Vuelva a tapar la botella de revelador y devuelvala al baño de control de temperatura.

Puede utilizarse la probeta para verter el revelador, si se prefiere.



3.- Ajuste (pero no ponga en marcha) el reloj para el tiempo de revelado especificado por el fabricante. Así será más fácil poner en marcha el reloj en la oscuridad, en el momento en que la película esté colocada en el tanque. Se han completado ya los preliminares vitales, por lo que debiera apagarse la luz del laboratorio.

La exactitud del tiempo es esencial; sin ella, los negativos quedarán sin contraste ó demasiado duros.



- 4.- Abra el cartucho de película y quite la bobina. Doble el extremo de la película (unos 6 mm) para facilitar la carga. Las espirales de plástico pueden ajustarse para acomodar rollos 120 y película de 35 mm.

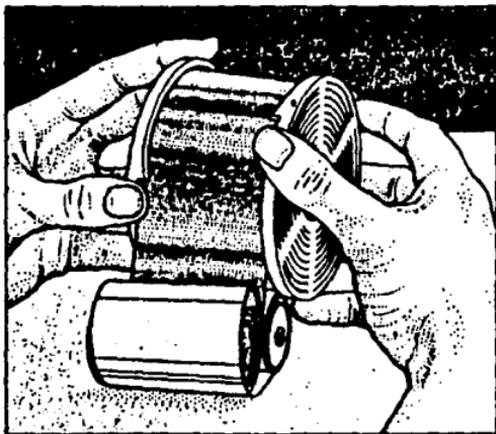
Como el proceso de carga de la película en la espiral tiene que hacerse en la oscuridad, los principiantes deberían practicar la carga con rollo viejo de película, con la luz encendida, y luego varias veces con los ojos cerrados.



- 5.- Las ranuras de entrada de la espiral tienen que estar alineadas y la espiral sostenida de modo que las muescas laterales queden hacia arriba.

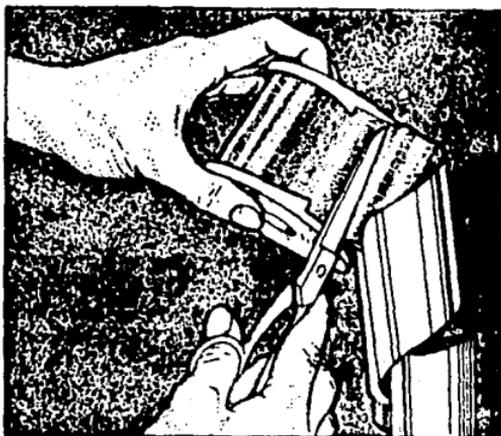
Mantenga la película sujeta por los bordes e introdúzcala por las ranuras de entrada.

Cuando se hace la carga, hay que evitar tocar la emulsión de la película, y es aconsejable no tocar tampoco el soporte ( el lado convexo y brillante de la película).



6.- Cuando la película está firmemente asegurada en la espiral, puede bobinarse girando alternativamente los lados de la - espiral en direcciones opuestas.

La parte no bobinada de la película puede colgar, y es preciso que no toque ninguna superficie con polvo.



7.- Cuando se ha cargado la película debería cortarse el extremo de la bobina. Ahora puede pasarse la espiral al tanque de revelado.

Se evitará la confusión y el retraso si las tijeras, como todo el equipo "oscuro" se mantienen permanentemente a mano.



- 8.- Coloque suavemente el carrete en el tanque de revelado pero tan rápidamente como pueda, y ponga en marcha el reloj de inmediato.

Es posible poner la película en el tanque y cerrar la tapa antes de verter el revelador, lo que se puede hacer con la luz encendida. La secuencia que se emplea es, mayormente, un asunto de preferencia personal.



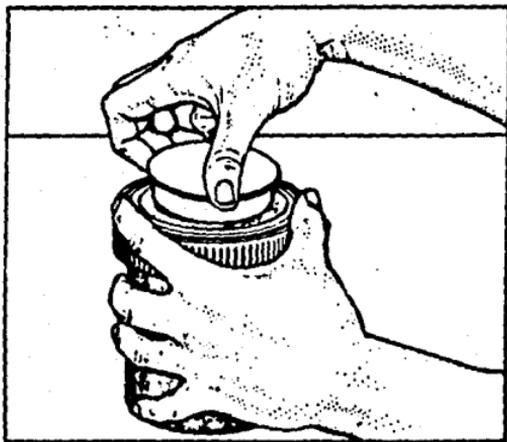
9.- Ponga la tapa estanca a la luz (completa con su tapón) sobre el tanque de revelado y retírelo del baño de control de temperatura. Ahora puede encender las luces. Golpee ligeramente el tanque para dispersar las burbujas de aire.

Las burbujas de aire producen manchas blancas en el negativo, y después, al hacer copias, aparecerán como puntos negros.

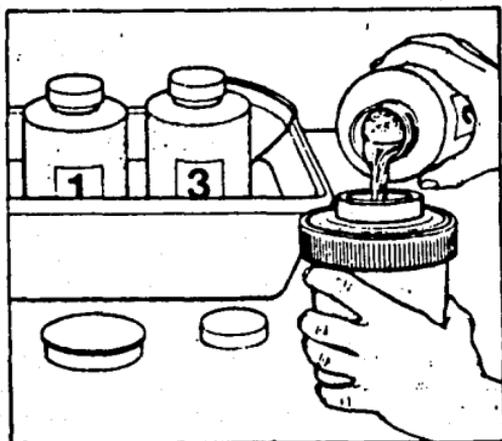


10.- El próximo paso consiste en agitar el tanque durante unos 15 segundos, cosa que puede hacerse con el rodillo agitador ó invirtiendo el tanque como una coctelera (arriba). El agitado debe repetirse una vez por minuto durante el período de revelado.

El agitado es una parte vital del proceso de revelado, ya que atrae nuevo revelador hacia la superficie de la película.

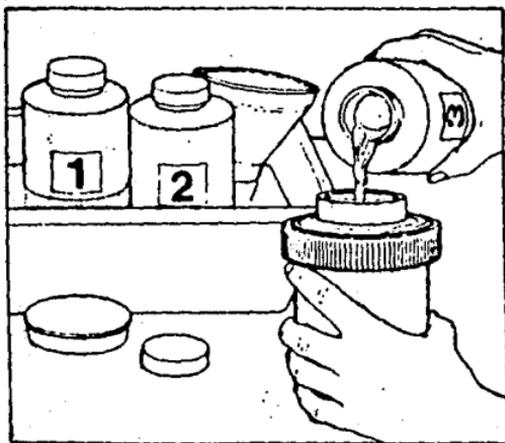


11.- Justo antes de que esté a punto de terminar el revelado, quite el tapón de la botella de revelador. En el momento en que suene el reloj, quite el tapón (pero no la tapa del tanque) y devuelva a la botella el revelador, para uso posterior. Debe utilizarse un embudo para evitar salpicaduras y derrames. Vuelva a colocar el tanque vacío en la cubeta de control de temperatura y coloque de nuevo el tapón de la botella.

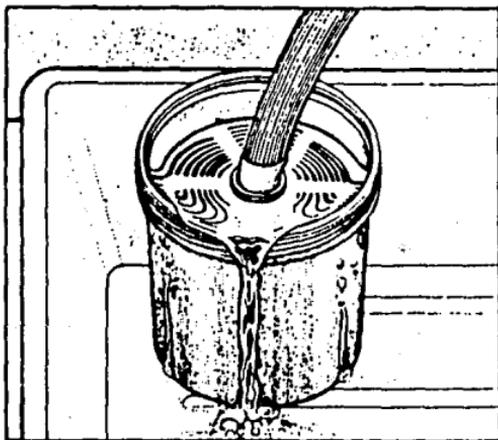


12.- Vierta el líquido del baño de detenedor en el tanque a través del agujero de vertido hasta que rebose. No quite la tapa del tanque. Algunos tanques tienen un protector de la luz que tiene que ser sostenido ligeramente inclinado para verter los líquidos. Coloque el tapón y agite durante unos 15 segundos.

Esta secuencia debería hacerse de modo rápido, de forma que el baño de paro empiece a detener el revelado inmediatamente.

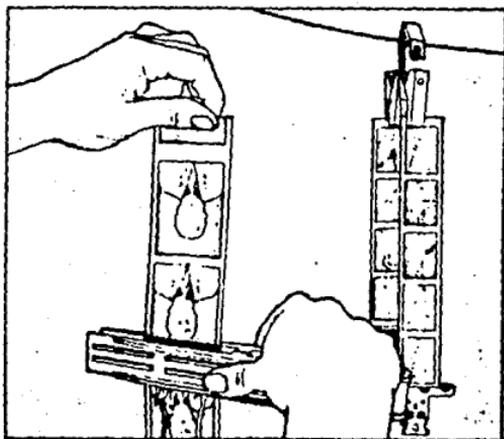


- 13.- Devuelva el baño de detenedor a su botella. Ajuste el reloj para 5-10 minutos, de acuerdo con las instrucciones del fabricante. Vierta la solución de fijador en el tanque hasta que rebose. Vuelva a colocar el tapón y ponga en marcha el reloj. Agite durante 15 segundos cada minuto, hasta el tiempo aconsejado. Al oír la señal del reloj, retire el tapón y vierta el líquido en su botella. La película ya no es sensible a la luz.



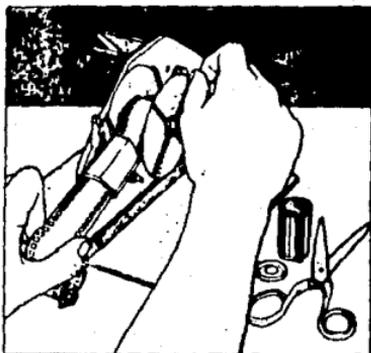
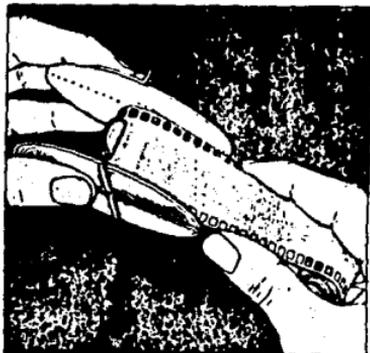
14.- Después de quitar la tapa, ponga el tanque en la pila de agua. Coloque un tubo de goma en el centro de la espiral, ya sea un tubo con doble toma para agua caliente y fría, o un tubo simple conectado al grifo mezclador, y ajuste la temperatura del agua a 20°C.

Deje correr el agua unos 30 minutos. Cuando se haya terminado el lavado, es aconsejable poner unas gotas de agente humectante. Agite unos 10 segundos.



15.- Desenrolle la película de la espiral para secarla. Ponga una pinza en un extremo de la película y cuélguela durante unas dos horas a temperatura constante, con una pinza en el otro extremo que haga de contrapeso. El exceso de agua puede eliminarse con una pinza de escurrido.

Los negativos, cuando están secos, se cortan en tiras ( 6 fotogramas para 35 mm, 4 para la película de 6 x 6) y se archivan en sobres de protección.



#### CARGA DE LA ESPIRAL.

Como alternativa de la espiral de plástico, está la de acero inoxidable (arriba). Es algo más cara y un poco más difícil de cargar, pero es más fácil de limpiar y menos propensa a contaminar la película.

También hay cargadores automáticos (arriba). Cuando se ha insertado la película en la espiral de acero inoxidable, se bobina con una manivela.

El revelar negativos es esencialmente un proceso de rutina que requiere cuidado y precisión pero no necesariamente mucha habilidad, en cambio en la obtención de copias, la fotografía se convierte en una artesanía.

Los métodos básicos para la obtención de copias son sencillos, lo más importante en el laboratorio reside en el grado de control que el fotógrafo pueda ejercer sobre su trabajo.

Para la obtención de una copia de buena calidad necesitamos un negativo de buena calidad la cuál reproduce fielmente - la gama de tonos registrados. Exhibirá área de negro profundo donde el negativo es transparente, así como blancos puros donde el negativo es opaco. La copia perfecta se logra con la combinación correcta de graduación de papel, tiempo de exposición y tiempo de revelado.

Hay varios tipos de papel que varían el contraste de la fotografía y que se pueden usar para componer la variación entre los distintos negativos.

#### 4.3.- COPIAS DE CONTACTO.

Aunque dá tentación empezar a hacer ampliaciones cuándo los negativos revelados están secos, es mejor empezar sacando copias de contacto, la cual se saca con todos los negativos de una película, unos juntos a otros en una sola hoja de papel.

Esto nos permite seleccionar las fotos que merecen ser ampliadas y ahorra al fotógrafo tener que ampliar tomas de mala calidad.

El proceso normal de copiado es como sigue :

Primero, la luz tiene que pasar a travez de los negativos para exponer el papel fotográfico sensibilizado. Segundo, hay -

que revelarlo para obtener las copias positivas. Para la primera etapa se necesita papel de 24 x 30 cm. y una prensa de contacto ó una lámina de cristal totalmente limpia de manchas, un poco mayor que el papel. Los negativos se colocan sobre el papel con las emulsiones en contacto (de ahí el nombre de copias de contacto), mientras la luz de la ampliadora penetra por el negativo hasta el papel. Los positivos que se obtienen son exactamente del mismo tamaño que el negativo.

Para hacer una copia positiva de un negativo, se proyecta luz a través del negativo hacia un papel especial recubierto de una emulsión sensible a la luz. Luego se revela el papel del mismo modo que la película. Utilizando un revelador ligeramente modificado y los mismos baños de detenedor y fijador. El papel se lava para eliminar los productos químicos no deseados, y posteriormente se seca, la imagen resultante es el positivo.

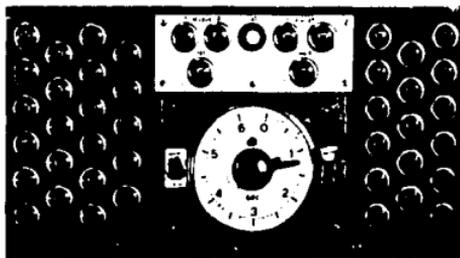
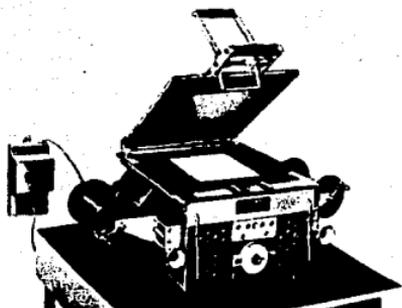
La emulsión del papel fotográfico es esencialmente lo mismo que la de la película normal, con la diferencia que es sensible solo a una parte del espectro de color, por lo tanto podremos utilizar la luz de seguridad. Por lo cual el papel es revelado en cubetas abiertas en vez de los tanques cerrados a la luz utilizados para la película, y la imagen va apareciendo a medida que se revela el papel, en trabajos de fotografía aérea la película no se puede ampliar, porque se perdería detalle y es por ello que solamente se pueden sacar copias de contacto, es decir la copia debiera ser de igual tamaño que el negativo.

Para la obtención de copias de contacto, contamos entre otras con la K G 30. La copiadora KG 30, consta de un cojín neumático controlado por un manómetro y un conjunto de lámparas que son conectables individualmente. Esto hace que durante el copiado se eviten borrosidades y desplazamientos de la imagen. Además compensa diferencias excesivas y extensas - -

de la densidad en el original por una iluminación parcial. - Utiliza rollos de película de 120 m a 150 m de longitud, película cortada y placas negativas de un formato de 30 cm x 30 cm.

Está compuesta por 39 lámparas de luz fría de 110 V, 2 W conectables individualmente ó en grupos. La conexión individual de las lámparas tiene una importancia especial cuando se trata de copiar negativo con fuerte pérdida de luz hacia los bordes. Para asegurar la difusión de la luz, se ha previsto una lámina de vidrio opalescente y una lámina de plexiglas; un cristal de filtro permite variar los tiempos de exposición.

Esta copiadora tiene un peso de 82 k (incluyendo la caja de transporte).



# 5

# Conclusiones

Aparentemente existen tres limitaciones mayores en el uso de la cámara de 35 mm para estudios aéreos, las cuales son :

- La inestabilidad geométrica de la cámara, sus elementos de orientación interior sufren alteraciones.
- El tamaño de las exposiciones es pequeño.
- Encontrar el balance entre el control terrestre y la precisión altimétrica requerida.

Independientemente de estos problemas hay aplicaciones apropiadas, especialmente en estudios urbanos en donde los puntos de control son más accesibles. Es posible digitalizar puntos de control directamente de mapas de escala grande que claramente muestran los monumentos del control horizontal y vertical.

Hablando de manera general una cámara de 35 mm es inapropiada para estudios estereoscópicos de grandes áreas. A menos que el estudio sea menor de un kilómetro cuadrado, la baja altura de vuelo requerida para producir medidas altimétricas precisas implica un enorme volumen de exposiciones. Esto podrá parecer irrelevante en el momento de la toma de las fotografías pero será muy notorio cuando se tenga que analizar la imagen.

Cual es el futuro? Los sistemas de navegación de satélite ya existen, aunque aun no cubren las 24 horas del día y aun son algo caros, pero potencialmente de gran relevancia para nuestra fotografía aérea "alternativa" las predicciones hechas para los sistemas de navegación de satélite buscan una precisión de 15 a 100 m en un plazo corto pero de 50 m ó menos después de 1995 si la presión de la aviación civil tiene éxito con las autoridades de los Estados Unidos de America se esperan 5 canales (mas que adecuado para avio

nes ligeros) para reducir el costo de alrededor de 3000 a - 4000 dólares para 1995, y posiblemente menos para plataformas más lentas.

Ya existen interfaces para el acoplamiento de cámaras - complejas y navegación, pero actualmente son caros aún para estándares de cámaras de formato grande. Los productores - de equipo de sistemas de posicionamiento global (GPS) con-- fían que las interfaces de trabajo para usos de propósitos generales (no especialmente para topografía) pronto podrán adquirirse 25 % más baratos. Para 1992 debe ser posible ar-- mar un sistema de operación de cámara accionado por Navstar que pueda navegar al blanco, colocando al avión sobre la lí-- nea y guiando la cámara a puntos predeterminados con una - precisión mejor que 100 m a un costo inicial de 10,000 dóla-- res pero de creciente. Estamos muy sorprendidos con el de-- sarrollo del equipo relacionado con el programa GPS y el au-- tor confía que los 1990 atraerán un total rango nuevo de - equipo de control que podrá aplicarse a muchos aspectos de la fotografía aérea y similarmente al equipo de computación, a precios sorprendentemente bajos.

Aparte de las ventajas obvias del uso de las cámaras - de 35 mm en términos de economía, tamaño, peso, intercambio de lentes, filtros y un procesamiento rápido y simple de - las películas, los estudios de formato pequeño tienen limi-- tantes en su precisión. Las ventajas de estudios aéreos - con formato pequeño son muchas y sí la cámara de 35 mm. es - usada apropiadamente aún con las limitaciones de la inesta-- bilidad geométrica y el tamaño de formato pequeño, segura-- mente serán usados en levantamientos topográficos.

Cabe señalar que la mayoría de las técnicas nuevas que se desarrollan no necesariamente sustituyen a las anteriores, sino que las completan ampliando cada vez más el cam--

po la acción de la fotogrametría. Así por ejemplo la fotogrametría aérea no sustituye a la terrestre, ni tampoco la fotogrametría analítica sustituye a la analógica sino que cada una tiene aplicaciones diferentes.

" B I B L I O G R A F I A "

- MEMORIAS DEL 2° SIMPOSIO DE FOTOGRAMETRIA, CELEBRADO EN BURLINGTON HOUSE, LONDRES EL 1° DE NOVIEMBRE DE - 1988.
  
- PHOTOGRAMMETRIC ENGINEERING AND REMOTE SENSING. VOL. XLVII, N°6.  
AMERICAN SOCIETY OF PHOTOGRAMMETRY.
  
- PHOTOGRAMMETRIC ENGINEERING AND REMOTE SENSING.  
VOL. XVVII, N° 5. AMERICAN SOCIETY OF PHOTOGRAMMETRY.
  
- LIBRO DE DIETER SCHLUTER . HELICOPTEROS A CONTROL REMOTO . NECKARVERLAG VILLINGEN 1977.
  
- EL LIBRO GUIA DE LA FOTOGRAFIA MICHAEL BUSSELLE.  
  
ENCICLOPEDIA SALVAT DE LA FAMILIA.
  
- EQUIPO DE LABORATORIO PARA PELICULAS AEREAS,  
FOLLETO DE LA ZEISS.
  
- REVISTA MAY FAIR.  
  
VOL. 24.. N° 1.