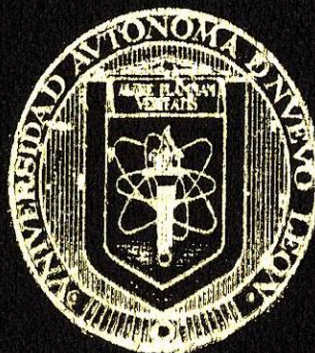


UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON
FACULTAD DE AGRONOMIA



CONFRONTACION EN FLUCTUACIONES DE ALTURA
OBTENIDAS DE INFORMACION CARTOGRAFICA Y
SU CORRESPONDIENTE FOTOGRAFIA AEREA CON
LA BARRA DE PARALAJE.

TESIS

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO AGRICOLA
PRESENTA

DELFINO DIAZ MONCADA

MARIN, N. L.

NOVIEMBRE DE 1990

T

TA593

D5

C.1



1080061833

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON
FACULTAD DE AGRONOMIA



CONFRONTACION EN FLUCTUACIONES DE ALTURA
OBTENIDAS DE INFORMACION CARTOGRAFICA Y
SU CORRESPONDIENTE FOTOGRAFIA AEREA CON
LA BARRA DE PARALAJE.

TESIS

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO AGRICOLA
PRESENTA

DELFINO DIAZ MONCADA

MARIN, N. L.

NOVIEMBRE DE 1990

T
TA 593
D 5



Biblioteca Central
Magna Solidaridad
F. Tesis



BU Rauli Rangel Frías
UANL
FONDO
TESIS LICENCIATURA

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON
FACULTAD DE AGRONOMIA
DEPARTAMENTO DE INGENIERIA AGRICOLA

" TESIS "

Confrontación en fluctuaciones de altura
obtenidas de información cartográfica y
su correspondiente fotografía aérea con
la barra de paralaje.

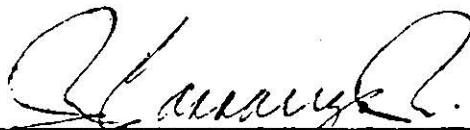
Elaborada por:

Delfino Díaz Moncada

Aceptada y aprobada como requisito parcial
para obtener el título profesional de:

INGENIERO AGRICOLA

Comité supervisor de Tesis:



ING. ROBERTO CARRANZA DE LA ROSA

PRESIDENTE



ING. JESUS RAUL RDZ. RDZ.
SECRETARIO



ING. JUAN ANTONIO VIDALES CONTRERAS
VOCAL

DEDICATORIA

A dios:

Por haberme dado la oportunidad de vivir un sueño hecho realidad, quien iluminó el sendero de la verdad y la esperanza.

A mis padres:

DELFINO DIAZ PIÑON

MARIA REMEDIOS MONCADA RODRIGUEZ

Por su cariño, comprensión y guía en mi formación como persona y como profesionista y a quien debo la culminación del presente trabajo.

A mis hermanos:

Esteban, Arturo, Joaquín, Pedro, Javier, Verónica,
Daniel por ser compañeros en todo momento.

A mi novia:

Con admiración por brindarme su cariño y comprensión en los momentos más difíciles de esta etapa.

AGRADECIMIENTOS

- A la Facultad de Agronomía, Universidad Autónoma de Nuevo León, por permitir mi formación profesional y el conocimiento de la flama de la verdad.
- Al Departamento de Ingeniería Agrícola de la FAUANL por las atenciones otorgadas durante mi estancia.
- Al Ing. Roberto Carranza de la Rosa, por su amistad y confianza otorgada para el desarrollo del presente trabajo.
- Al Ing. Jesús Raúl Rodríguez, por su incondicional participación y atinadas sugerencias.
- Al Ing. Juan Antonio Vidales Contreras, por su disponibilidad mostrada como participante en la comisión revisora de tesis.
- A mis amigos y compañeros de la FAUANL y de SPP-INEGI, por haberme dado la satisfacción de conocerlos y con quien compartí momentos imperecederos. Y para todas aquellas personas que he olvidado mencionar pero que de alguna manera han colaborado con su apoyo y amistad en mi formación profesional.
- A la Sra. María Elizabeth González Muñoz, por su amabilidad y excepcional labor en la mecanografía del presente trabajo.
- A tí con quien comparto los momentos gratos de mi vida.

INDICE

	Página
1. INTRODUCCION.....	1
2. LA FOTOGRAMETRIA	3
2.1 Definición de la fotogrametría.....	3
2.2 Breve historia de la fotogrametría.....	4
2.3 Clasificación de la fotogrametría.....	7
3. APLICACION Y GEOMETRIA DE LA FOTOGRAFIA AEREA - VERTICAL.....	11
3.1 Comparación entre fotografías aéreas y - - mapas.....	11
3.1.1 Mapas.....	13
3.1.2 Fotografía aérea.....	13
3.2. Elementos para el cálculo de escalas.....	17
3.3 Representación de la escala.....	20
3.4 Medición de distancias en fotografías - - aéreas y/o cartas.....	24
3.4.1 Recta.....	27
3.4.2 Curva.....	28
4.- VISION BINOCULAR.....	30
4.1 Principio de la visión binocular.....	30
4.2 Elementos geométricos de la visión binocu- lar.....	31
4.3. Requisitos para la observación estereosco- pica de fotografías aéreas.....	34
4.4 Métodos para observación estereoscópica de fotografías aéreas.....	36
4.5 El estereoscopio.....	39

4.5.1	Estereoscopio de bolsillo.....	40
4.5.2	Estereoscopio de espejos.....	42
4.6	Obtención de la base estereoscópica.....	45
4.7	Orientación de fotografías aéreas bajo el estereoscopio de espejos.....	49
5.	PARALAJE Y MARCA FLOTANTE.....	53
5.1	Principio de la marca flotante.....	53
5.2	Paralaje estereoscópico.....	54
5.3	Diferencia de paralaje o paralaje diferen- cial.....	58
5.4	Deducción de la fórmula de paralaje.....	61
5.5	Uso de la barra de paralaje.....	65
5.5.1.	Obtención de lecturas por medio de la barra de paralaje.....	65
5.5.2	Ajuste de la barra de paralaje.....	68
6.	MATERIALES Y METODOS.....	70
6.1	Materiales.....	70
6.2	Métodos.....	70
7.	RESULTADOS.....	77
8.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	88
9.	ANEXO.....	92
10.	GLOSARIO.....	98
11.	BIBLIOGRAFIA.....	110

INDICE DE FIGURAS

Figura		Página
1	Fotografías aéreas según la posición del eje óptico de la cámara y sus distorsiones en la escala de las mismas.	6
2	Campo angular de una cámara	7
3	Fotografía aérea.	8
4	Fotogrametría terrestre	9
5	Frecuencia de observaciones del SPOT y obtención de la estereoscopia.	10
6	Representación de la Proyección Central . . .	11
7	Proyección paralela con centro de perspectiva en el infinito	12
8	Proyección ortogonal sobre un plano	12
9	Representación del desplazamiento debido al relieve.	15
10	Esquema amplificado de los ejes vertical y óptico para la definición de los elementos de la fotografía aérea	16
11	Relación entre una distancia en el terreno y su correspondiente en la fotografía	18
12	Fotografía aérea Escala 1:50 000	21
13	Representación de la escala gráfica y sus equivalencias	22

Figura		Página
14	Representación de la escala gráfica y sus - equivalencias.	23
15	Fotografía aérea Escala 1:25 000.	25
16	Carta Topográfica Escala 1:50 000	26
17	Curvímetro	29
18	Esquema de la observación estereoscópica de un objeto por el ojo humano.	31
19	Elementos de visión binocular.	32
20	Elementos involucrados en el ángulo paralác- tico	33
21	Observación de una pirámide de base cuadrada desde dos puntos diferentes.	34
22	Representación esquemática de la relación - B/z.	35
23	Observación con ejes ópticos cruzados del - mismo punto en dos fotografías	37
24	Observación binocular con ejes ópticos con-- vergentes.	38
25	Observación binocular con ejes ópticos cruza dos.	39
26	Observación a través del estereoscopio.	39
27	Estereoscopio de bolsillo.	40
28	Base instrumental en el estereoscopio de es- pejos.	43
29	Tripleta estereoscópica donde la imagen con- jugada hace posible la visión estereoscópica	

Figura	Página
de toda el área que comprende la fotografía 2.	46
30 Vista en planta de la observación de la base instrumental.. . . .	47
31 Observación de puntos homólogos bajo el este reoscopio de espejos	48
32 Determinación de la base instrumental (d) . . .	48
33 Obtención del punto principal e indicadores en la fotografía	50
34 Demostración de lo que es la línea de vue-- lo	51
35 Correcta orientación de un par fotográfico, bajo el estereoscopio de espejo	52
36 Al desplazamiento Δx de una marca en un - - plano horizontal le corresponde una varia--- ción de altura ΔH	54
37 Esquema vertical de la toma de un par este-- reoscópico.	55
38 Forma de obtener el paralaje de un punto en forma monoscópico en cada fotografía del par estereoscópico.	56
39 Equivalencia del paralaje absoluto de un pun to principal en la base aérea.	57
40 Esquema donde se observan las diferencias de paralaje en dos fotografías sucesivas, corres ponde a una diferencia de altura en el terre-	

1 Cálculo de la altura de vuelo de un punto -

A.

1. INTRODUCCION.

Día con día notamos que el uso de los materiales aerofotográficos se hace más común entre técnicos y profesionales de diversas disciplinas del conocimiento humano: hace apenas algunos años poco se conocía de las técnicas de la fotogrametría, la fotointerpretación, la percepción y sensores remotos. Agrónomos, geólogos, geógrafos, ecólogos, biólogos y profesionales de - - otras ramas de las ciencias, han encontrado en estas técnicas - de la fotogrametría las herramientas necesarias para el estudio, evaluación y en general, la obtención de la información y elementos para la planificación del medio físico geográfico y, aún, en los océanos, sobre todo cuando estos fenómenos son de - tamaño relativamente grande y se manifiestan en lugares de difícil acceso.

Sin embargo, podemos considerar que en ningún momento estos técnicos pretendan convertirse en fotogrametristas, fotointerpretes o en especialistas de la materia, ya que la complejidad y profundidad de su conocimiento requerirían de varios cursos y algunos años para alcanzar esta especialización.

La utilidad y la eficiencia de estas técnicas se manifiestan de diferentes maneras, por ejemplo la fotografía aérea, en sus diferentes modalidades, permite al fotointérprete detectar objetos o condiciones de dimensiones muy variables que van desde algunos metros hasta varios o muchos de kilómetros, con una mejor resolución y con un grado de fidelidad geométrica; ya que ésta es un archivo del relieve, a través del tiempo y modifica

ciones. El material aerofotográfico permite rebasar las limitaciones espectrales de la visión humana y también permite "inmovilizar" todo lo que es observable, asegurando así la permanencia de la observación colectada en un tiempo y en un espacio dado.

Teniendo como antecedente todo lo anterior, el material aerofotográfico utilizado en el presente trabajo, está dentro del cubrimiento del Municipio de Marín, Nuevo León. Así mismo se utilizó la información cartográfica del área de estudio que está comprendida dentro de la Carta Topográfica G14C16.

Ahora bien, con el dominio de las técnicas fotogramétricas y de fotointerpretación aunque sea en su etapa más elemental, es un requisito que debieran cumplir preferiblemente, aquellos técnicos o científicos que tengan como área de acción la corteza terrestre e inclusive, el mar.

Lo anterior se deriva de la necesidad que se tiene en la actualidad de obtener un conocimiento real de los sistemas ecológicos, y recursos naturales, en la forma más amplia, rápida, económica y con un estándar de precisión y confiabilidad aceptable.

2. LA FOTOGRAMETRIA.

2.1 Definición de la fotogrametría.

La Fotogrametría es definida como la ciencia o arte de realizar mediciones precisas en base a fotografías aéreas a fin de determinar características métricas y geométricas de los objetos fotografiados, como por ejemplo: tamaño, forma y posición. (3,8)

Esta definición aunque no incluye en el sentido estricto de la palabra la interpretación de los elementos fotografiados, puede ser ampliada a la fotointerpretación, pues su finalidad es el levantamiento de mapas, ya sea fotográficos (por fotogrametría) o temáticos (por fotointerpretación).

Es evidente que entre fotogrametría y fotointerpretación no existe una separación estricta, sino que por el contrario ambas están íntimamente ligadas y no puede hablarse de una sin incluir conceptos de la otra. Por ejemplo, "sería absurdo medir las dimensiones de un objeto para incluirlo en un mapa sin haberlo previamente identificado"

El objetivo principal de la fotogrametría es la confección de mapas topográficos mediante el uso de fotografías aéreas o terrestres, así como el análisis cuantitativo de las imágenes presentes en las fotografías.

La palabra fotogrametría empezó a usarse corrientemente, desde la fundación de la Sociedad Americana de Fotogrametría (ASP), en el año de 1934. La palabra fotogrametría se deriva etimológicamente de tres raíces griegas:

PHOTOS - significa luz

GRAMA - significa lo que está dibujado.

METRON - significa medir.

De este modo las raíces que forma esta palabra significan "medir gráficamente por medio de la luz".(3,8)

2.2 Breve historia de la fotogrametría.

Con anterioridad a la invención de la fotografía se inició la utilización de perspectivas dibujadas a mano con el fin de - levantar cartas de costas, construcciones o paisajes. Así, en 1726 Capellen, las utilizó para levantamientos costeros luego - en 1759 J.H. Lambert, estableció las matemáticas para la trans- formación de una perspectiva.

En 1835 se inventó el estereoscopio mediante el cual se in trodujo el concepto de la doble imagen para observación de la - tercera dimensión.

En 1851, Aimé Laussedat, oficial de la armada francesa ini ció investigaciones para probar la utilidad de la fotografía con fines topográficos. Como resultado de sus experiencias, presen tó en 1857 el primer fototeodolito; una combinación de teodoli- to y cámara y el primer plano de París, Francia levantado con - fotografías terrestres.

Más tarde, en 1883 Stalze y Hank, establecieron la rela--- ción entre fotografía y proyección. Porro, de Italia, desarro- lló la primera cámara panorámica en la cual se podía fotogra--- fiar todo el espacio visible alrededor de la estación terres--- tre. (8)

En 1900, el capitán Scheimpflug de Australia dió solución

a la fotografía aérea, empleando una cámara de ocho lentes sostenido en la canasta de un globo. Con las siete fotografías - oblicuas y una vertical formaba una sola fotografía de gran campo angular. (3,8)

El tipo más comúnmente utilizado en la interpretación de la fotografía aérea es la fotografía vertical, que se toma con el eje de la cámara dirigido directamente hacia el centro de la tierra. (Figura 1)

La fotografía aérea oblicua se toma con el eje óptico de la cámara dirigido en una dirección cualquiera distinta a la del centro de la tierra. Las fotografías aéreas muy oblicuas muestran el horizonte, prescindiendo de la altura en que se tomen. Las fotografías aéreas poco oblicuas no muestran el horizonte, observese la figura 1. (4,5,10)

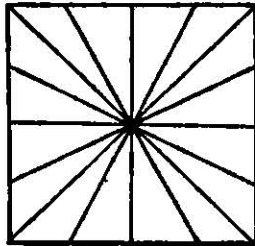
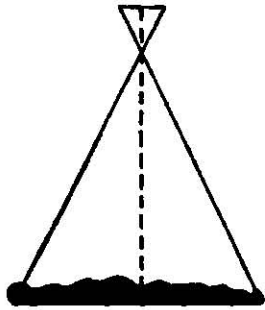
Por otra parte, el campo angular, se refiere al ángulo en el vértice del cono de luz que atraviesa el objetivo para formar la imagen, que a su vez es función de la relación, entre la constante de la cámara "c", y la diagonal "d" del cuadro del formato. Véase la figura 2. (2,8)

$$\alpha = 2 \arctg \quad d/2c$$

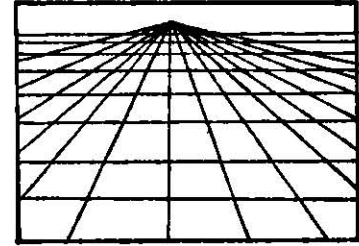
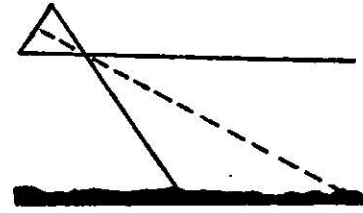
De donde:

d = diagonal del formato

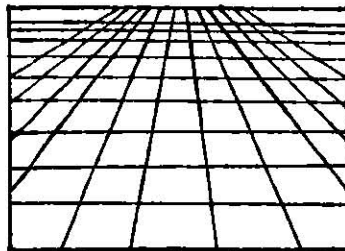
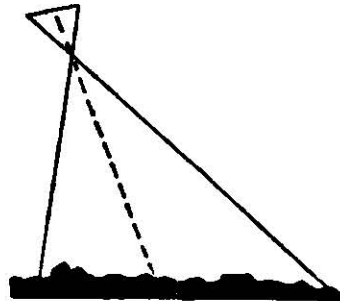
c = distancia principal



VERTICAL O
NADIRAL



OBLICUA PANORAMICA
(Muy oblicua)



OBLICUA CONVERGENTE
(Poco oblicua)

Figura 1 Fotografías aéreas según la posición del eje óptico de la cámara y sus distorsiones en la escala de las mismas.

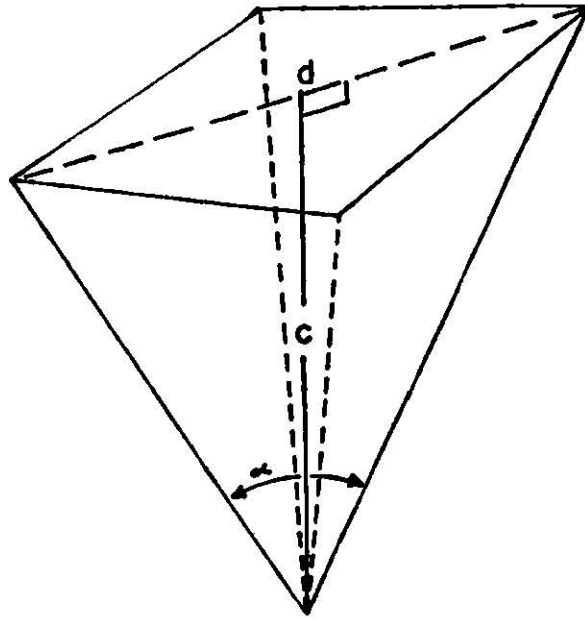


Figura 2 Campo angular de una cámara.

Con el desarrollo de la aviación continuó también el avance de la fotogrametría y durante la primera y segunda guerra mundial las técnicas de levantamientos aéreos fueron mejoradas y desarrolladas para la obtención masiva de información.

El avance y perfeccionamiento de cámaras aéreas, métodos de triangulación aérea, equipos de ortofotografía y la automatización de instrumentos han caracterizado el desarrollo de la fotogrametría en los últimos tiempos que, junto con los llamados sensores remotos, han venido a enriquecer la capacidad del hombre para conocer y evaluar los recursos de la tierra. (3,8)

2.3 Clasificación de la fotogrametría.

El rápido desarrollo tecnológico de la fotogrametría y sus múltiples aplicaciones han creado la necesidad de separarla o dividirla en grandes grupos según diversos puntos de vista. Así, según el tipo y posición espacial de la cámara, como - -

por su finalidad, la fotogrametría puede clasificarse en cuatro grupos:

- A).- Fotogrametría Aérea.
- B).- Fotogrametría Terrestre.
- C).- Fotogrametría Espacial.
- D).- Fotogrametría No Topográfica.

A).- La fotogrametría aérea.- Es la que utiliza vistas aéreas - del terreno, tomadas con cámaras métricas, montadas en un vehículo aéreo. Estas cámaras métricas o cartográficas, tienen el objetivo principal de obtener imágenes para realizar con ellas todo tipo de mediciones, obsérvese la figura 3.

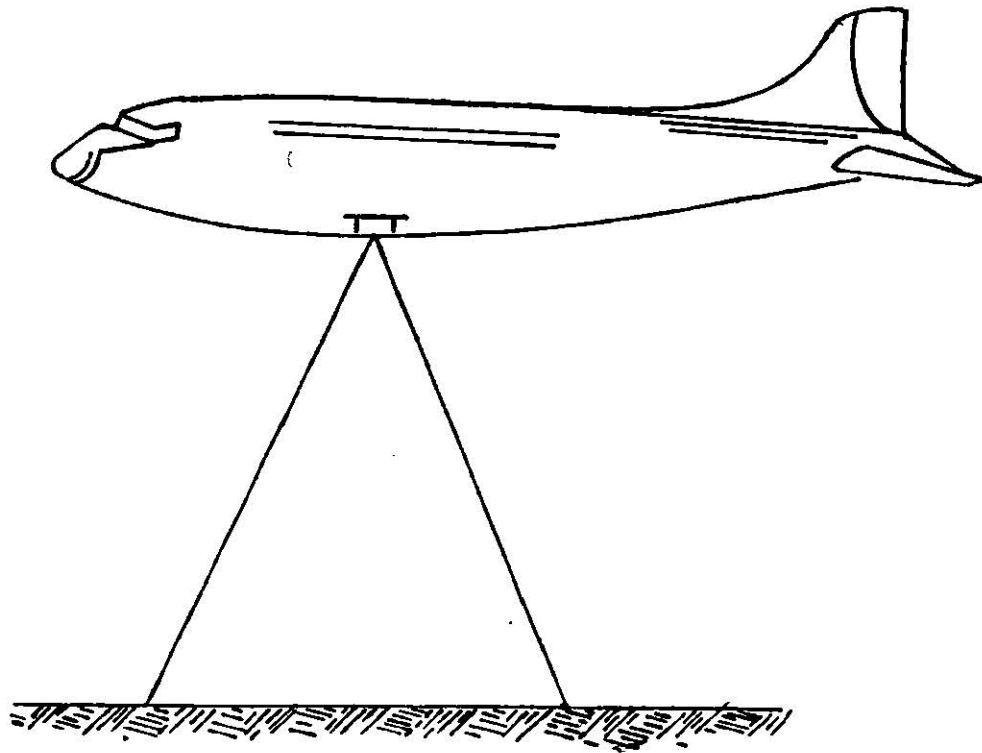


Figura 3 Fotogrametría aérea

B).- La fotogrametría terrestre.- Es la parte de la fotogrametría que utiliza fotografías tomadas desde una posición usual--

mente conocida sobre el terreno y con el eje de la cámara paralelo o casi paralelo a la superficie terrestre, así como se muestra en la figura 4.

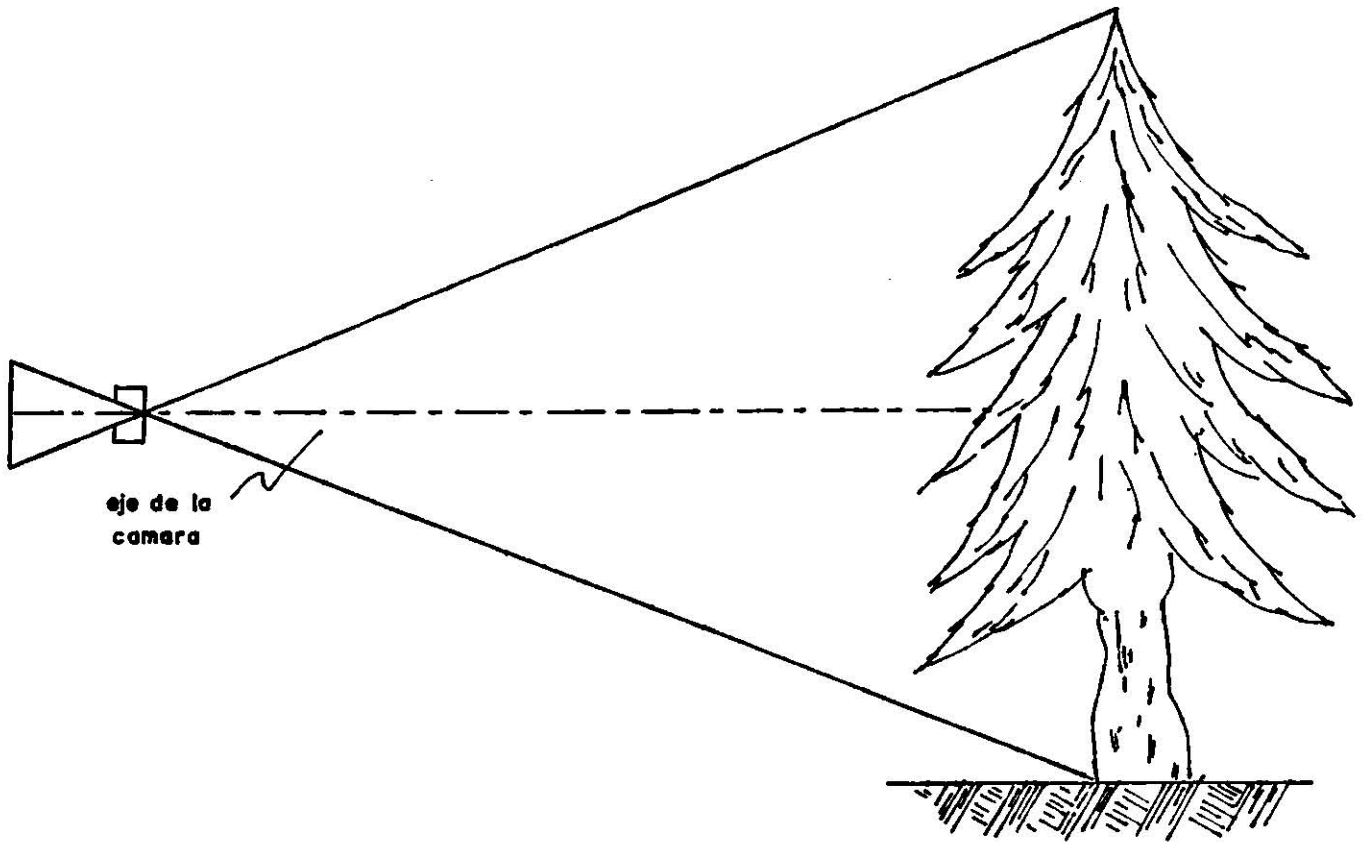


Figura 4 Fotogrametría terrestre.

C).- La fotogrametría espacial.- Esta abarca los aspectos de fotografía extraterrestre y mediciones hechas con la cámara colocada fija sobre la tierra, contenida en un satélite o colocada en la luna. Véase la figura 5.

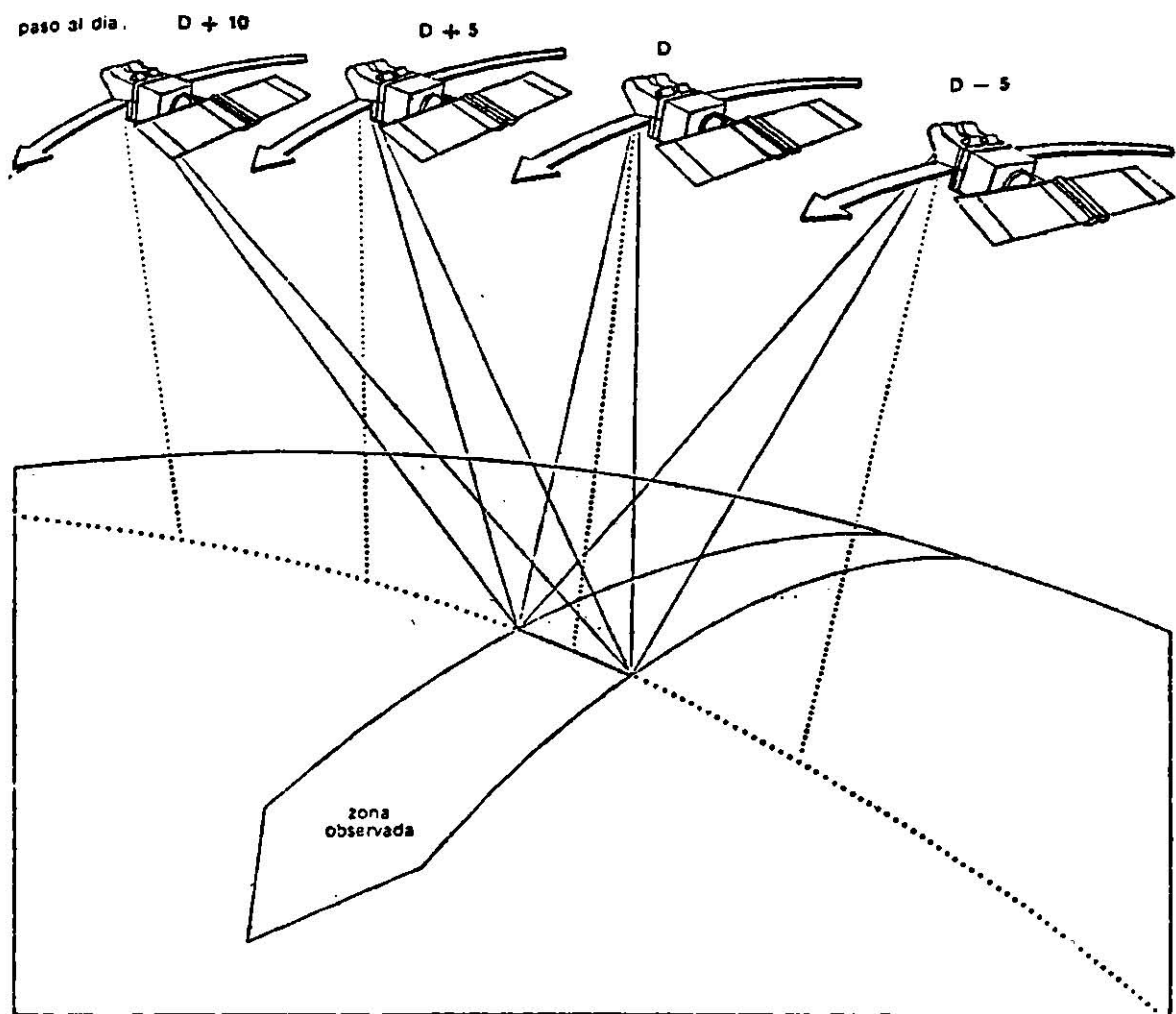


Figura 5 Frecuencia de observaciones del SPOT y obtención de la estereoscopía.

D).- La fotogrametría no-topográfica.- Comprende todas las aplicaciones en disciplinas tales como; balística, policía, tráfico u otros. (8)

3. APLICACION Y GEOMETRIA DE LA FOTOGRAFIA AEREA.

3.1 Comparación entre fotografías aéreas y mapas.

A fin de establecer las características geométricas de los principales elementos con que se trabaja actualmente en fotogrametría, mapas y fotografía aérea, conviene recordar los tipos de proyecciones geométricas de cada una de ellas.

a).- Proyección central.- Es cuando se forma la imagen - fotográfica de un objeto espacial sobre un plano al atravesar por un lente los rayos reflejados por los puntos del objeto e inciden sobre un plano.

Toma este nombre, debido a que todos los rayos de la superficie de un objeto pasan por un punto que es el centro de perspectiva, después del cual se proyectan o reflejan hacia un plano de perspectiva en el cual se imprime.

Todos los rayos que proyectan los vértices (ABCD) de la figura 6 pasan por el centro de proyección "O"

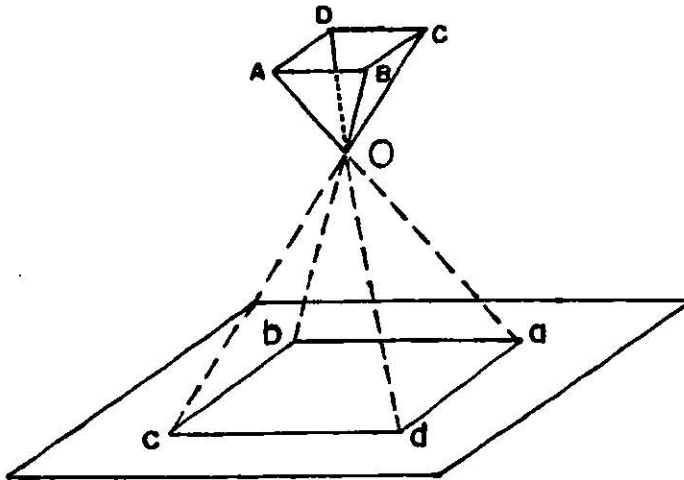


Figura 6 Representación de la "Proyección Central".

b).- Proyección paralela.- Cuando los puntos o vértices de una figura son proyectados en una dirección determinada, la proyección se llama "paralela". Según la dirección de estos ejes, sean oblicuos o perpendiculares, en relación al plano sobre el cual se proyectan, se tendrá una proyección "paralela u ortogonal", como se muestra en la figura 7 y 8 respectivamente. (5)

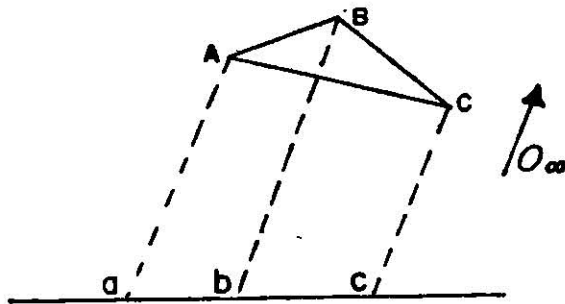


Figura 7 Proyección paralela con centro de perspectiva en el infinito.

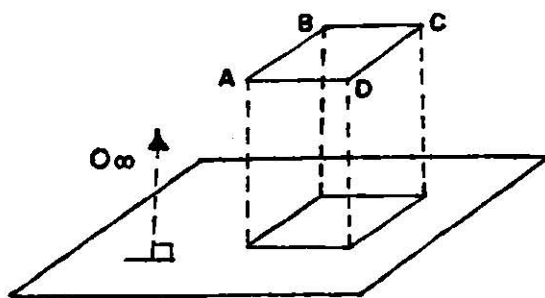


Figura 8 Proyección ortogonal sobre un plano.

Como resultado de las diferentes deformaciones geométricas que se tienen en las fotografías por diversos fenómenos al momento de la toma de estas, la fotografía aérea es diferente de

un mapa. Solo en el caso teórico de fotografías verticales de terreno plano horizontal y lente libre de distorsión (o sea - que no afecte la posición de los objetos en la imagen). La proyección central de la fotografía sería idéntica a una proyección ortogonal del terreno. (5,8)

QUISITO UNIDAD ?

3.1.1 Mapa

Es aquel que por su representación toma en cuenta la curvatura de la tierra y por su escala puede presentar desde aspectos locales hasta mundiales.

Características fotogramétricas de un mapa.

- Escala uniforme y absoluta.
- Proyección ortogonal.
- Representación de objetos o elementos: Todos los objetos incluso los no visibles.
- Es una representación abstracta en que la leyenda es indispensable.
- En general es necesario redibujarla para cambiar la escala.
- Orientación geográfica dada.
- Representación geométrica correcta. (3,5,8)

3.1.2 Fotografía Aérea.

La fotografía es una representación real y sincera - del objeto en el momento de la toma fotográfica. - Por lo que decimos que una fotografía aérea es cualquier fotografía tomada desde un vehículo aéreo.

Características fotogramétricas de la fotografía aérea.

- Escala variable y aproximada.

- Proyección central.
- Solo incluye los objetos visibles.
- Es una representación real que la leyenda reduce el valor.
- Fotográficamente se puede reducir o ampliar la escala - (dentro de ciertos límites).
- Carente inicialmente de orientación geográfica.
- Representación geométrica no correcta debido a:

Desplazamiento causado por el relieve. El desplazamiento debido al relieve se presenta por efecto de la proyección central en la toma de la fotografía aérea. Se observa que las partes más altas de los objetos tienden hacia la periferia de la fotografía. (3,5,8)

Suponiendo que desde un punto "0" en el espacio se ha tomado una fotografía exactamente vertical de un terreno plano horizontal (perfil del terreno 1) un punto "A₁" de dicho plano tendrá su correspondiente en el punto "a₁" de la fotografía. Véase la figura 9.

Si el terreno no es plano, sino que presenta diferencias de relieve como aparece en el perfil del terreno 2 y el punto "A₁" no se encuentra sobre el plano de referencia, sino en la posición "A", a dicho punto "A" le corresponderá "a" como imagen en la fotografía.

La distancia aa₁. es decir la distancia entre la imagen (a) de un punto del terreno y la imagen que tendría el mismo punto si se encontrara sobre el plano de referencia (a₁) se define como desplazamiento radial debido al relieve (Δr) del -

punto A con respecto al plano de referencia r. (8)

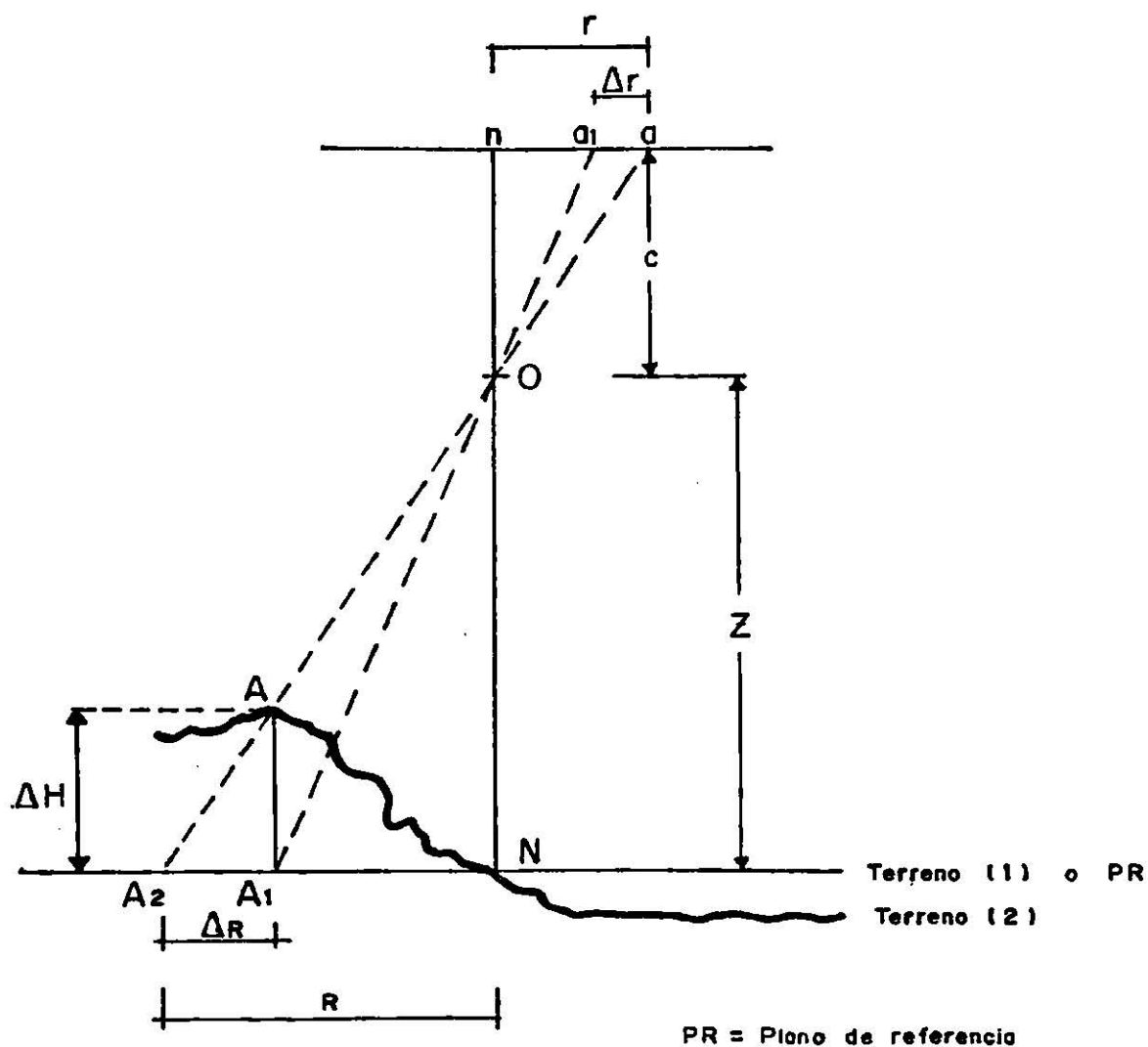


Figura 9 Representación del desplazamiento debido al relieve.

Es necesario aclarar que el desplazamiento debido al relieve dentro de la fotografía aérea crece radialmente a partir del punto nadir, en el cual su efecto es nulo y por lo tanto representa un punto ortogonal; pero para fines prácticos se toma este como punto principal para que a partir de este se hagan las correcciones necesarias ya que en una fotografía vertical coin-

ciden en un mismo punto, los puntos nadir, principal e isocentro, como lo muestra la figura 10. (3,5,8,12)

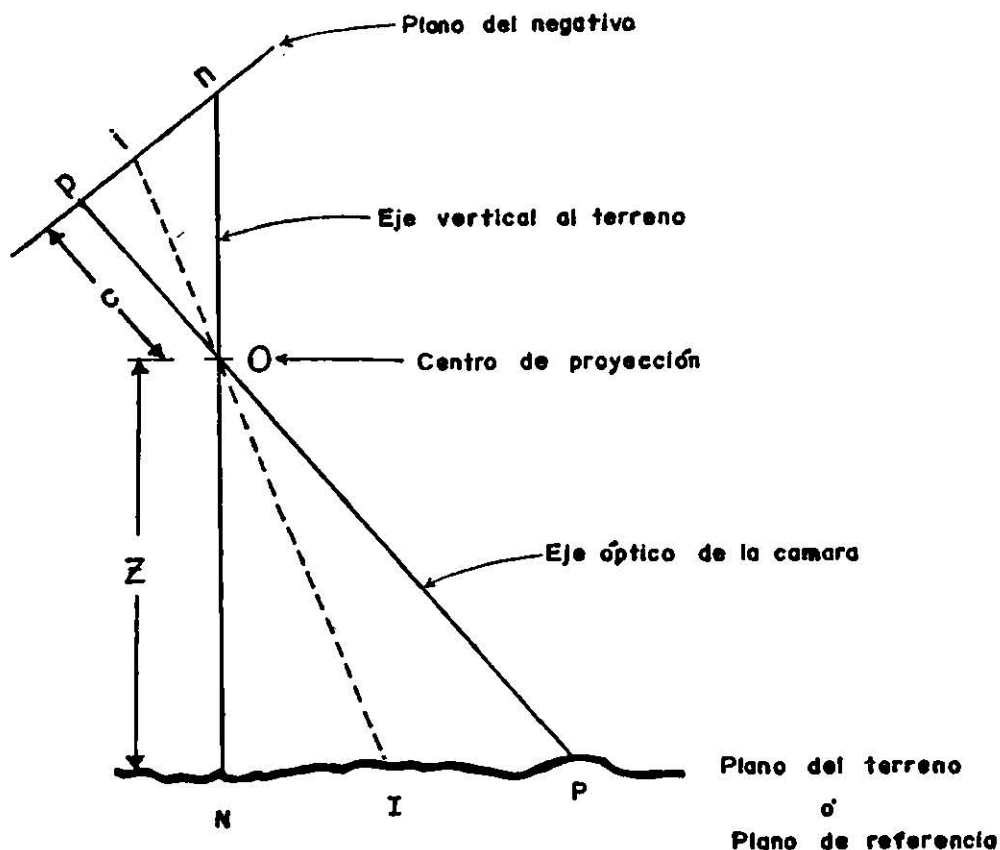


Figura 10 Esquema amplificado de los ejes vertical y óptico para la definición de los elementos de la fotografía aérea. Los puntos nadir (n), isocentro (i) y principal (p).

. Desplazamiento debido a la inclinación de la fotografía.

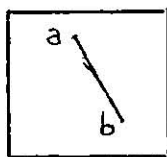
La acción de la inclinación del eje óptico de la cámara afectará las imágenes de los objetos las que aparecerán deformadas - por resultar un desplazamiento debido a este fenómeno. Considerando que la distorsión (de la lente) y desplazamientos son en el sentido de la inclinación y que sus valores dependen del ángulo, pudiendo variar desde micras en la fotografía lo que re--

presenta en el orden de la escala cuando mucho algunos metros - en el terreno.

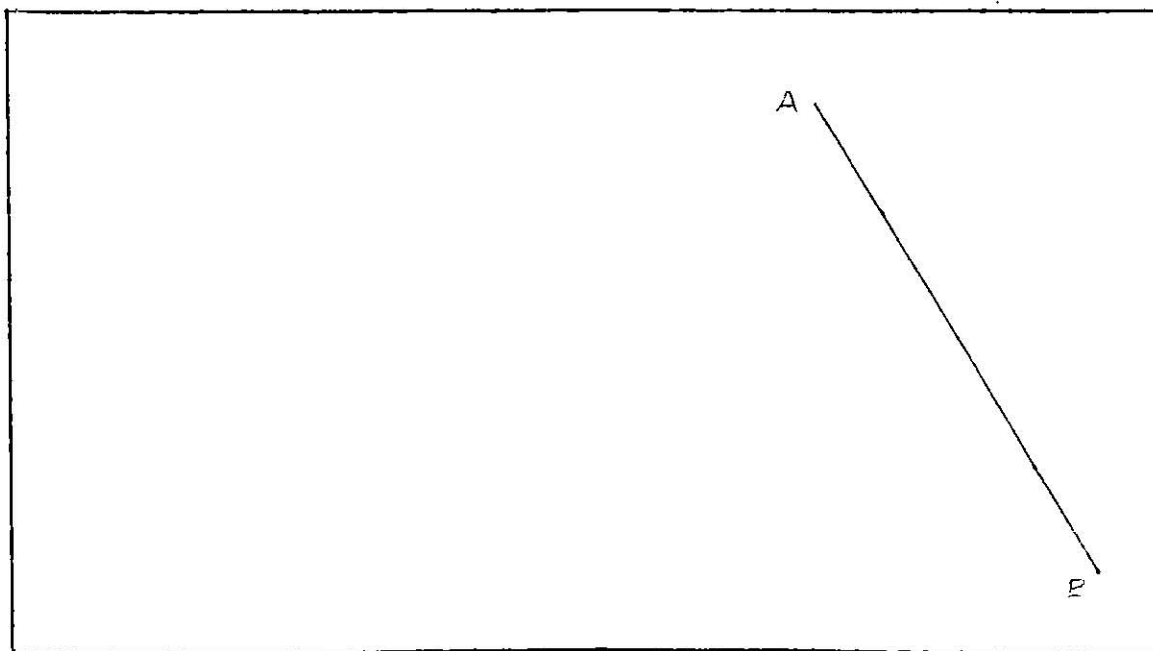
. Distorsión de la lente. El objetivo de una cámara aérea es una lente compuesta, en donde el error de distorsión afecta la posición de los detalles en la imagen pero no su calidad. (3,8)

3.2 Elementos para el cálculo de escalas.

La escala de una fotografía está determinada por la relación entre una distancia ab medida en la fotografía y su correspondiente AB medida en el terreno; como se muestra en el siguiente ejemplo:



Fotografía



Carta o Mapa

De lo anterior podemos deducir que:

$$\frac{l}{\text{Escala}} = \frac{a b}{A B}$$

Ahora de la figura 11 podemos comparar los triángulos semejantes Oab y OAB. (3,7,8)

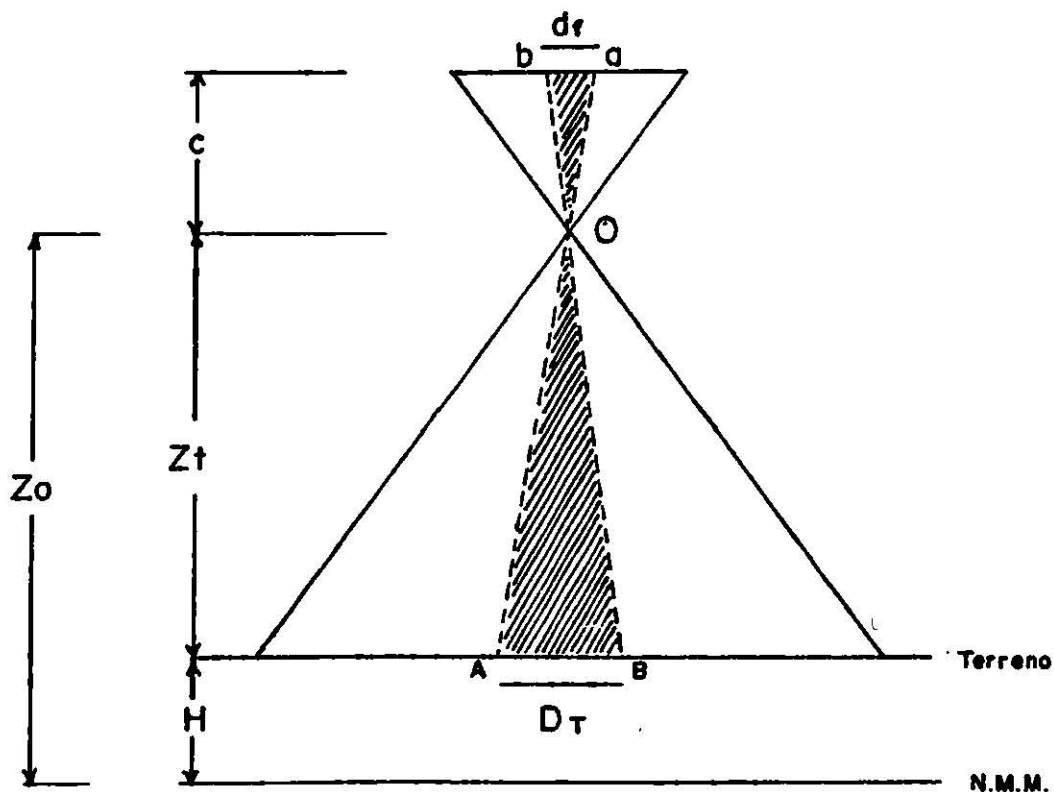


Figura 11 Relación entre una distancia en el terreno y su correspondiente en la fotografía.

Según la figura anterior podemos deducir que:

$$\frac{l}{E} = \frac{c}{Zt}$$

$$\frac{l}{E} = \left(\frac{l}{E_m}\right) \left(\frac{ab}{AB}\right)$$

Donde:

E = Módulo escalar.

l/E_m = Escalas del mapa.

- ab = Distancia en la fotografía (fotodistancia)
- AB = Distancia correspondiente en el terreno (geodistancia).
- O = Centro de Proyección.
- c = Distancia que hay del centro de proyección al plano focal (distancia principal).
- Zt = Altura de vuelo sobre el terreno.
- Zo = Altura de vuelo sobre el nivel medio del mar.
- H = Altura del terreno sobre el nivel medio del mar.

Por lo que también se puede definir la escala de fotografías aéreas como la relación entre la distancia principal (c) y la altura de vuelo sobre el terreno (Zt).

Los datos necesarios para calcular la escala por este método (c y Zo) aparecen impresos en la fotografía, sin embargo, la altura de vuelo se refiere normalmente a la altura absoluta de vuelo (o altura sobre el nivel medio del mar), de manera que para hallar la altura de vuelo efectivo sobre el terreno será necesario restarle la altura media del terreno; quedando la fórmula de la siguiente manera:

$$\frac{1}{E} = \frac{c}{Z_o - H_m}$$

Donde:

- E = Módulo escalar.
- Zo = c x E = Altura absoluta (o altura s.n.m.m.)
- Hm = Altura del terreno (a partir en forma ascendente del n.m.m.)
- c = Distancia principal.

La escala de una fotografía aérea $1/E$ también puede ser calculada comparando una distancia medida en la fotografía (ab) y su correspondiente (AB) medida sobre un mapa de escala conocida ($1/E_m$), pero debe tenerse en cuenta que la medición de distancias realizadas sobre las fotos, estarán afectadas por el desplazamiento debido al relieve quedando para este caso la fórmula de la siguiente manera; según las figuras 12 y 13.

$$\frac{1}{E} = \left(\frac{1}{E_m}\right) \left(\frac{ab}{AB}\right)$$

Donde:

E = Módulo escalar de la fotografía.

E_m = Escala del mapa.

ab = Distancia en la fotografía.

AB = Distancia en el mapa.

De acuerdo a las expresiones anteriores, resulta que para cada altura del terreno corresponderá una escala diferente; por eso, al referirse a la escala de una fotografía es conveniente hablar de escala media. (8)

3.3 Representación de la escala.

La escala se puede representar en formas de quebrado, razón o proporción, en forma gráfica. Todas representan lo mismo y su uso es indistinto; por ejemplo: $1/20\ 000$ o $1:20\ 000$ (uno a veinte mil).

La escala numérica se expresa algunas veces mediante una fracción en la que el numerador es la unidad medida sobre el mapa y el denominador es el número de las mismas unidades correspondientes en el terreno. (5)



Figura 12 Fotografía aérea Escala 1:50 000

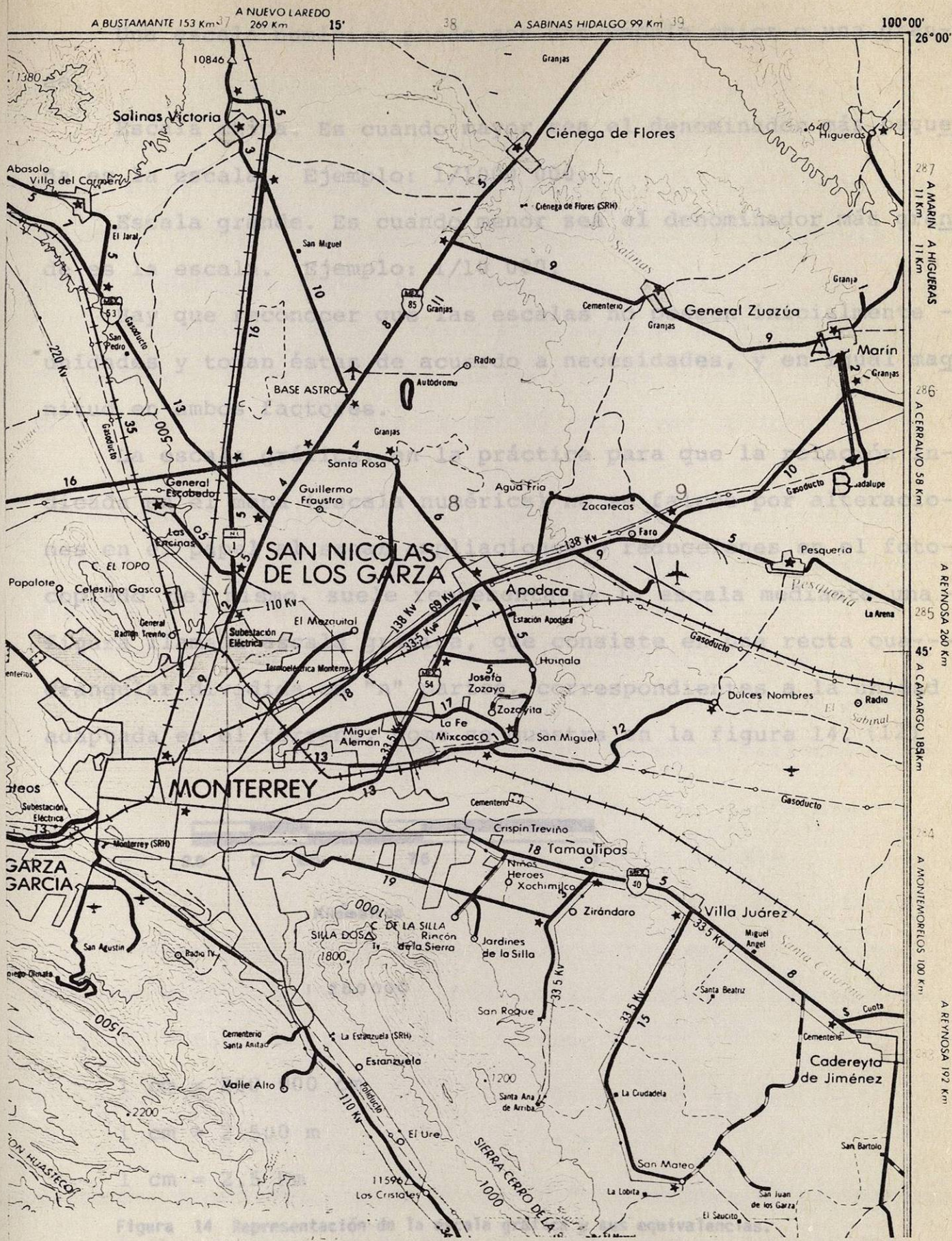


Figura 13 Carta Topográfica Escala 1:250 000

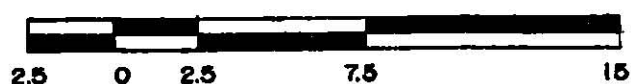
Una escala numérica puede ser una escala chica o una grande.

Escala chica. Es cuando mayor sea el denominador más pequeña es la escala. Ejemplo: 1/1000 000.

Escala grande. Es cuando menor sea el denominador más grande es la escala. Ejemplo: 1/10 000.

Hay que reconocer que las escalas no poseen inicialmente unidades y toman éstas de acuerdo a necesidades, y en igual magnitud en ambos factores.

La escala gráfica, en la práctica para que la relación indicada en el mapa (escala numérica) no se falcee por alteraciones en el papel al sacar ampliaciones o reducciones en el fotocopiado del mismo, suele representarse la escala mediante una figura llamada escala gráfica, que consiste en una recta cuadrangular dividida en "n" partes, correspondientes a la unidad adaptada en el terreno, como se muestra en la figura 14. (12)



Kilómetros

1 : 250 000

$$1 \text{ cm} = 250 \ 000 \text{ cm}$$

$$1 \text{ cm} = 2 \ 500 \text{ m}$$

$$1 \text{ cm} = 2.5 \text{ Km}$$

Figura 14 Representación de la escala gráfica y sus equivalencias.

3.4 Medición de distancias en fotografías aéreas y/o - cartas.

Para el cálculo de distancias sobre fotografías aéreas o - mapas topográficos y/o temáticos, podemos encontrar generalmen- te dos variables en cuanto a tipos de distancias se refiere y - éstos pueden ser: rectas o curvas.

En cualquiera de los casos anteriores se debe determinar - primeramente la relación que guarda 1 cm de longitud en la foto- grafía aérea, carta o mapa, según el caso; con la longitud re- al o con la longitud en el terreno. En el caso de fotografías aéreas cabe hacer la aclaración que primeramente deberá proce- derse a realizar las correcciones del desplazamiento ocasionado por el relieve. (8)

Considerando que la escala de la fotografía aérea sea - - 1:25 000 como se muestra en la figura 15, obtengamos la rela- ción de centímetros de fotografía a metros en el terreno.

Si 1 m. : 25 000 mts.	100 cm — 25 000 mts.
1 cm : 25 000 cms.	11.2 cm — X mts.
1 m. = 100 cm	X = 2 800 mts. en el terreno

Considerando que la escala de la carta sea 1:50 000 como - se muestra en la figura 16, obtengamos la relación de centíme- tros en la carta a metros en el terreno.

Sí 1 m. : 50 000 mts.	100 cm — 50 000 mts.
1 cm : 50 000 cms.	10.3 cm — X mts.
1 m. = 100 cms.	X = 5 150 mts. en el terreno

De los ejemplos anteriores deducimos que para relacionar -



Figura 15 Fotografía aérea Escala 1:25 000

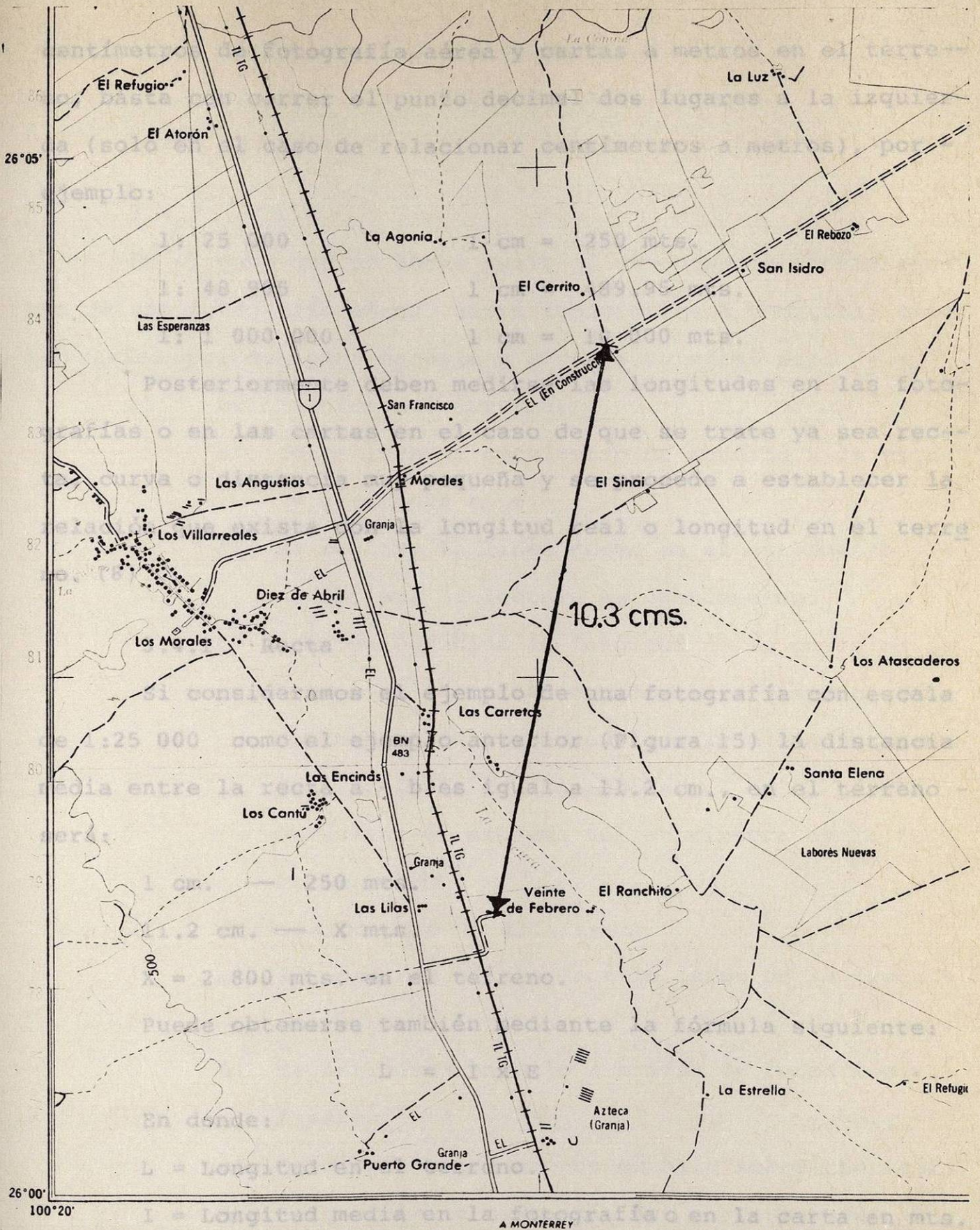


Figura 16 Carta Topográfica Escala 1:50 000

L = Longitud media en la fotografía o en la carta en mts.
 E = Módulo escalar de la escala de la fotografía.

centímetros de fotografía aérea y cartas a metros en el terreno, basta con correr el punto decimal dos lugares a la izquierda (solo en el caso de relacionar centímetros a metros), por ejemplo:

1: 25 000	1 cm = 250 mts.
1: 48 995	1 cm = 489.95 mts.
1: 1 000 000	1 cm = 10 000 mts.

Posteriormente deben medirse las longitudes en las fotografías o en las cartas en el caso de que se trate ya sea recta, curva o distancia muy pequeña y se procede a establecer la relación que exista con la longitud real o longitud en el terreno. (8)

3.4.1 Recta

Si consideramos el ejemplo de una fotografía con escala de 1:25 000 como el ejemplo anterior (Figura 15) la distancia media entre la recta a - b es igual a 11.2 cm., en el terreno será:

1 cm. —	250 mts.
11.2 cm. —	X mts.
X = 2 800 mts. en el terreno.	

Puede obtenerse también mediante la fórmula siguiente:

$$L = I \times E$$

En donde:

L = Longitud en el terreno.

I = Longitud media en la fotografía o en la carta en mts.

E = Módulo escalar de la escala de la fotografía.

$$L = 0.112 \text{ m} \times 25\ 000$$

$$L = 2\ 800 \text{ mts. en el terreno.}$$

Puede obtenerse también utilizando un escalímetro. (6,8)

3.4.2 Curva

En el caso que se desee medir el contorno de líneas curvas de una fotografía aérea, carta topográfica o temática, existen varias opciones para hacerlo y algunas de ellas son:

1. Utilización del curvímetro.
 - a). Se calibra el curvímetro de acuerdo a la escala que tenga este.
 - b). Se recorre la línea curva en el curvímetro y se obtiene la lectura en centímetros.
 - c). Una vez obtenida la longitud de la curva en la foto o en la carta se calcula la distancia que representa en el terreno, en la misma forma que en el cálculo de las rectas.

Obsérvese el esquema del curvímetro en la figura 17. (7,8)
2. Utilizando hilo y alfileres.
 - a). Se insertan alfileres a lo largo de la línea curva.
 - b). Se entrelaza un hilo a través de todos los alfileres.
 - c). Se mide posteriormente el hilo sobre una regla.
 - d). Se calcula la distancia que representa en el terreno.

A mayor número de alfileres la longitud medida será más -

confiable. (7,8)

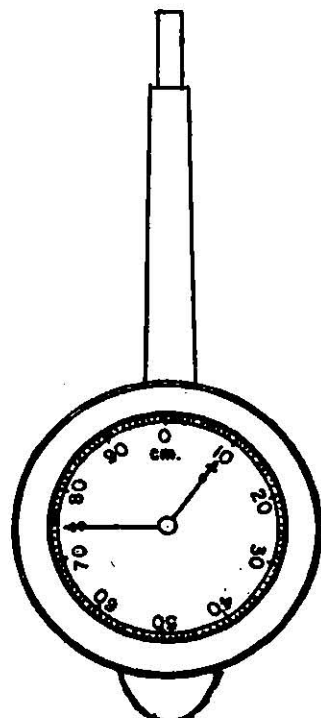


Figura 17 Curvíméetro.

4. VISION BINOCULAR.

4.1 Principio de la visión binocular.

La visión estereoscópica permite la observación tridimensional de los objetos dentro de una fotografía aérea. La visión estereoscópica depende de la capacidad del observador para resolver diferencias de paralaje entre imágenes próximas y lejanas. La verdadera visión estereoscópica binocular es conocida como "estereopsis". Depende de la capacidad del observador para percibir cantidades pequeñas pero significativas de paralaje. Cuando observamos un objeto cada ojo recibe una imagen diferente del mismo, por ser proyecciones centrales desde puntos diferentes, ambas imágenes se fusionan en el cerebro formando una imagen tridimensional del objeto; como se muestra en la figura 18. (5,10)

En fotogrametría se sustituye el terreno u objeto por dos fotografías del mismo lugar pero obtenidas cada una desde diferente posición y ángulo de toma, de manera que las imágenes recibidas por cada ojo sean también diferentes, pero complementarias, las cuales al fusionarse en el cerebro proporcionan una imagen tridimensional. A estas imágenes complementarias se les llamará puntos o imágenes homólogas. (5)

Los movimientos que realiza el ojo humano para observar un objeto son: acomodación y convergencia. Ambas funciones pueden ser realizadas en forma independiente; sin embargo, estamos acostumbrados a realizar las dos funciones al mismo tiempo para un mismo punto, de no hacerlo así y prolongar por algún tiempo estas funciones de modo independiente produce fatiga visual.

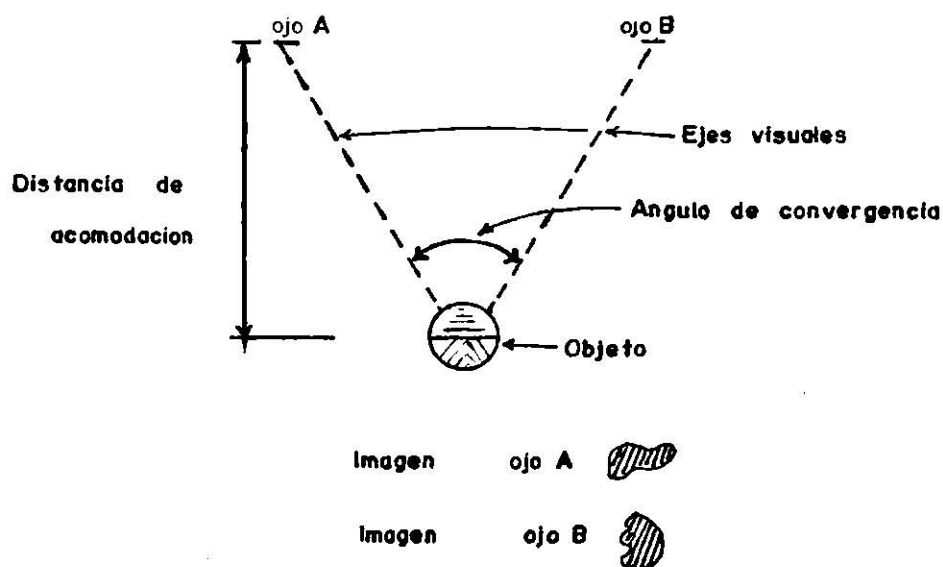


Figura 18 \ Esquema de la observación estereoscópica de un objeto por el ojo -- humano.

Por este motivo, al observar tridimensionalmente fotografías aéreas con instrumentos fotogramétricos tratamos que ambas funciones se realicen en condiciones similares a las que estamos acostumbrados en la vida diaria. (5)

4.2 Elementos geométricos de la visión binocular.

Cuando se observa un punto M (véase la figura 19) ubicado en el espacio (sobre el plano medio de la cabeza) los músculos de cada ojo hacen girar el globo ocular alrededor de su centro de rotación dirigiendo los ejes hacia el punto M. En ese momento se forman las imágenes de dicho punto m_1 y m_2 en el centro de las foveas correspondientes.

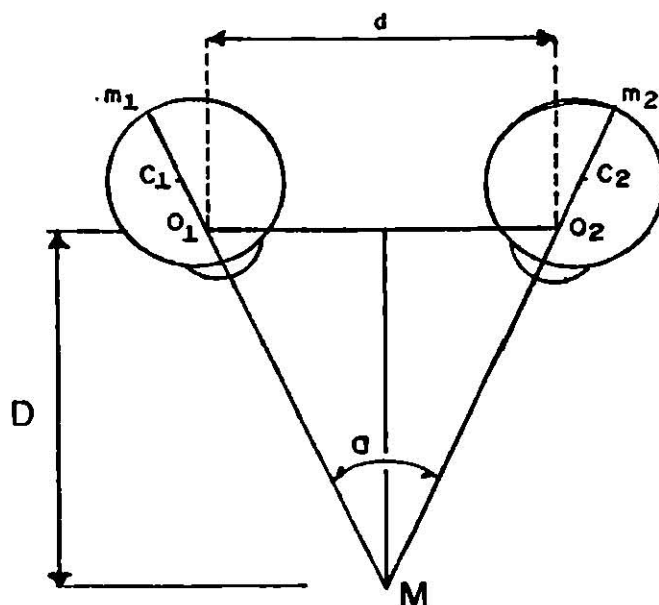


Figura 10 Elementos de vision binocular.

Siendo O_1 y O_2 los centros ópticos de los ojos, "d" la distancia interpupilar o base ocular, y "D" la distancia de observación de punto M, el ángulo de convergencia "a" (ángulo paraláctico) en radianes será:

$$a = \frac{d}{D}$$

A cada distancia de observación "D" corresponde un ángulo de convergencia diferente y por experiencia del observador, es posible tener idea de la distancia a la que se encuentra un objeto en base al valor del ángulo paraláctico "a".

El ángulo paraláctico "a" permite tener idea de la distancia a la que se encuentra un objeto y por consiguiente de su relieve, sin embargo debido a las pequeñas variaciones de dicho ángulo no es posible apreciar el relieve con precisión. Es ne-

cesario un segundo elemento de apreciación perspectiva que complementa la información suministrada por el ángulo de convergencia lo cual se indica en la figura 20. (3,8)

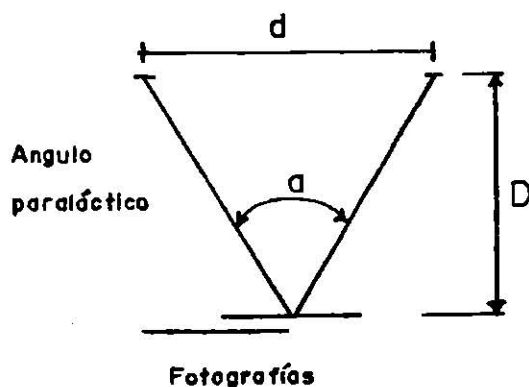


Figura 20 Elementos involucrados en el ángulo paraláctico.

Si observa por ejemplo una pirámide de base cuadrada con el eje ubicado en el plano medio de la cabeza del observador se obtendrán dos perspectivas diferentes " P_1, P_2 ", cada ojo percibe una de estas imágenes y la dualidad de impresión constituye un nuevo elemento de apreciación del relieve, como se muestra en la figura 21.

Podría preguntarse porque no se ven dos imágenes de un objeto, si éste es observado con los dos ojos. La respuesta es sencilla, la imagen del punto M , corresponde en cada retina a m_1 y m_2 , envía al cerebro las impresiones luminosas recibidas y la experiencia nos enseña que el punto M , no es doble sino simple ya que existe una relación entre las fibras nerviosas que transmiten el flujo de energía luminosa de puntos correspondientes, es decir puntos observados bajo un mismo ángulo de con

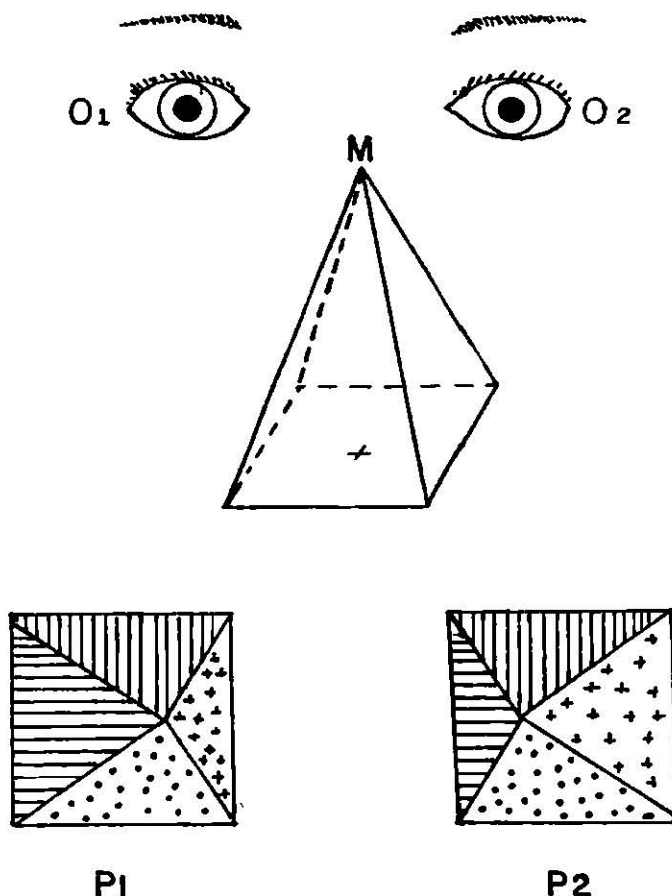


Figura 21 Observación de una pirámide de base cuadrada desde dos puntos diferentes.

vergencia, que hace que la imagen formada sea simple. (3,8)

4.3 Requisitos para la observación estereoscópica de fotografías aéreas.

En visión binocular artificial, se emplean dos fotografías tomadas desde dos puntos diferentes, cada una observada monocularmente (por ejemplo la fotografía izquierda con el ojo izquierdo y la derecha con el ojo derecho o viceversa) llegando al cerebro dos imágenes diferentes de un mismo objeto, produciendo una imagen tridimensional. (3,5,8)

En dichas imágenes debe ser posible la comodidad para cada ojo y la convergencia en forma similar a como ocurre en el caso de visión binocular normal por lo cual las fotografías deben satisfacer las siguientes condiciones:

- a) La relación B/Z debe estar comprendida entre 0.02 y 2.

Obsérvese la figura 22.

B = Distancia entre las estaciones o centros de exposición.

Z = Altura de vuelo.

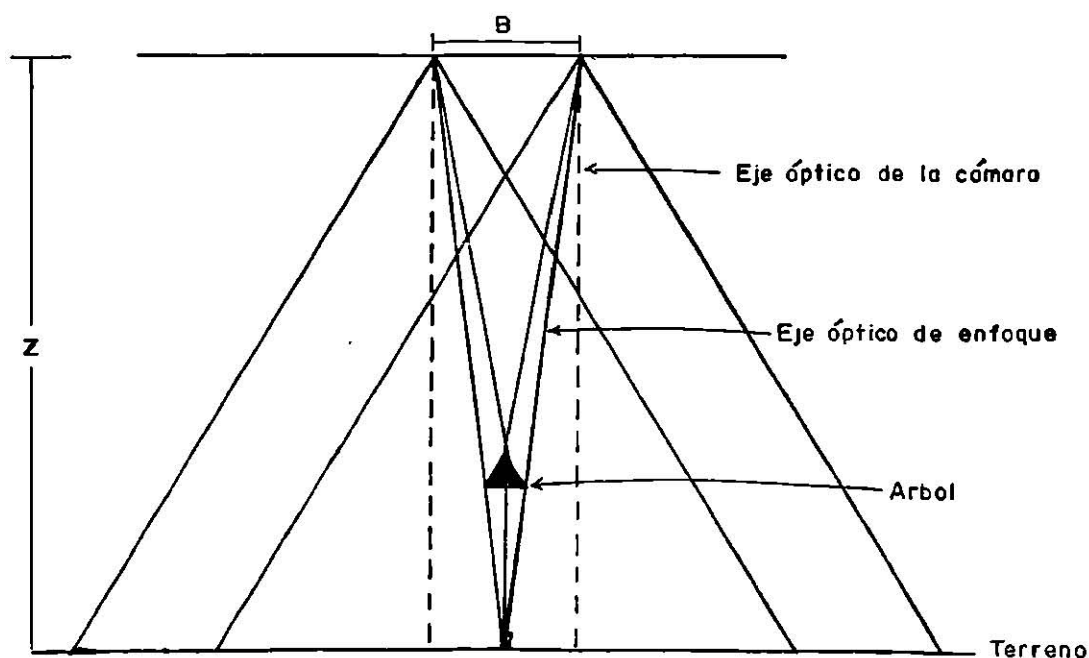


Figura 22 Representación esquemática de la relación B/Z .

Si la relación B/Z es superior a 2 las imágenes serán muy diferentes y resultará casi imposible formar una sola imagen tridimensional con ellas. Por el contrario, si la relación es menor que 0.02 significa que entre las imágenes no existe dife-

rencia apreciable y la visión tridimensional será difícil.

Los límites establecidos son arbitrarios.

El valor más utilizado es $B/Z = 0.6$.

b) La diferencia de escalas entre las fotografías debe ser inferior a $\pm 15\%$. Fotografías con diferencias inferiores a 10% fácilmente pueden ser observadas en tercera dimensión, pero para valores superiores, las diferencias en tamaño de las imágenes son demasiado grandes.

c) Los ejes de la cámara, en el momento en que se tomaron las fotografías deben pertenecer a un plano.

En fotografías inclinadas (oblicuas o convergentes) los ejes deben cortarse en el espacio y en el caso de fotografías verticales, como los ejes son verticales (y por consiguiente paralelos) siempre pertenecerán a un plano. (3,5,8)

4.4 Métodos para observación estereoscópica de fotografías aéreas.

La observación de un par estereoscópico de fotografías puede realizarse de tres maneras:

- a. Observación con ejes ópticos cruzados.
- b. Observación con ejes ópticos convergentes.
- c. Observación con ejes ópticos paralelos.
- a). Observación con ejes ópticos cruzados.

Esto implica observar con el ojo derecho la fotografía izquierda y con el ojo izquierdo la fotografía derecha, como se muestra en la figura 23.

La acomodación y convergencia son realizadas en diferentes puntos, por lo tanto este sistema produce demasiada fatiga, ya que ambas deben de coincidir en el mismo punto. (2,5,8)

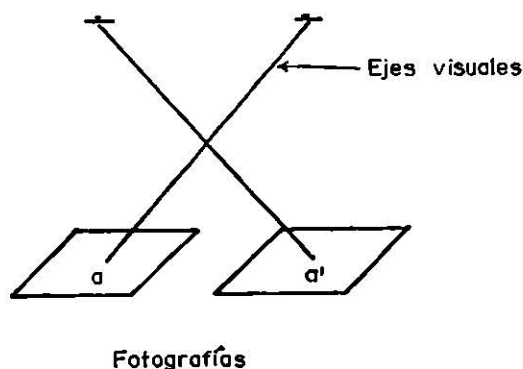


Figura 23 Observación con ejes ópticos cruzados del mismo punto en dos fotografías.

b). Observación con ejes ópticos convergentes-

En este caso, acomodación y convergencia son realizados a la misma distancia, es el método normal de observación y, por lo tanto, el más descansado; ya que las dos fotografías deben estar sobrepuestas, será necesario hacer la observación por medio de filtros para que cada ojo reciba una sola imagen.

Los sistemas más empleados en este método son: anaglifos, en donde se emplean filtros de colores complementarios (verde y rojo); luz polarizada que emplean filtros que polarizan la luz en dos direcciones perpendiculares y la luz intermitente, (alternadores) que emplea obturadores giratorios que permiten la observación alternada de las imágenes izquierda y derecha. Ca-

da ojo observa una sola imagen. Véase la figura 24.

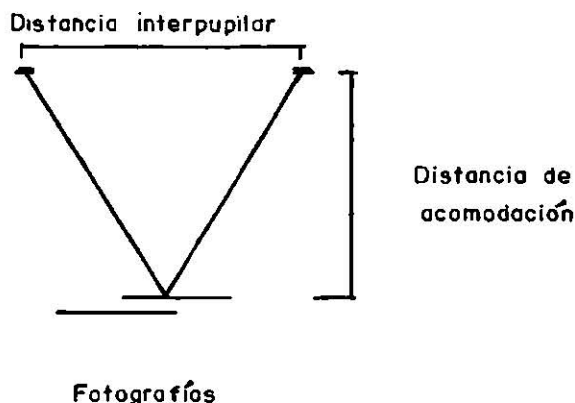


Figura 24 Observación binocular con ejes ópticos convergentes.

c). Observación con ejes ópticos paralelos.

Este método en general produce cansancio ya que los ejes de los ojos convergen en el infinito, en tanto que la acomodación tiene lugar a una distancia finita (distancia de observación); para que este método sea posible y menos fatigoso se colocan lentes entre los ojos y las fotografías, y éstas colocadas a una distancia igual a la distancia focal de la lente. De este modo, la acomodación corresponde con la convergencia y la visión será natural, véase la figura 25.

El sistema prototipo empleado para este método es por medio del estereoscopio de bolsillo y el estereoscopio de espejos. (Estereoscopio de espejos en el Anexo 1). (2,5,8)

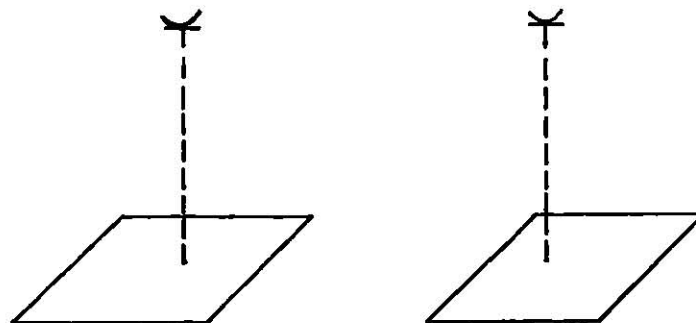


Figura 25 Observación binocular con ejes ópticos paralelos.

4:5 El estereoscopio.

Los estereoscopios son instrumentos que constan principalmente de una armazón que sirve para sujetar un par de lentes - que comúnmente son positivos (plano convexo) con distancia focal (f) menor de 250 mm, distancia normal de lectura, pudiendo ser usados como vidrios de aumento. Véase la figura 26.

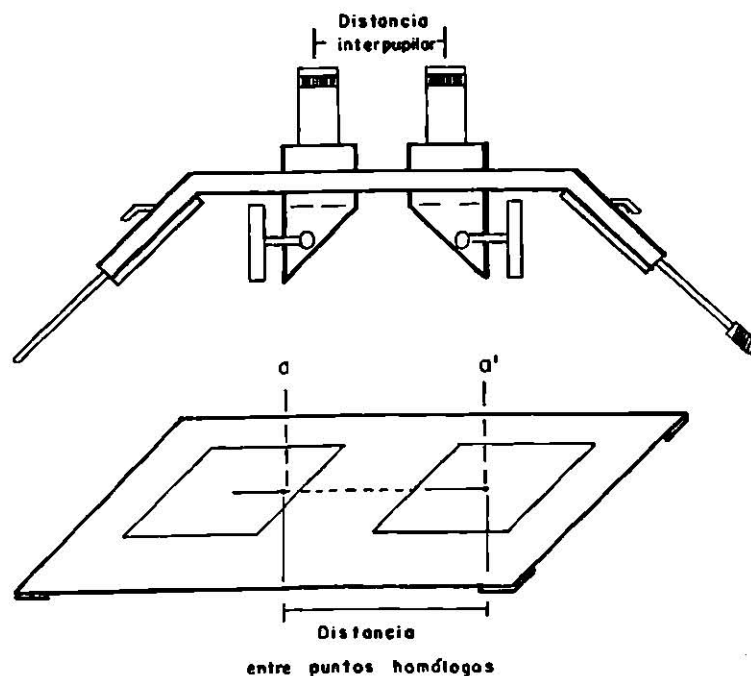


Figura 26 Observación a través del estereoscopio.

El poder de aumento de un estereoscopio se puede calcular con base a la fórmula de amplificación, que por definición es la relación entre la distancia normal de lectura y la distancia focal de lente: $250/f$.

El armazón de los estereoscopios varía y de ahí surgen diferentes tipos o modalidades, de las cuales solo analizamos las más comunes. (2,5)

4.5.1. Estereoscopio de Bolsillo.

Es ideal como herramienta educativa ya que mejora notablemente el método de estudio en campo utilizando técnicas de fotointerpretación en fotografías aéreas. El principio de estos instrumentos se basa en la observación binocular con ejes paralelos.

Descripción del estereoscopio de bolsillo.

Consta en general de un par de lentes plano - convexas, y cuya distancia focal (f) es de aproximadamente 80 o 100 mm y un soporte, como se muestra en la figura 27.

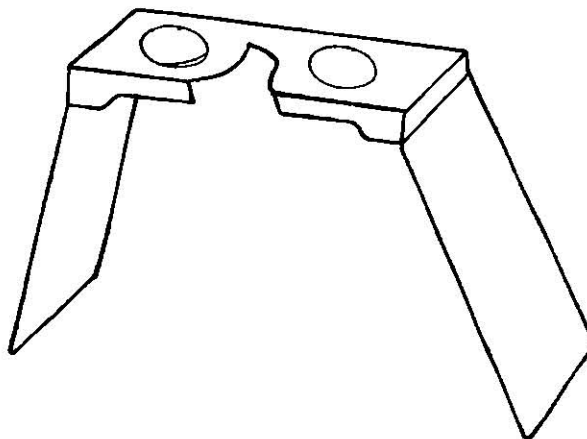


Figura 27 Estereoscopio de bolsillo.

Están diseñados para utilizarse en trabajo de campo, también son de gran utilidad en los trabajos de gabinete.

Cuando la distancia focal (f) de las lentes es de 80 mm, nos da un aumento de $250/80 = 3X$, o sea, tres veces y permite ver imágenes claras y nítidas.

Existen variaciones en los estereoscopios según su diseño, habiendo algunos con distancia interpupilar fija de 6.5 cm mientras que otros tienen la posibilidad de variar su distancia entre 5.5 y 7.5 cm, unos vienen con lentes reemplazables y otros traen inclusive una pequeña barra de paralaje (Anexo 2), que permite el cálculo aproximado de diferencias de altura.

Son empleados para la observación de fotografías con formatos de 23 cm x 23 cm o 18 cm x 18 cm, ya sea sobrepuestas o dobladas y usándose también para la observación de estereogramas con franjas de 6.5 cm (en el caso de estereoscopios con distancia interpupilar igual a 6.5 cm) pudiendo ser estos estereogramas de un ancho menor o mayor dependiendo del tipo de estereoscopio, (por ejemplo, estereoscopio con distancia interpupilar entre 5.5 y 7.5 cm) con los estereogramas incluso permite el uso de la cuña de paralaje (Anexo 3), con la cual puede calcularse en forma aproximada tanto diferencias de altura como grado de pendientes. (1,2,3,8)

Manejo del instrumento.

Para el uso del estereoscopio de bolsillo solo hay que tener en cuenta que la línea de vuelo del par estereoscópico sea paralela a la línea que una los dos centros ópticos y que la distancia entre puntos homólogos sea igual a la correspondiente

entre dichos centros ópticos.

Las principales ventajas del estereoscopio de bolsillo - son:

- bajo costo.
- rápido manejo.
- tamaño pequeño y facilidad de transporte.

Las desventajas son:

- La limitación del aumento (no se le puede implementar - aumentos).
- La distancia entre puntos homólogos debe ser aproximadamente igual a la base ocular (6.5 cm), la cual dificulta la observación de fotografías de 23 cm x 23 cm.
- El espacio reducido entre el instrumento y las fotografias, que dificulta el mapeo o dibujo sobre éstas. (3,5,8)

4.5.2 Estereoscopio de espejos.

Las desventajas mencionadas para el estereoscopio de bolsillos condujeron a la construcción del estereoscopio de espejos, donde la distancia entre puntos homólogos varía de 21' a 26 cm, permitiendo la observación completa de un modelo formado por fotografías de 23 cm x 23 cm. Esta distancia entre puntos homólogos es la que se denomina base del estereoscopio.

Descripción del estereoscopio de espejos.

Este instrumento consta básicamente de los siguientes elementos.

- a). Un par de lentes (o binoculares).
- b). Dos prismas (o espejos) a 45°.
- c). Dos espejos grandes montados sobre una armatura metálica.

ca.

La distancia entre puntos homólogos para la observación estereoscópica varía entre 25 y 26 cm, y llega a alcanzar hasta 30 cm, permitiendo con esto la observación estereoscópica completa de un modelo formado por fotografía de 23 cm x 23 cm. A esta distancia entre puntos homólogos es lo que se denomina base instrumental o base del estereoscopio, veáse la figura 28.

Este tipo de estereoscopio permite la adición de binoculares, para lograr en esta forma un aumento de 3X hasta de 8 veces el original. Cuanto mayor es el aumento menor es lógicamente el área de fotografía observada. (2,3,5,8)

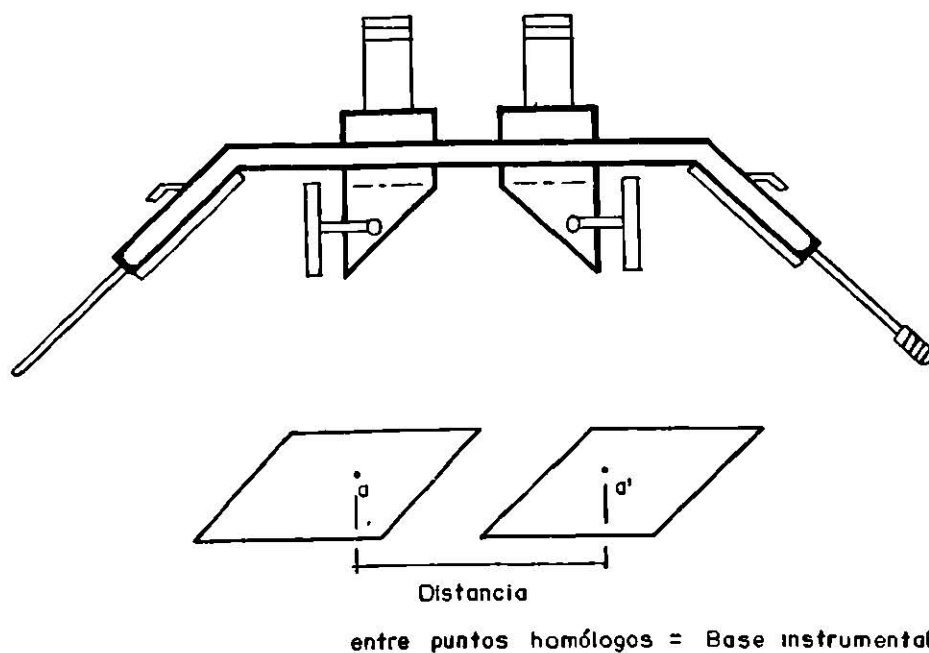


Figura 28 Base instrumental en el estereoscopio de espejos.

Permite la observación estereoscópica de pares fotográficos sin producir fatiga en estudios generales, semidetallados y especiales.

Atendiendo lo anterior y como resultado de los diferentes estudios ya mencionados surge la interpretación topográfica en donde su finalidad principal es reconocer e identificar los principales accidentes topográficos naturales y artificiales; así como realizar cálculos de diferencia de altura entre puntos, curvas de nivel, perfiles topográficos, etc., utilizando la barra de paralaje y estereoscopio de espejos.

En un levantamiento general, la escala de las fotografías es pequeña $1/50\,000$ o menor, y la información que se desea, es únicamente aquella que permita representar las características principales del terreno, sobre mapas a escala $1/50\,000$, $1/100\,000$ o menor, con intervalos de curvas de nivel de 50 m. o menores.

En un levantamiento semidetallado generalmente se emplean fotografías de escala media ($1/10\,000$ a $1/40\,000$) y por tratarse de una escala mayor, se pueden incluir muchos detalles del terreno e incluso se puede intensificar la representación altimétrica del terreno utilizando un intervalo de curvas de nivel mucho más pequeño (por ejemplo 25 o 5 m) para producir mapas de escala $1/25\,000$ a $1/5\,000$.

Con fines generalmente especiales, en zonas donde el valor de la tierra es muy alto o donde simplemente se requiere información muy detallada con miras a la elaboración de proyectos de ingeniería muy detallados, se pueden elaborar levantamientos to

pográficos detallados utilizando fotografía de escala grande - (1/1 000 a 1/10 000) donde prácticamente se representan todos - los elementos visibles en las fotografías, sobre mapas de esca- la 1/100 a 1/5 000 con curvas de nivel cada 0.50 a 5 m. (3)

4.6 Obtención de la base estereoscópica.

La base estereoscópica o base instrumental es la distancia horizontal que existe entre dos exposiciones sucesivas de foto- grafías aéreas. Su equivalente sobre la fotografía se le llama base fotográfica y corresponde a la distancia entre puntos prin- cipales de estas dos fotografías en el área correspondiente a la sobreposición longitudinal.

La base estereoscópica está ligada a la sobreposición que existe entre fotografías de una misma línea de vuelo; haciendo que el punto principal de una de ellas aparezca también en las fotografías laterales donde recibe el nombre de punto principal transferido (P.P.T.), por ello cada fotografía tendrá un punto principal y su transferido, así como se muestra en la figura 29. (5)

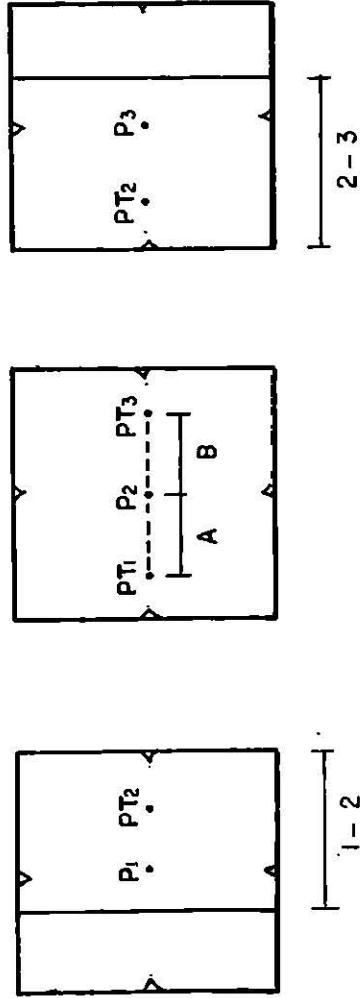
La obtención de la base instrumental, se logra mediante la aplicación de una metodología adecuada, como se indica a conti- nuación.

La base instrumental del estereoscopio de espejos se mide - de la siguiente manera:

- a) Se enfocan los binoculares y se ajustan a la distancia interpupilar. Este trabajo se realiza sobre una cartu- lina blanca de 50 cms. x 30 cms.
- b) Se traza una recta de aproximadamente 40 cms. sobre la

$P_1 - P_2 - P_3$ - Puntos principales de fotografías 1, 2, 3 respectivamente

$PT_1 - PT_2 - PT_3$ - Puntos principales transferidos



A = Base fotográfica entre la fotografía 1-2

B = Base fotográfica entre la fotografía 2-3

Figura 29 Tripleta estereoscópica donde la imagen conjugada hace posible la visión estereoscópica de toda el área que comprende la fotografía 2.

cartulina que cubre la mesa y se marca un punto A en el extremo izquierdo.

- c) Se coloca el estereoscopio sobre la mesa de modo que al observar (con binoculares), con el ojo izquierdo el punto A quede localizado en el centro del campo de la visión, y al observar con ambos ojos los segmentos de recta coincidan sobre una misma recta. En caso de no lograrse esto a la primera vez, desplace el estereoscopio en sentido del eje "Y" hasta lograrlo, véase la figura 30.

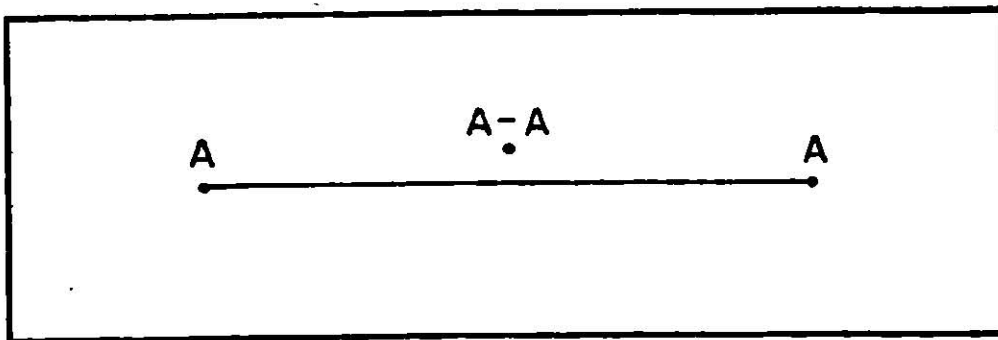


Figura 30 Vista en planta de la obtención de la base instrumental.

Al observar estereoscópicamente, los puntos homólogos se fusionan.

- d) Una vez logrado lo anterior; cerrando el ojo izquierdo obsérvese con el ojo derecho (únicamente), y marque un punto A' (sobre la línea en el centro del ocular derecho).
- Para comprobación cierre el ojo derecho y obsérvese el punto A. Este debe quedar al igual que A' sobre la recta, en la parte central del ocular izquierdo, como se -

observa en la figura 31.

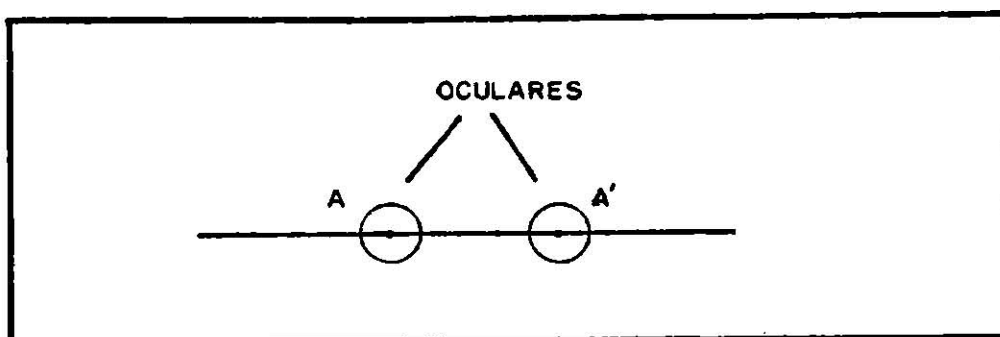


Figura 31 Observación de puntos homólogos, bajo el estereoscopio de espejos.

Al observar con ambos ojos al mismo tiempo, los puntos A y A' deberán coincidir en un solo punto.

En este momento con una regla graduada se mide la distancia entre ambos puntos y ésta será la "Base Instrumental o Base Estereoscópica", del estereoscopio que se está usando.

Cada vez que se use un estereoscopio nuevo esta base instrumental deberá obtenerse, obsérvese la figura 32.

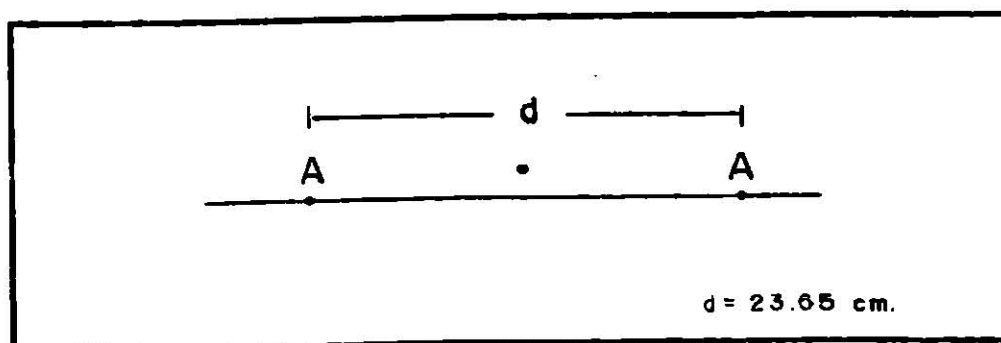


Figura 32 Determinación de la base instrumental (d).

4.7 Orientación de fotografías aéreas, bajo el estereoscopio de espejos.

El principal objetivo de orientar las fotografías aéreas, bajo el estereoscopio de espejos, es el de colocar correctamente un par sucesivo de fotografías, para ser observadas utilizando un estereoscopio de espejos sin producir fatiga visual.

Metodología.

- a). Colocar las dos fotografías en la misma secuencia en - que aparecen en la faja de manera que las sombras caigan hacia el operador.
- b). Marcar la línea de vuelo en ambas fotografías (uniendo los puntos principales mediante una recta), y hágalos coincidir sobre una misma recta.

Los puntos principales en cada una de las fotografías se obtienen uniendo las marcas fiduciales, como se - - muestra en la figura 33.

- c). La línea de vuelo (L.V.) se conoce uniendo los puntos principales (P_1 y P_2) y los puntos principales transferidos (PPT), a las fotos adyacentes. Esto se realiza en ambas fotografías, así como se muestra para una sola fotografía en la figura 34.

Cada punto principal, tiene su correspondiente homólogo en las fotografías anterior y posterior.



Figura 33 Obtención del punto principal e indicadores en la fotografía.

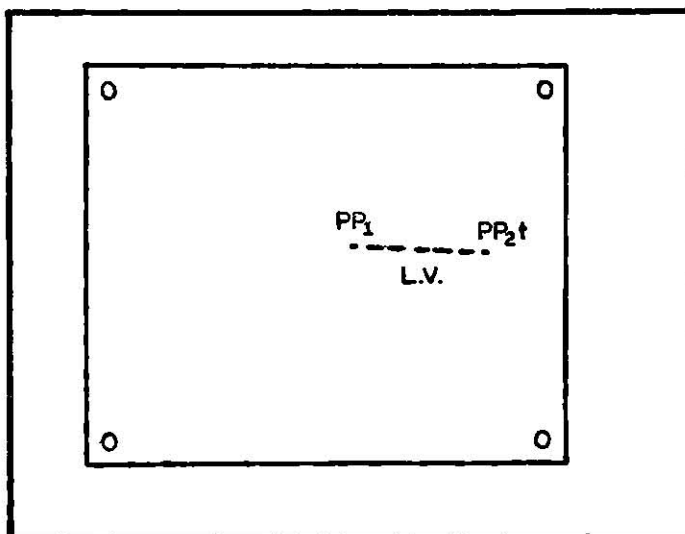


Figura 34 Demostración de lo que es la línea de vuelo.

Una vez hecho lo anterior, haga lo mismo para la otra fotografía y después pegue la fotografía izquierda con masking tape, en sus extremos.

- d). El paso siguiente consiste en ubicar sobre una línea -
 recta (para esto debemos auxiliarnos de una regla gra-
 duada de 30 - 40 cms.), y a la distancia de la base -
 instrumental o estereoscópica, 2 puntos homólogos, pe-
 gue en ese momento a la mesa la fotografía derecha, -
 tal como se ilustra la figura 35.

Una vez logrado todo lo anterior podemos desplazar el este-
 reoscopio de espejos, de modo que la base ocular sea paralela a
 la línea de vuelo, y de este modo se podrá observar todo el mo-
 delo estereoscópico sin forzar la vista. (6,11)

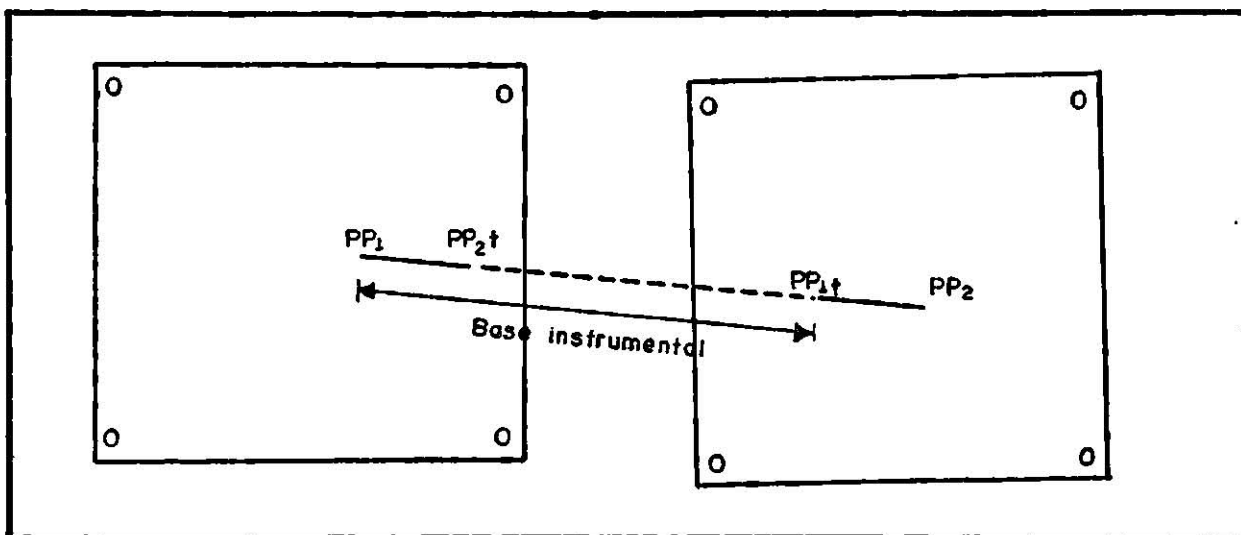


Figura 35 Correcta orientación de un par fotográfico, bajo el estereoscopio de espejos.

5. PARALAJE Y MARCA FLOTANTE.

5.1 Principio de la marca flotante.

Si al observar un par estereoscópico de fotografías aéreas se colocan marcas idénticas o complementarias sobre puntos homólogos de las fotografías, las dos marcas se verán fusionadas en una sola "marca flotante", integrada al modelo estereoscópico, aparentemente formando parte de la imagen y a la misma altura de la zona que lo rodea. (3,5,8)

Los tipos de marcas flotantes más comúnmente empleadas son:

- Marcas idénticas, círculos, cruces, etc., (0, +, X).
- Marcas complementarias, semicírculos, letras, etc., (0, Y.).
- Marcas tridimensionales, (\times).

Al mover una de estas marcas (que se encuentran representadas en las laminillas transparentes de la barra de paralaje, como se muestra en el Anexo 2), con respecto a la otra y en dirección paralela a la línea de vuelo para fotografías aéreas verticales de una misma faja se verá la marca flotante subir o bajar con respecto al terreno.

En la figura 36, puede observarse que cuando las marcas están en posiciones m' y m'' la marca flotante aparece en la posición M , pero si m' se desplaza hacia la izquierda hasta la posición m_1' , el punto M descenderá hasta la posición del punto M_1 .

A un desplazamiento Δx en dirección x (paralela a la línea de vuelo), le corresponde una diferencia de altura ΔH de

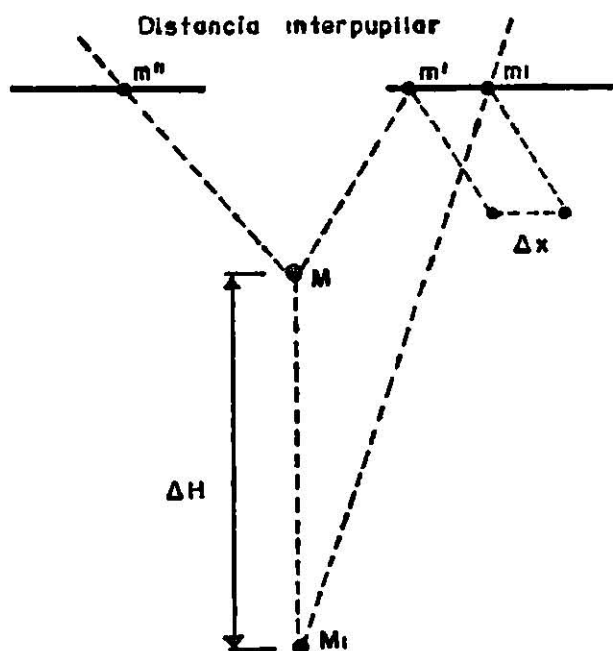


Figura 36 Al desplazamiento Δx de una marca en un plano horizontal le corresponde una variación de altura ΔH .

la marca flotante.

Basándose en este principio, es posible medir por medio de una Barra de Paralaje de ferretería Δx y utilizando la fórmula de paralaje se calculan diferencias de altura ΔH . (3,5,8)

5.2 Paralaje estereoscópico.

Paralaje estereoscópico o paralaje absoluto es el cambio de posición de la imagen de un mismo punto en dos fotografías referenciado a partir de los puntos principales, producido por el cambio de posición de la cámara, y su magnitud depende de la elevación del punto sobre el terreno. (4)

Las mediciones de paralaje constituyen la fase más importante en la estimación de los siguientes parámetros; diferen---

cias de altura, pendientes, cálculos de perfiles, curvas de nivel, etc., se requiere del manejo adecuado de los aparatos fotogramétricos, como estereoscopio de espejos y barra de paralaje para el caso. Sin embargo, se deben también tomar en cuenta - los siguientes factores: movimiento y ubicación del punto o marca flotante, la experiencia del fotointérprete, así como la calidad y la escala del material aerofotográfico. (1)

En la figura 37, se observa que la proyección de los ejes r_0 , y a_0 , de la fotografía 1 (izquierda) o la fotografía 2 (derecha), el punto R (parte baja de un árbol) sufrieron en efecto un cambio de posición debido al cambio de posición de la cámara fotográfica (PR y PA respectivamente). (5)

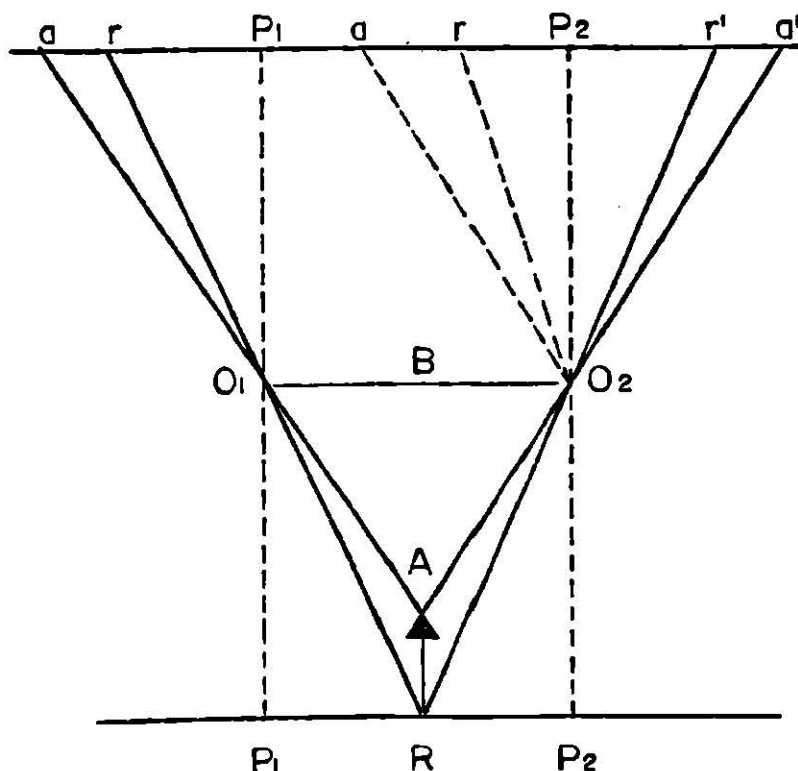


Figura 37 Esquema vertical de la toma de un par estereoscópico

Según la figura anterior podemos deducir que:

-- El paralaje del punto R = PR = $\overline{P_1 r} + \overline{P_2 r'}$.

-- El paralaje del punto A = PA = $\overline{P_1 a} + \overline{P_2 a'}$

Estas ecuaciones nos permiten obtener el paralaje estereoscópico de cualquier punto en la fotografía de una manera monoscópica con solo ubicar los dos puntos homólogos o sea, un punto y su transferido, véase la figura 38.

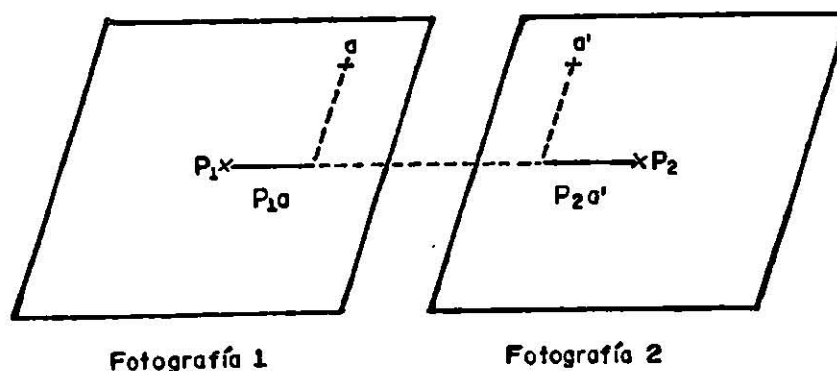
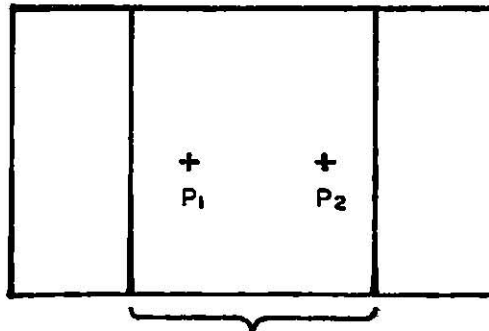


Figura 38 Forma de obtener el paralaje de un punto en forma monoscópica en cada fotografía del par estereoscópico.

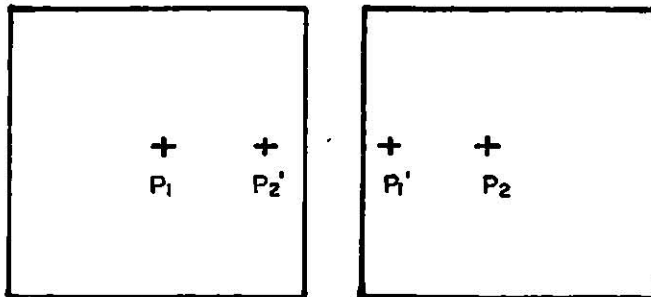
El paralaje absoluto del punto principal de una fotografía tiene equivalencia con la base aérea y esta se obtiene midiendo la distancia entre el punto principal de la fotografía adyacente que forma el par estereoscópico y su punto principal transferido en esa fotografía. Esta equivalencia se hace general para cualquier punto cuando este se encuentra a la misma altura del plano o nivel de referencia, o sea cuando:

$$P_1 = P'_1 P_2 \quad \text{y} \quad P_2 = P_1 P'_2, \quad (\text{Ver la figura 39}).$$



Area de sobreposición longitudinal

A: Par estereoscópico sobrepuesto



B: Par estereoscópico separado con la posición de los puntos principales transferidos (P_1, P_2).

Figura 39 Equivalencia del paralaje absoluto de un punto principal en la base --- aérea.

Esta equivalencia es variable, ya que quedó igualmente demostrado que el paralaje absoluto de un punto está relacionado a su altura o elevación sobre el plano del terreno o plano de referencia. Pudiendo establecerse que el "Paralaje Absoluto es proporcional a la altura sobre el plano de referencia"; o sea:

- A mayor altura del nivel de referencia de un punto, mayor será su paralaje.
- A menor altura de un punto, menor será su paralaje. (Véase la figura 37 de paralaje). (5)

De acuerdo a lo anterior y para este caso la ecuación para el cálculo de la paralaje absoluta quedaría de la siguiente manera:

$$PA = \overline{P_1 a} + \overline{P_2 a'} = \overline{P_1 P_2} - \overline{aa'}$$

$$PA = \overline{P_1 P_2} - \overline{aa'}$$

$$y \quad PR = \overline{P_1 r} + \overline{P_2 r'} = \overline{P_1 P_2} - \overline{rr'}$$

$$PR = \overline{P_1 P_2} - \overline{rr'}$$

5.3 Diferencia de paralaje o paralaje diferencial.

Se deduce que el paralaje estereoscópico, varía con la altura a partir del nivel de referencia del punto considerado, - siendo igual para puntos a igual altura; mayor para puntos con altura mayor y viceversa; en conclusión, la diferencia entre los desplazamientos de las imágenes de dos puntos en exposiciones sucesivas se establece como una diferencia en paralaje o paralaje diferencial, el cual es susceptible de transformarse a valores en metros, mismos que corresponden a diferencias en altu-

ras, así como se muestra en la figura 40.

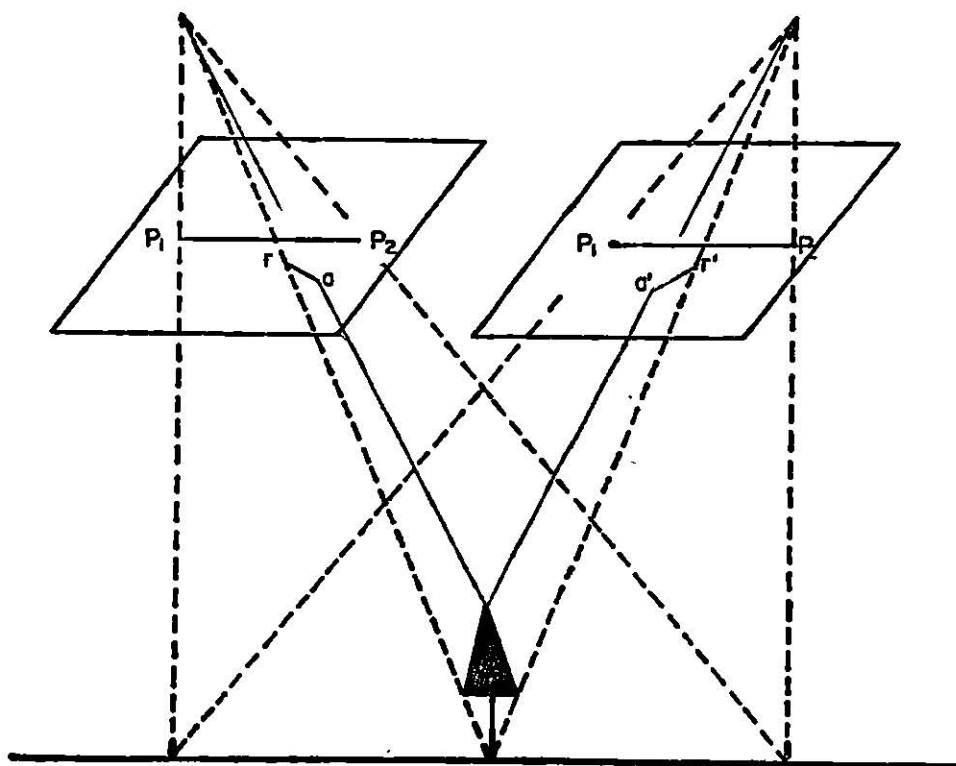


Figura 40 Esquema donde se observa que la diferencia de paralaje en dos fotografías sucesivas corresponde a una diferencia de altura en el terreno

El paralaje diferencial de dos puntos con diferencia en altura es usado para determinar el valor de la elevación mediante una diferencia de paralajes absolutos, pudiendo obtener las siguientes ecuaciones:

$$\Delta \text{PAR} = \text{PA} - \text{PR} = (\overline{P_1 P_2} - \overline{aa'}) - (\overline{P_1 P_2} - \overline{rr'})$$

$$\Delta \text{PAR} = \overline{P_1 P_2} - \overline{aa'} - \overline{P_1 P_2} + \overline{rr'}$$

$$\Delta \text{PAR} = \overline{rr'} - \overline{aa'}$$

Donde:

ΔPAR = Diferencia de paralaje entre el punto A y R.

A = Punto más alto.

R = Punto más bajo.

La diferencia de paralajes puede ser calculada con las ecuaciones anteriores mediante la diferencia de las distancias de los puntos homólogos.

La distancia entre puntos homólogos puede medirse con una simple regla pero para fines de mayor precisión se utiliza una barra de paralaje que tiene una aproximación hasta de una centésima de milímetro, obsérvese la figura 41 en donde se marcan los puntos a analizar. (5)

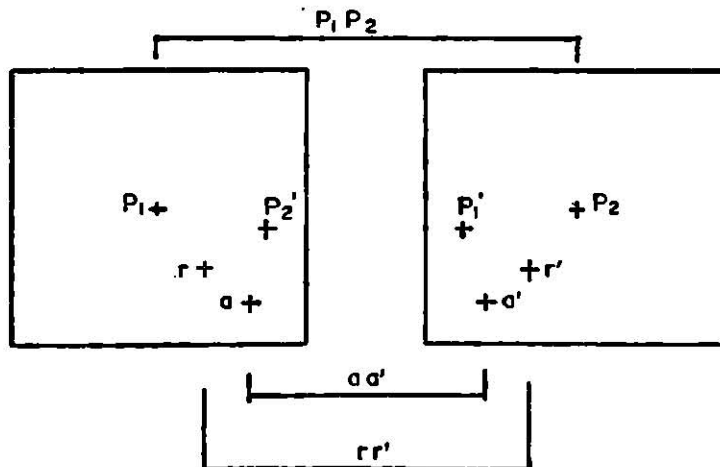


Figura 41 Elementos para el cálculo de la diferencia de paralaje en dos puntos --
(A y R).

5.4 Deducción de la fórmula de paralaje.

La fórmula de paralaje es la relación matemática que permite calcular diferencias de altura a partir de diferencias de paralaje y viceversa.

Suponiendo que se desea calcular la diferencia de altura - entre dos puntos A y R será necesario tomar una de ellas como - punto de referencia (por ejemplo el punto R) y calcular la diferencia de altura del punto A con respecto al punto R.

Desde los centros de proyección O_1 y O_2 ubicados sobre una misma línea de vuelo se toman con la misma cámara dos fotografías verticales del punto A, obteniendo a' y a'' que son las imágenes del punto A en las fotografías. Por O_2 se traza una recta paralela a O_1A determinada en la fotografía derecha por el punto a_1' , correspondiente de a' si las fotografías 1 y 2 se colocan una sobre la otra con los puntos principales en coincidencia. La distancia a'' será la paralaje absoluta (P) del punto A, como lo podemos ver en la figura 42.(3,8)

Relacionando las bases y las alturas de los triángulos semejantes O_1O_2A y $a_1'a''O_2$ se tendrá que:

$$\frac{Z}{c} = \frac{B}{P}$$

Por lo tanto:

$$Z = \frac{B \cdot c}{P}$$

En la cual B y c son constantes para un par estereoscópico ya que representan la base en el aire y la distancia principal de la cámara, pero Z y P varían en función de las diferen--

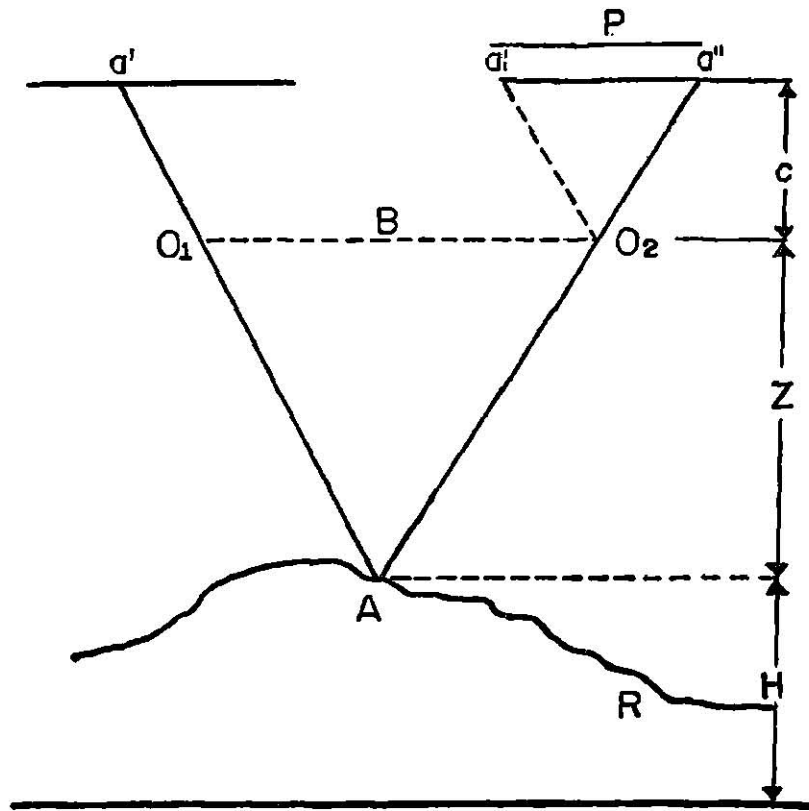


Figura 42 Relación entre paralaje (P), base en el aire (B), distancia principal (c) y altura de vuelo (Z).

tes alturas de los puntos del terreno.

Aplicando la ecuación anterior para los puntos A y R tendremos:

$$Z_R = \frac{B \cdot c}{PR} \quad \text{y} \quad Z_A = \frac{B \cdot c}{PA}$$

Ahora de la ecuación:

$$\Delta HAR = HA - HR$$

Se deduce que:

$\Delta_{HAR} = - (Z_A - Z_R) = Z_R - Z_A$, que se obtiene de la siguiente figura 43. (3,5,8)

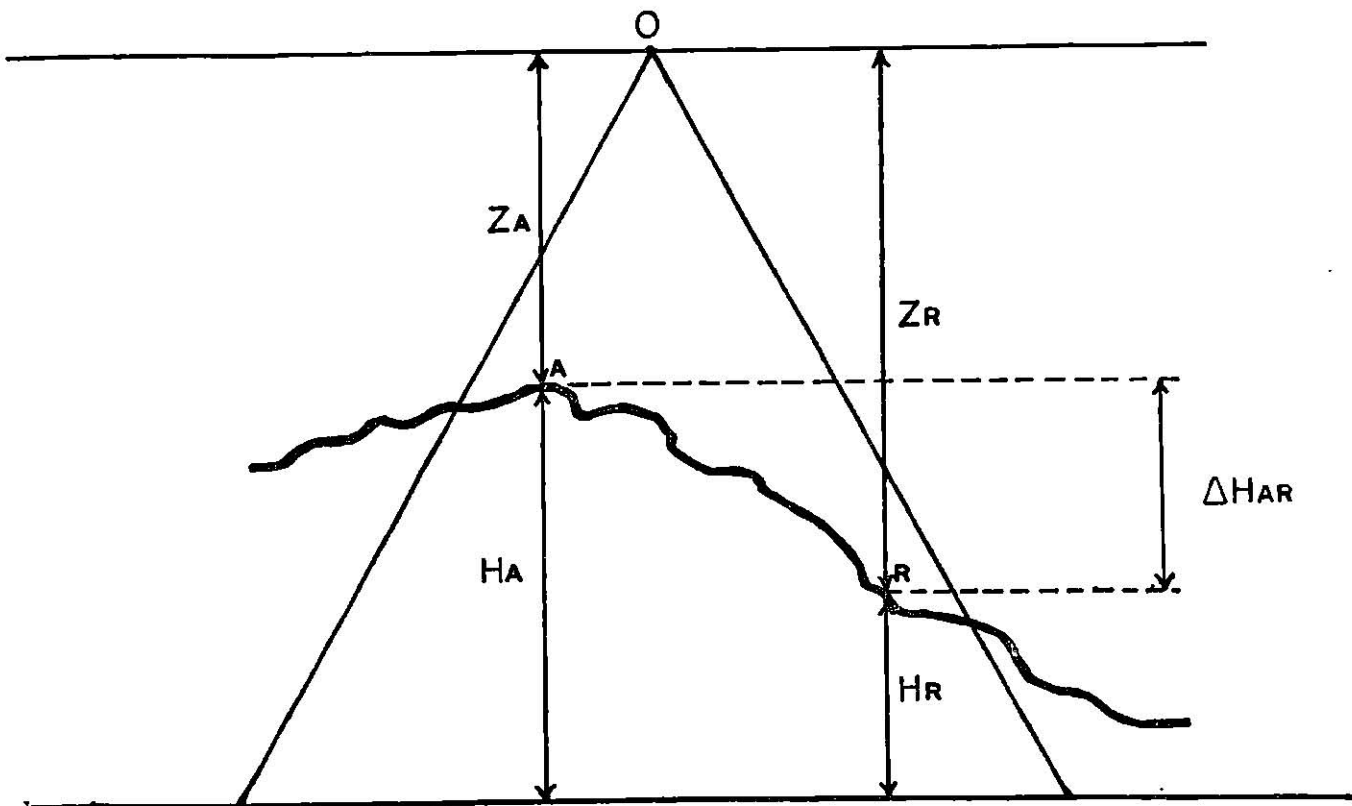


Figura 43 Relación de alturas (Z) y elevaciones (H), para obtener Δ_{HAR} .

Por lo tanto obtenemos que:

$$\Delta_{HAR} = \frac{B \cdot c}{PR} - \frac{B \cdot c}{PA}$$

$$\Delta_{HAR} = B \cdot c \left(\frac{1}{PR} - \frac{1}{PA} \right), \text{ sacamos un común denominador.}$$

$$\Delta_{HAR} = B \cdot c \frac{PA - PR}{PR \cdot PA}$$

$$\text{SE OBTIENE } \Delta_{HAR} = \frac{B \cdot c}{PR} \frac{PA - PR}{PA}$$

Como se definió anteriormente $\Delta_{PAR} = PA - PR$ y se sustituye $PA - PR$ por Δ_{PAR} y además sustituimos $B.c/PR$ por su valor ZR y si de la fórmula $\Delta_{PAR} = PA - PR$, despejamos - - - - -
 $PA = PR + \Delta_{PAR}$, entonces de la fórmula:

$$\Delta_{HAR} = \frac{B.c}{PR} \left(\frac{PA - PR}{PA} \right)$$

nos queda de la siguiente manera:

$$\Delta_{HAR} = ZR \left(\frac{\Delta_{PAR}}{PR + \Delta_{PAR}} \right)$$

$\Delta_{HAR} = \frac{ZR}{PR + \Delta_{PAR}} \Delta_{PAR}$
--

Fórmula de Paralaje.

En donde:

Δ_{HAR} = Diferencia de altura al punto A y R.

ZR = Altura de vuelo sobre el punto de referencia, -
 si no se conoce ZR se puede emplear; - - - - -

$ZM = c \cdot EM$ o sea altura media de vuelo sobre
 el terreno.

$$PR = P'_1 P'_2 - r'r''$$

En donde:

PR = Paralaje estereoscópico del punto de referencia
 (R).

$P'_1 P'_2$ = Distancia entre los puntos principales de -
 las fotografías.

$r'r''$ = Distancia entre los puntos homólogos (r') y
 (r'').

$$\Delta \text{PAR} = \text{LA} - \text{LR}$$

Donde:

ΔPAR = Diferencia de lectura de paralaje.

* LA = Lectura del punto más alto.

* LR = Lectura del punto más bajo.

* Estas lecturas LA y LR se deben medir con la barra de paralaje. (3,7,8)

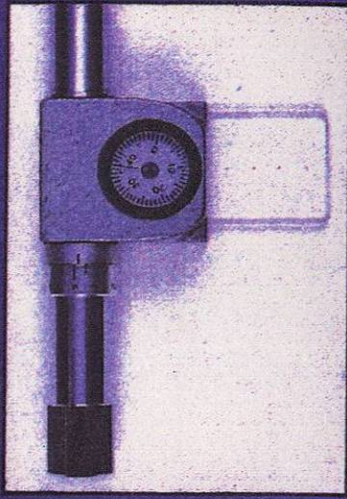
5.5 Uso de la Barra de Paralaje.

La barra de paralaje, como se muestra en la figura 44, es un estereómetro o instrumento fotogramétrico que permite hacer "lecturas de paralaje" entre pares de puntos homólogos, sobre un par estereoscópico de fotografías aéreas verticales, orientadas correctamente mediante la línea de vuelo bajo un estereoscopio de espejos.

5.5.1 Obtención de lecturas por medio de la barra de paralaje.

Una lectura de paralaje para un determinado punto, es el valor que marca el índice de medición cuando se colocan las dos marcas de medición sobre los puntos homólogos. Representa la diferencia entre una constante (K) de la barra y la distancia entre puntos homólogos. La constante (K) es la distancia entre las marcas de medición para una lectura igual a cero; como se muestra en la figura 45.

Las lecturas de paralaje tienen su aplicación fundamental, en el cálculo de diferencias de elevación del terreno, y lógicamente en donde quiera que en alguna forma intervenga este parámetro. (7)



Marcas de medición
y micrómetro

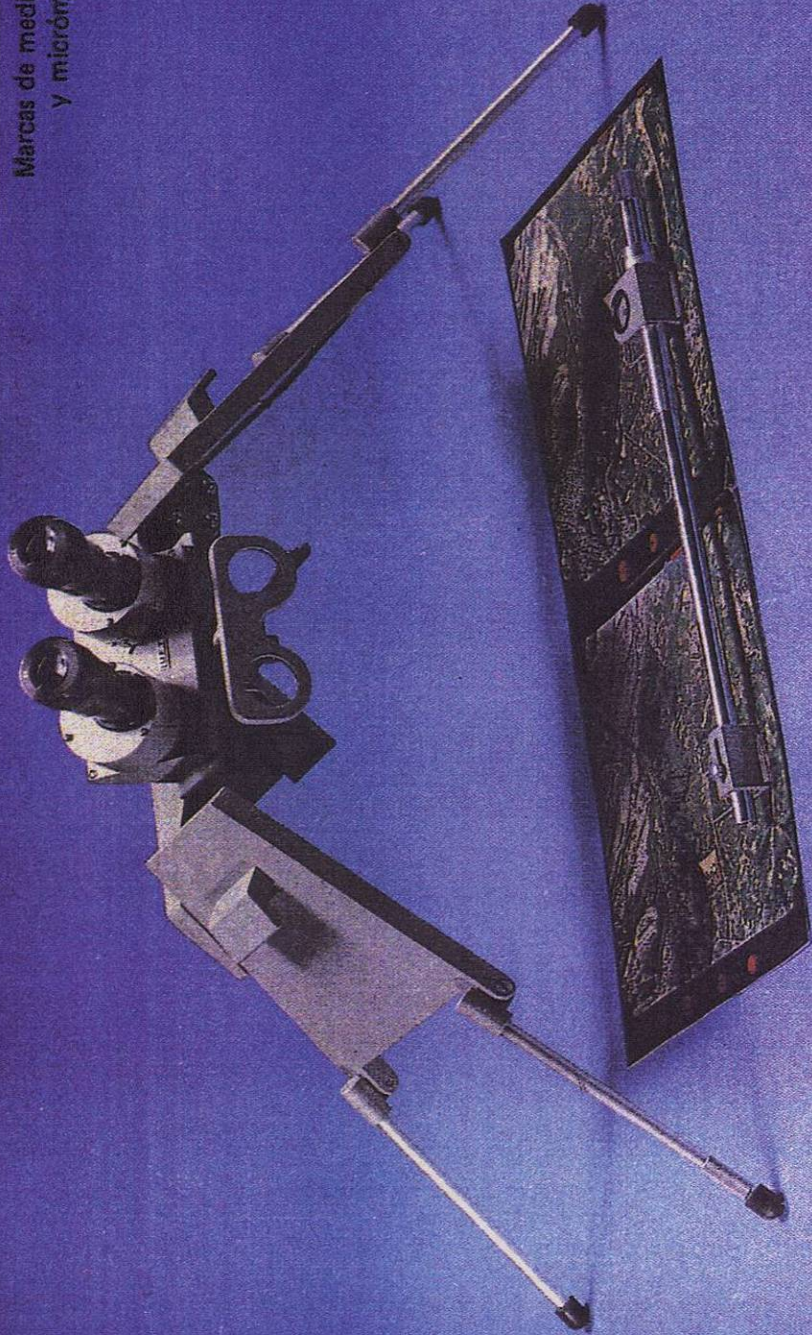
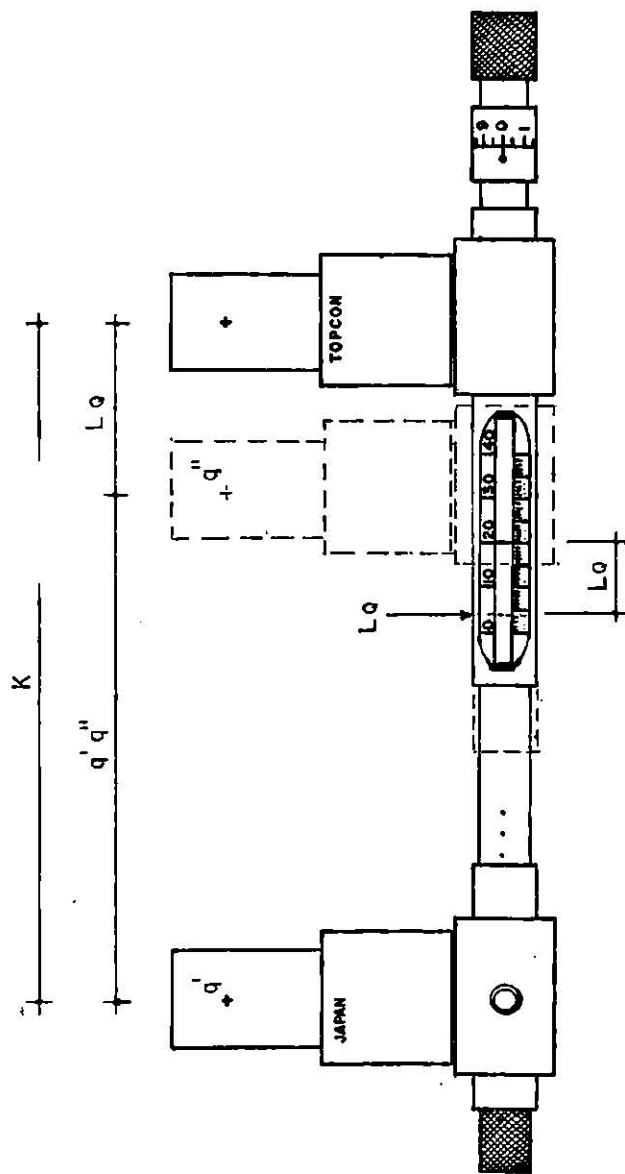


Figura 44 Uso de la barra de paralaje.



K = Distancia entre las dos marcas de medición para una lectura igual a CERO.

$$L_0 = K - q'q''$$

Figura 45 Representación de una "Lectura de paralaje"

5.5.2 Ajuste de la barra de paralaje.

Los ajustes que nos determinan una buena lectura con la barra de paralaje (obsérvese sus componentes en el anexo 2) - son:

1. Con el tornillo micrométrico (C), situado en la parte derecha de la barra, desplaza la marca de medición derecha hasta obtener una lectura que sea el valor medio de la graduación de la escala milimétrica (generalmente 20 mm.).
2. Aflojar el tornillo de fijación (B) de la marca de medición izquierda y desplácelo mediante el tornillo macrométrico (A) hasta que las dos marcas se hallen a una distancia igual a la base del estereoscopio. (Si no se logró esa distancia, llévelo hasta el valor más próximo).

NOTA: En este punto la indicación se hace solo para una mejor adecuación del aparato en cuanto a la extensión de este.

3. El extremo izquierdo se puede desplazar a lo largo de la barra cilíndrica, en una longitud extra de 3 cm ó más; y se puede fijar en cualquier posición o preferentemente en el punto homólogo de la fotografía izquierda por medio de un tornillo de fijación (B), por lo tanto se puede ajustar el micrómetro en cero de lectura, ó más convencionalmente debe iniciarse a partir de la lectura media que es de 20 mm.

4. Apretando el tornillo de fijación (B) se tendrá la barra en condiciones normales para trabajar.

La barra de paralaje está constituida fundamentalmente por los siguientes elementos (Ver anexo 2):

- a) Una barra cilíndrica metálica con una escala graduada en la parte central en milímetros.
- b) Un cilindro metálico que se desplaza a voluntad sobre la barra, mediante la acción de un tornillo micrométrico, localizado en el extremo derecho, que a su vez contiene el vernier graduado para aproximar las medidas a décima y/o centésima de milímetro.
- c) Un tornillo macrométrico en el extremo izquierdo para desplazamiento rápido de las placas.
- d) Un tornillo de sujeción para fijar la marca de medida izquierda (o en su defecto fijar el extremo izquierdo).
- e) Dos láminas o placas de material transparente, sobre las cuales están grabadas las marcas de medición de la marca flotante, en formas diversas de las cuales se puede utilizar la que mejor se acomode de acuerdo con la escala del material fotográfico en uso. (1,7,11)

6. MATERIALES Y METODOS.

6.1 Materiales.-

- Estereoscopio de espejos.
- Barra de paralaje.
- Par estereoscópico de fotografías aéreas verticales.
- Aguja.
- Regla graduada de 30 - 40 cm. de longitud.
- Cinta adhesiva.
- Lápiz negro.
- Lápiz de grasa rojo.
- Borrador.
- Algodón.

6.2 Método.

1. Orientar correctamente el par estereoscópico de fotografías aéreas verticales y fijarlas con cinta adhesiva como se muestra en la figura 46.

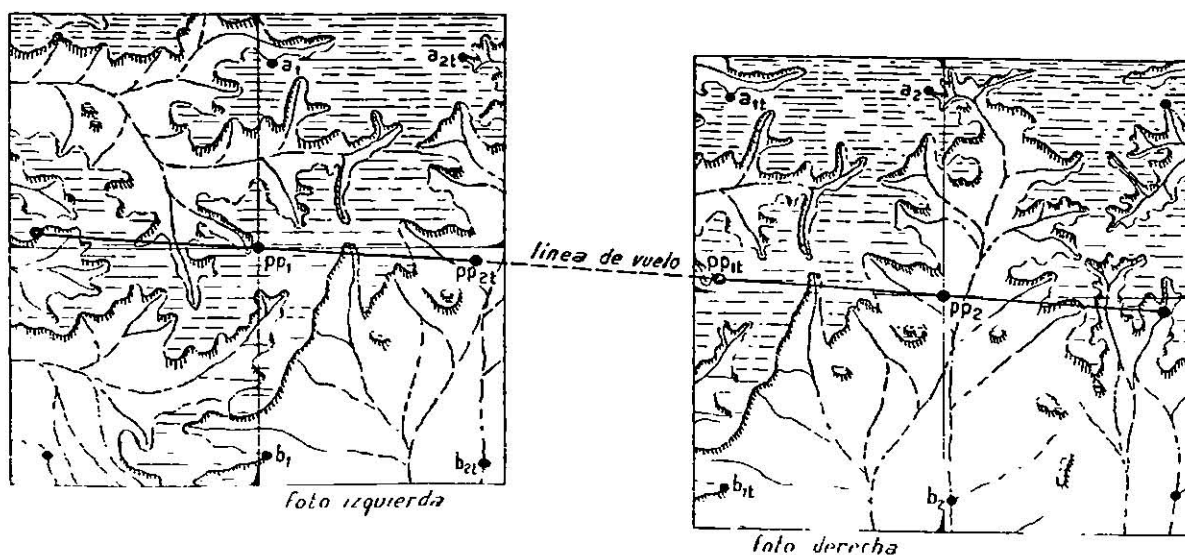


Figura 46 Orientación de un par de fotografías.

2. Examinar estereoscópicamente el modelo y seleccionar dos detalles bien identificables en la superficie - del terreno, que presenten una sensible diferencia - de cota, y sean identificables en el terreno como: - bifurcación de un río, cruce de cercas, de caminos, vías de comunicación, etc. Haciendo uso del lápiz - de grasa, encerrar cada detalle en la fotografía iz- quierda dentro de un círculo de 1 cm. de diámetro - aproximadamente (únicamente en la fotografía izquier- da).

Si es necesario identificarlas mediante una perforación muy fina con la aguja (nunca marcarlos con lá- piz, esto impide la visión estereoscópica, ya que el propio detalle quedará oculto). Denomine con la le- tra (A) el punto más alto y con la letra (R) el más bajo (punto o plano de referencia).

3. Examinar cuidadosamente el formulario (TABLA de cál- culos) y entender bien su diseño para proceder a sa- car los datos y resultados provenientes de las si- - guientes instrucciones.

Cálculo de la altura media de vuelo.

4. Calcular el valor de la altura media de vuelo sobre el terreno aplicando la siguiente fórmula:

$$Z_m = c \times E_m$$

en donde:

Z_m = altura media de vuelo.

c = distancia principal de la fotografía.

E_m = módulo escalar medio de la fotografía.

Medición de la paralaje estereoscópica.

5. Calcular el valor de la paralaje estereoscópica para el punto (R) aplicando la siguiente fórmula:

$$PR = P'_1 P'_2 - r' r''$$

en donde:

PR = Paralaje estereoscópico del punto (R)

$P'_1 P'_2$ = Distancia entre los puntos principales de - dos fotografías.

$r' r''$ = Distancia entre los puntos homólogos (r') y (r''). Para esta practica (r) es el punto - más bajo. Véase la figura 47.

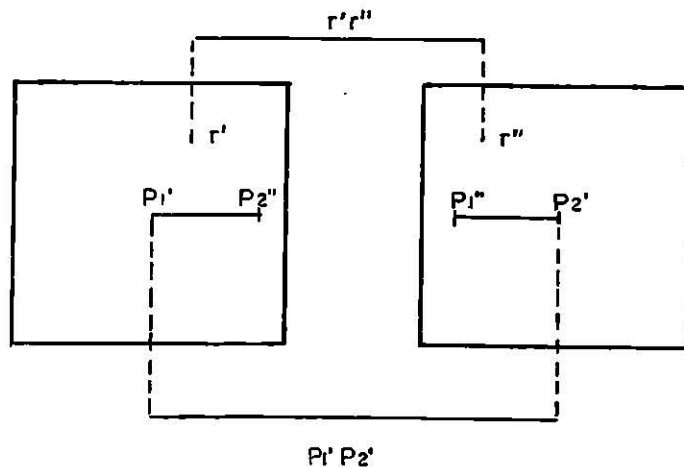


Figura 47 Medida de la Paralaje Estereoscópica

$$PR = P'_1 P'_2 - r' r''$$

Cálculo de las diferencias de paralaje.

6. Observando estereoscópicamente ubicar el punto esco-

gido en el centro del campo de visión. Colocar la -
marca de medición izquierda de la barra de paralaje
exactamente sobre el detalle escogido en la fotogra-
fía izquierda. (Lo anterior se hace siempre y cuan-
do la barra de paralaje haya sido ajustada). Por lo
general, en ese momento la marca de medición derecha
estará desplazada del detalle en sentido X y Y, véa-
se la figura 48.

NOTA: Para las figuras referentes al método como so-
lo se ve un círculo se supone que se está ob-
servando estereoscópicamente.

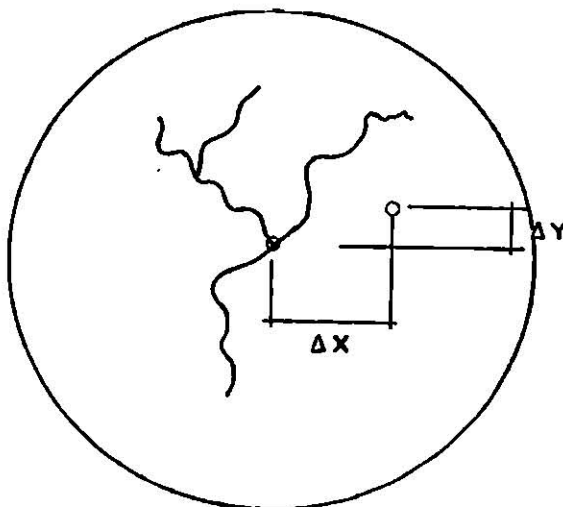


Figura 48 Situación de la marca flotante ejecutada la instrucción No. 6

7. Mediante el giro de la barra alrededor de la marca -
de medición izquierda, desplace la marca de medición
derecha en dirección (Y) hasta apreciar que no hay -
desplazamiento en esta dirección entre las dos mar--

cas o que las dos estén en una misma línea (X), como se muestra en la figura 49.

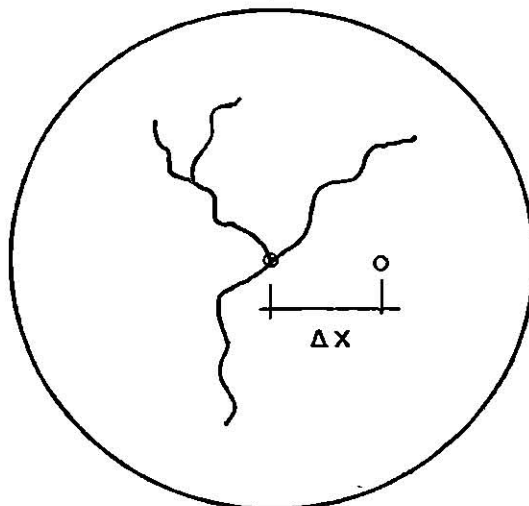


Figura 49 Situación de la marca flotante ejecutada la instrucción No.7

8. Manteniendo siempre la visión estereoscópica, accione el tornillo micrométrico para desplazar la marca de medición derecha en dirección (X) hasta que las dos marcas coincidan en una sola sobre el detalle seleccionado, así como se indica en la figura 50.



Figura 50 Situación de la marca flotante ejecutada la instrucción No.8

9. Haciendo uso permanente de la visión estereoscópica, ejecute pequeños movimientos con el tornillo micrométrico en uno y otro sentido. Observará que la marca flotante sube o baja. Colocarla en contacto con la superficie del terreno. (En este instante cada marca de medición está exactamente sobre el detalle seleccionado de cada fotografía). Véase la figura 51.

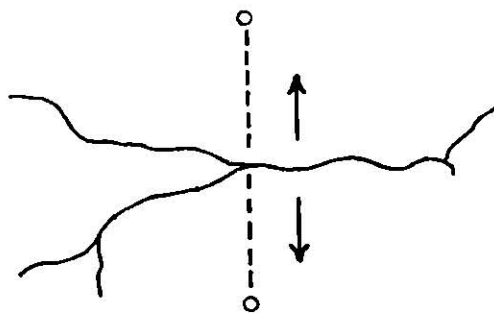


Figura 51 Efecto observado de marca flotante al ejecutar la instrucción

No. 9 (visto en perspectiva).

10. En la escala graduada sobre la barra y con el índice correspondiente haga la lectura en milímetros, y en el tornillo micrométrico donde se localiza el tambor leer las décimas y centésimas. Por lo tanto se ha obtenido la primera "lectura de paralaje" para el punto escogido.
11. Por último realizar varias lecturas con la barra de paralaje alternadamente para cada punto y tomar el promedio en cada uno de ellos, como lo muestra en la

tabla de resultados (lecturas de paralaje). No realizar lecturas consecutivas en el mismo punto.

Aquí se obtendrán los valores de LR y $LA_{1,2,3,4}$.

12. Con los datos anteriores, calcular el valor de la diferencia de paralaje (ΔPAR) entre los puntos (A) y (R).

$$\Delta PAR = LA - LR$$

Cálculo de diferencia de elevaciones.

13. Calcular el valor de la diferencia de elevaciones entre los puntos (A) y (R) aplicando la fórmula conocida:

$$\Delta HAR = \frac{ZM}{PR + \Delta PAR} - \Delta PAR \text{ '1'}$$

14. Calcular la misma diferencia con esta otra fórmula aproximada:

$$\Delta HAR = \frac{ZM}{PR} - \Delta PAR \text{ '2'}$$

15. Comparar los resultados calculando la discrepancia en (%):

$$\text{Discrepancia (\%)} = \left| \frac{(\Delta HAR) \text{ '2' } - (\Delta HAR) \text{ '1' }}{(\Delta HAR) \text{ '1' }} \right| \cdot 100$$

7. RESULTADOS

Información obtenida directamente de la fotografía utilizada:

ZONA 77 A 1417 18 F38

(vuelo de zona 77)

Con el dato anterior recurrimos al Inventario de Información Geográfica en donde se obtiene; para la zona 77, lo siguiente:

ZONA	ESCALA	FECHA	CONO	PELICULA
77	1:25 000	Nov. 71/Dic. 75	Gran Angular	Color
	1:50 000	Feb.72/Dic. 73	Gran Angular	B/N

Con esta información, en el departamento de Ventas de -- INEGI - SPP se nos aporta el dato de Distancia Principal (c).

Distancia Principal (c) = 150 a 152 mm.

- Cálculo de la altura media de vuelo (Zm).

Datos: Em = 50 000

c* = 151 mm.

* Para el valor de "c", tomamos como valor medio 151 mm.

$Z_m = c \times E_m$.

$Z_m = 151 \text{ mm.} \times 50 \text{ 000}$

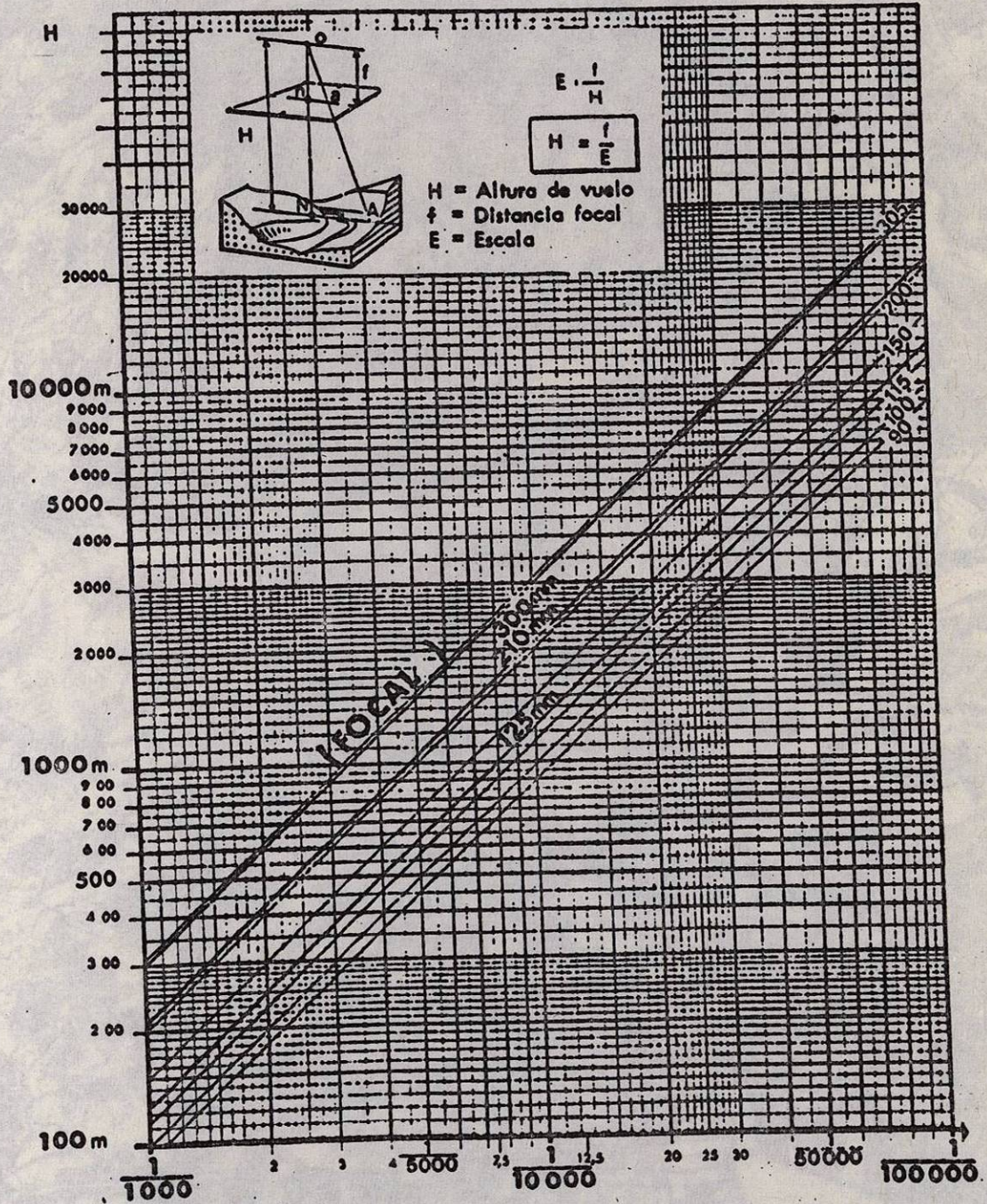
$Z_m = 7550 \text{ 000 m}\mu\text{l} \left(\frac{1 \text{ m}}{1 \text{ 000 m}\mu\text{l}} \right)$

$Z_m = 7550 \text{ m.}$

El valor de Z_m calculado también puede ser obtenido de la gráfica 1 interceptando los valores de c y E_m .

En la figura 52 se muestran los puntos de observación encerrados dentro de un círculo y de los cuales se obtendrán sus alturas mediante el uso de la barra de paralaje:

RASGO	MARCA
Al lado de la mojonera.	R
En cruce de parcelas	A_1
En la orilla de la presa.	A_2
Al lado de los ébanos	A_3
En la loma larga.	A_4



Gráfica 1 Cálculo de la altura de vuelo de un punto A.



Figura 52 Fotografía aérea Escala 1:50 000

Elevaciones obtenidas de los cálculos haciendo uso de la barra de paralaje.

Punto de observación	H (mts.)
LR - LA ₁	9.049
LR - LA ₂	18.922
LR - LA ₃	57.783
LR - LA ₄	58.99

Nota: Cabe aclarar que la letra L nos indica la lectura y el subíndice de letras A_n, solo se marca para indicar la secuencia de los puntos observados.

A continuación se muestra la información cartográfica de la cual fueron extraídos los datos para confrontar las alturas obtenidas de la fotografía aérea con la barra de paralaje.

En la figura 53 se muestran los puntos de observación encerrados dentro de un círculo y se identifican de la siguiente manera:

COORDENADAS			
RASGO	MARCA	LATITUD	LONGITUD
Al lado de la mojonera.	R	25° 52' 27"	100° 04' 00"
Cruce de parcelas	A ₁	25° 52' 20"	100° 03' 34"
En la orilla de la presa.	A ₂	25° 52' 56"	100° 03' 14"
Al lado de los ébanos.	A ₃	25° 52' 52"	100° 02' 11"
En la loma larga	A ₄	25° 53' 25"	100° 03' 30"

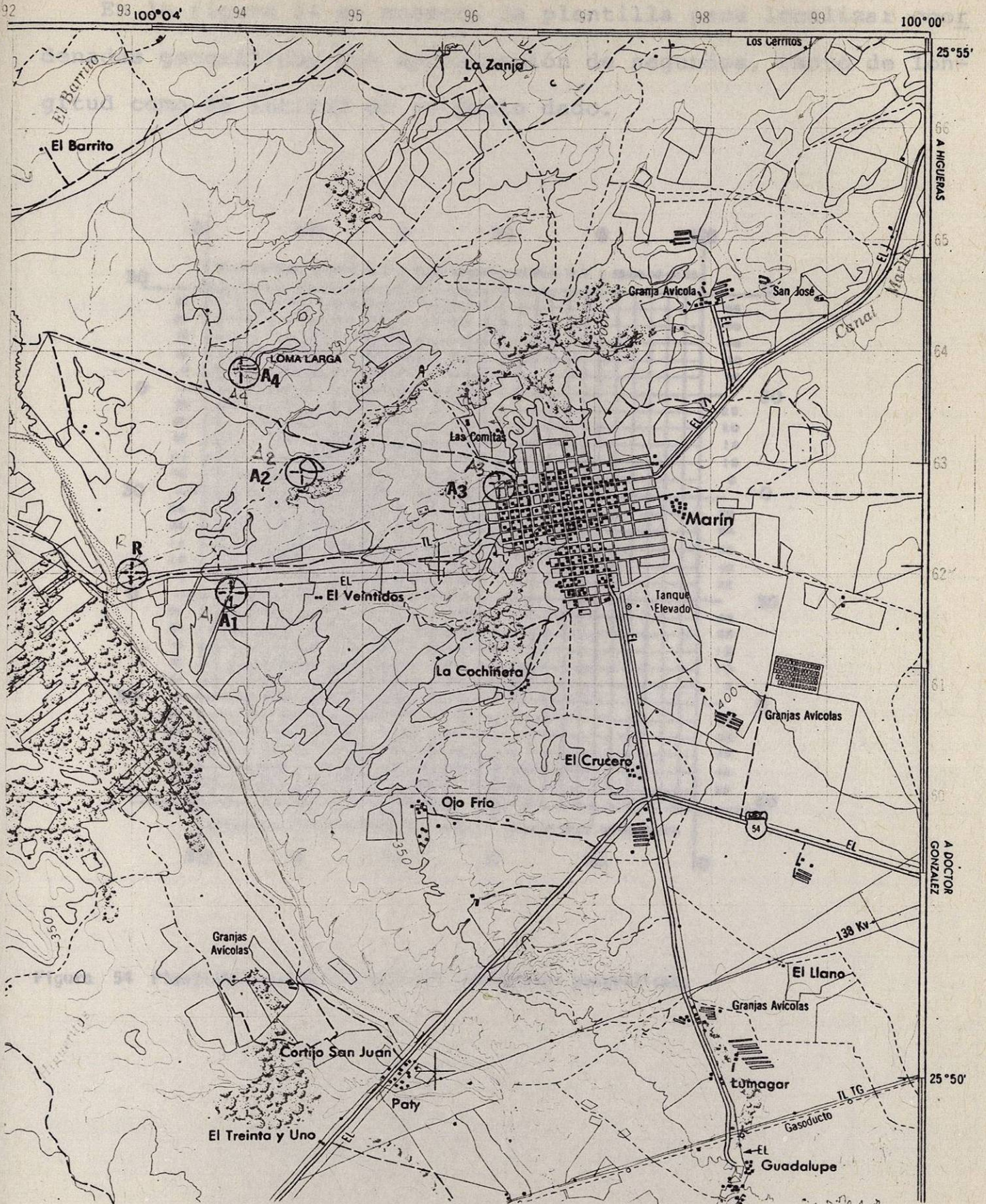


Figura 53 Carta Topográfica G14-C16 APODACA ESCALA 1:50 000

En la figura 54 se muestra la plantilla para localizar coordenadas geográficas con aproximación de segundos, tanto de longitud como de latitud de un punto dado.

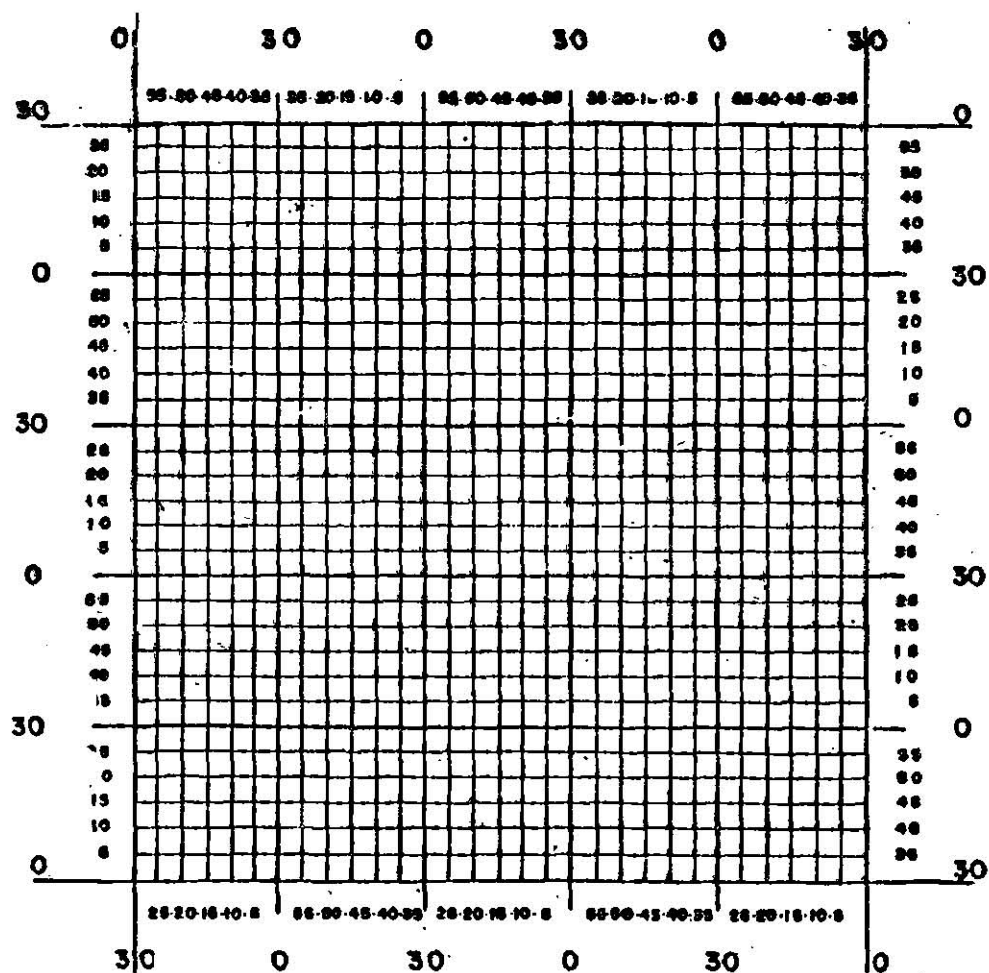


Figura 54 Plantilla para localización de coordenadas geográficas.

**Determinación de diferencia de elevaciones
haciendo uso de la barra de paralaje.**

DATOS DE FOTOGRAFIAS

ZONA	77A		
VUELO		No. FOTOGRAFIA	37,38
DIST. PRINCIPAL (c)	150 a 152 mm	ESCALA M(1/E)	1:50 000

LECTURA DE PARALAJE

OBSERV.	LADO DE MOJONERA LR	CRUCE DE PARCELAS LA1	PRESA CHICA LA2	AL LADO DE EBANOS LA3	LOMA LA4
1	15.34	15.15	15.545	15.59	15.53
2	14.41	14.88	14.62	15.49	15.60
3	15.56	15.20	15.76	15.63	15.51
4	14.54	14.91	14.730	15.495	15.59
5	14.80	14.99	15.00	15.53	15.57
SUMA	74.65	75.13	75.655	77.737	77.80
PROMEDIO	14.930	15.026	15.131	15.547	15.560

TABLA DE CALCULOS (Y MEDICIONES)

ELEMENTOS Y FORMULAS	R E S U L T A D O S . .				UDS.
	LR a LA ₁	LR a LA ₂	LR a LA ₃	LR a LA ₄	
REFERENCIA DE ELEVACION					
$P' P' 2$	31.5	31.5	31.5	31.5	cm.
$r' r''$	23.5	23.5	23.5	23.5	cm.
$PR = P' P' 2 - r' r''$	80	80	80	80	mm.
$\Delta PAR = LA_{1,2,3,4} - LR *$	0.096	0.201	0.617	0.63	mm.
$Zm = c \cdot Em$	7550	7550	7550	7550	m.
$\Delta HAR = \frac{Zm}{PR + \Delta PAR} \Delta PAR^{(1)}$	9.049	18.922	57.783	58.99	m.
$HAR = \frac{ZM}{PR} \Delta PAR^{(2)}$	9.06	18.97	58.22	59.45	m.
$DISCREPANCIA(\%) = \left \frac{(2) - (1)}{(1)} \right \cdot 100^{**}$	0.12	0.25	0.75	0.77	%

* Fórmula aplicable cuando se utiliza una barra con "escala invertida". (Significa que a mayor - distancia entre las marcas de medición, menor lectura).

** Discrepancia permisible 3 %.

Alturas y diferencias de alturas (ΔH) obtenidas dentro de -
 la Carta Topográfica con clave G14-C16 Escala 1:50,000 - - -
 Nombre: APODACA.

MARCA	ALTURA (M.S.N.M.M.)	DIFERENCIA DE ALTURA (ΔH) EN METROS DE:			
		R-A ₁	R-A ₂	R-A ₃	R-A ₄
R	* 341.034				
A ₁	350.000	8.966			
A ₂	360.000		18.966		
A ₃	* 398.750			57.716	
A ₄	400.000				59.966

* Estas alturas obtenidas dentro de la carta topográfica, no poseen numeración cerrada debido a que se reubicaron en el terreno asignándoseles su altura correspondiente por medio de nivelación.

NOTA: La clave de la Carta Topográfica (G14-C16) al igual que el nombre (APODACA), le fué asignado de acuerdo a las - normas y lineamientos establecidos por la Dirección General de Geografía del Territorio Nacional (DGGTENAL), Actualmente Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (INEGI).

CONFRONTACION DE METODOLOGIAS.

MARCA	H _f (metros)	H _c (metros)	Diferencia de variación	
			metros	centímetros
R-A ₁	9.049	8.966	0.083	8.3
R-A ₂	18.922	18.966	0.044	4.4
R-A ₃	57.783	57.716	0.067	6.7
R-A ₄	58.990	58.996	0.024	2.4

H_f = Diferencia de alturas obtenidas dentro de la fotografía aérea mediante el uso de la barra de paralaje.

H_c = Diferencia de alturas obtenidas de información cartográfica.

8. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

1. Considerando que para obtener las determinaciones de alturas, pendientes, perfiles, curvas de nivel, etc., se cuente con el equipo de precisión necesario, lo cual aunado en gran parte al observador y a la calidad requerida de dicho trabajo, creemos viable obtener una mayor rapidez y un grado de precisión aceptable.

El trabajo desarrollado indica que los resultados obtenidos mostraron una variación poco significativa a favor de la cartografía y que para efecto del presente estudio se considera aceptable, de esta manera los dos métodos son confiables.

2. En el momento en que se está observando estereoscópicamente, tenemos que a medida que acercamos una fotografía con respecto a la otra se proyecta más el relieve.
3. Cuando el punto flotante se encuentra por debajo del plano de referencia, cada marca de medición se observa en forma lineal al observador. Así mismo la marca de medición derecha se desplaza a la derecha del objeto por medir.
4. Cuando el punto flotante se ubica al nivel del terreno, las marcas de medición se fusionan en un solo punto.
5. Cuando el punto flotante se encuentra elevado (por encima del nivel del terreno), cada marca de medición se observa en forma cruzada al observador. Así mismo la marca de medición derecha se desplaza hacia la izquierda del objeto por medir.

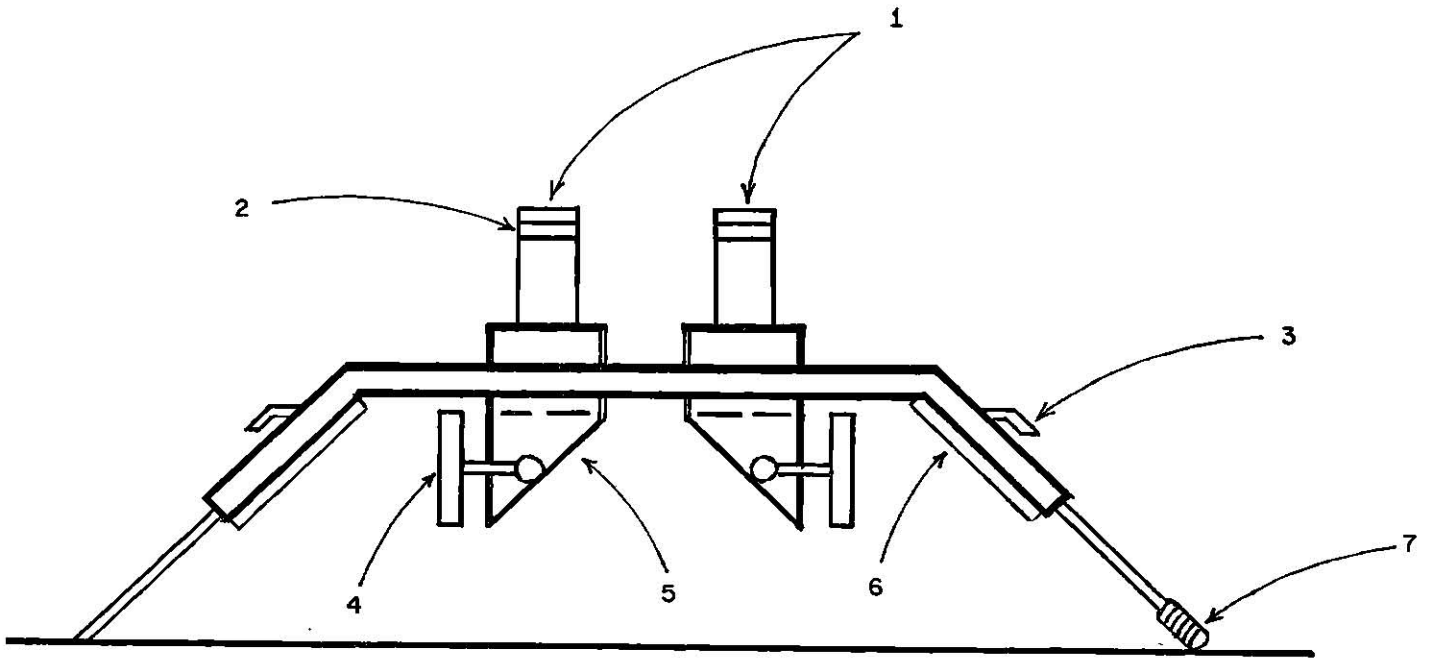
6. Se considera que las variaciones obtenidas en los resultados son debido principalmente a que:
- . El material fotográfico utilizado carece de correcciones geométricas (tiene deformaciones).
 - . Descontinuidad en la actividad práctica dando como resultado la falta de precisión (con respecto a la fijación adecuada de la marca flotante).

RECOMENDACIONES

- En los diferentes tipos de observación binocular con ejes ópticos es necesario utilizar el método más sencillo y menos fatigoso y el cual deberá adecuarse a las necesidades tanto del operador como del trabajo.
- Al observar estereoscópicamente el par de fotografías aéreas debemos acomodarlas de tal manera que las sombras de estas, se dirijan hacia el observador para poder apreciar más fácilmente el relieve.
- Acomodar el modelo estereoscópico por su línea de vuelo.
- Seleccionar el modelo estereoscópico de una zona muy accidentada, todo esto con el fin de percibir el sentido de profundidad con mayor facilidad.
- Previamente a la toma de lecturas de paralaje, es muy importante ajustar la barra.
- No efectuar lecturas, hasta que no se haya obtenido la práctica necesaria con el principio de la marca flotante.
- Efectuar primeramente la lectura de la parte más baja del objeto que desea medir y posteriormente la más alta (mediante un ligero movimiento del tornillo micrométrico en dirección positiva o hacia arriba). Todo esto hará que la marca flotante se eleve lentamente.
- En cuestiones forestales, si se tiene dificultad para situar la marca flotante al nivel del terreno a causa de que la base de los árboles por medir, no puede distinguirse de

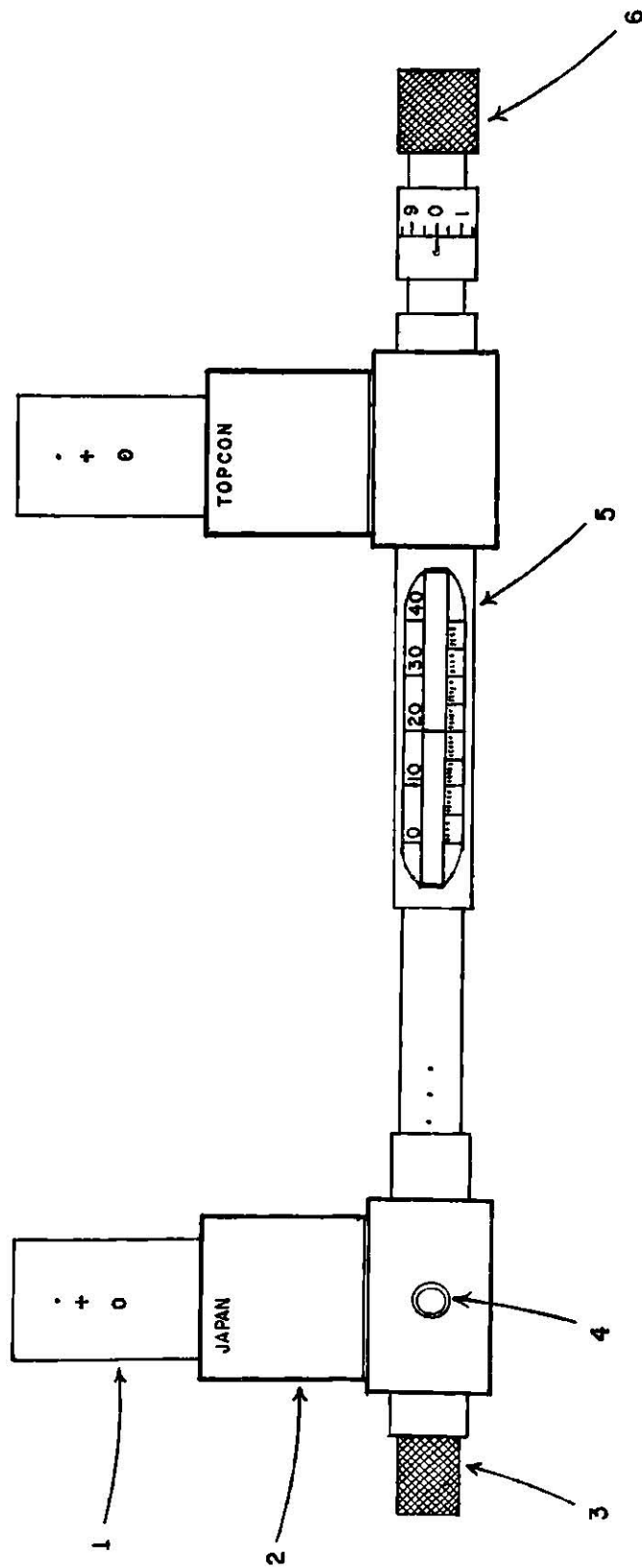
bido al obscurecimiento causado por las sombras de los mismos, así como en los casos de presentarse una alta densidad de las masas; en este caso se mide la altura de uno o varios árboles próximos al sitio y por estimación ocular - infiera las alturas de los que necesite.

9. Anexo

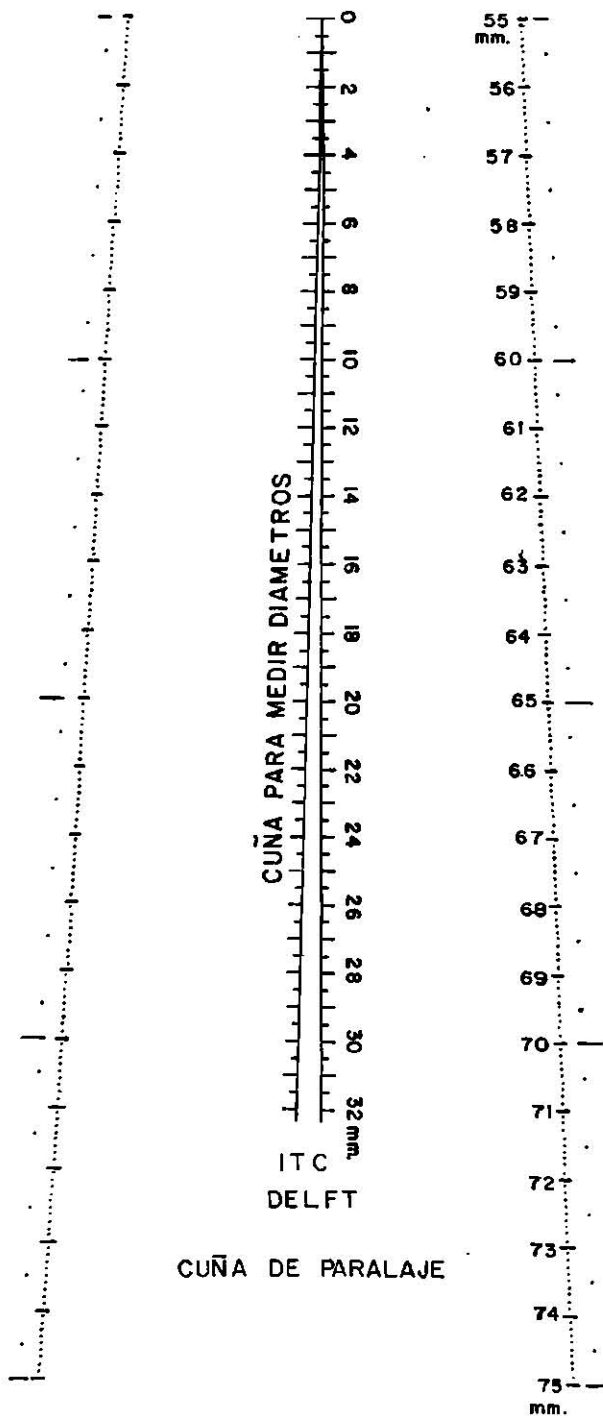


- 1) Binoculares
- 2) Anillo de ajuste
- 3) Manija para levantar
- 4) Lente
- 5) Prisma
- 6) Espejo
- 7) Tuerca para ajustar el nivel

Anexo 1 Estereoscopio de espejos



- 1. Placa de material transparente con sus marcas de medición.
- 2. Soporte.
- 3. Tornillo macrométrico. (A)
- 4. Tornillo de sujeción. (B)
- 5. Barra cilíndrica graduada.
- 6. Tornillo micrométrico. (C)



Anexo 3 Cuña de paralejo

CUÑA DE PARALAJE.

La cuña de paralaje es utilizada para medir diferencias de paralaje en fotografías aéreas, para calcular diferencias de altura.

La cuña de paralaje se basa en el principio de la marca flotante y está formada por dos líneas divergentes de puntos, dibujados sobre material transparente.

Cada par de puntos correspondientes se encuentra a una determinada distancia y al colocarlas sobre las fotografías se observa como una recta (sucesión de puntos) inclinada.

La cuña se orienta sobre las fotografías, generalmente cortadas para formar un estereograma y deslizándolo de manera que los pares de puntos homólogos, se mantengan paralelos a la línea de vuelo, se busca estereoscópicamente, aquel punto que se encuentra a la misma altura del punto deseado, para hacer sobre la escala correspondiente la separación a distancia entre dichos puntos.

Como se dijo anteriormente, la cuña se emplea para leer paralajes sobre estereogramas, es decir, fotografía cortada para ser observadas en tercera dimensión bajo estereoscopios de bolsillo (base = 65 mm.).

La lectura de paralaje generalmente no está invertida, o sea que mide directamente la distancia entre puntos homólogos, por lo cual debe calcularse.

$$\text{PAR} = \text{LR} - \text{LA}$$

para aplicar la fórmula de paralaje.

La graduación de la cuña permite leer con una aproxima---

ción de 2.5 centésimas de milímetro la distancia entre puntos homólogos.

10. GLOSARIO.

ALTURA. Distancia vertical a un plano de referencia normalmente en el nivel del mar.

ALTURA ABSOLUTA. Altura por encima de la superficie de la tierra, distancia de la altura sobre el nivel del mar. A veces está referida a la altura de una estación de radar o de radio.

ALTURA DE VUELO (Z). Es la elevación del centro de proyecciones sobre el terreno o plano de referencia en el momento de la exposición de la fotografía.

ANAGLIFO. Estereograma en el que se imprimen dos vistas superpuestas con colores complementarios, para esta finalidad se utilizan normalmente el rojo y el verde. Puesto que un dibujo de un color desaparece cuando se mira a través de un cristal del mismo color, las vistas pueden hacerse excluyentes mutuamente mediante un par de gafas en la que una lente es roja y la otra es verde, si la vista de la derecha es roja, la de la izquierda debe ser verde. Los espacios iluminados tienden a aparecer en escena de ambas vistas y los colores complementarios tienden a aparecer blancos.

ANGULO DE CAMPO. Propiedad de la lente. Angulo formado por las líneas que pasan a través del centro de la lente y localizan el diámetro del área máxima representada dentro de la definición específica de la lente. También llamado campo angular.

ANGULO PARALACTICO. Véase paralaje angular.

AZIMUT. Dirección de una línea dada respecto a una dirección de referencia, normalmente el norte, dada por el ángulo que forman.

AZIMUT. Línea que parte del punto principal, isocentro, o nadir de una fotografía y que representa la dirección a un punto correspondiente de una fotografía adyacente. Utilizada ampliamente en la triangulación radial.

BARRA DE PARALAJE. Es un instrumento fotogramétrico que permite hacer lecturas de paralaje entre pares de puntos homólogos, sobre un par estereoscópico de fotografías orientadas correctamente.

BASE AEREA. La línea que une dos estaciones de la cámara aérea.

BASE ESTEREOSCOPICA. Distancia y dirección entre imágenes de puntos complementarios sobre un par estereoscópico de fotografías.

BASE FOTOGRAFICA. Distancia entre los puntos principales de dos exposiciones adyacentes en una serie de fotografías aéreas verticales. Se mide normalmente sobre una de las dos fotografías después de haber transferido a ella el otro punto principal.

BASE OCULAR. Distancia y orientación de la línea entre los centros de rotación de los globos oculares de un individuo. Difiere de la distancia interocular en el hecho de estar orientada.

DESPLAZAMIENTO DE IMAGEN. Cualquier cambio dimensional en una fotografía que reduce su utilidad como verdadera representación de las condiciones de perspectiva. Puede ser debi-

do a imperfecciones en el sistema óptico o en el material sensitivo. Utilizado normalmente para resaltar el cambio de posición de una imagen que se produce como resultado - del relieve y la inclinación.

DISTANCIA FOCAL. Es la distancia que existe del centro de la - lente al plano de la perspectiva.

DISTANCIA INTEROCULAR. Distancia entre los centros de rotación de los globos oculares de un individuo. (Véase base ocu--- lar). Utilizado indistintamente como distancia interpupilar.

DISTANCIA INTERPUPILAR. Véase distancia interocular.

DISTANCIA PRINCIPAL. Distancia perpendicular desde el centro de perspectiva interna al plano de un negativo o fotografía - particular ya terminada.

Esta distancia es igual a la distancia focal calibrada, co rregida con respecto a su ampliación o reducción y a la expansión o contracción de la película o papel. Guarda los mismos ángulos de perspectiva desde el centro de perspectiv a interna hasta los puntos donde acaba el negativo que - existían en la cámara en el momento de la exposición. Esta es una propiedad geométrica de cada fotografía o negativ o particular terminado.

DISTORSION DE LAS LENTES. Aberración de las lentes que afecta a la posición de las imágenes apartadas de los ejes, motivada por el hecho de que objetos a distintas distancias angulares del eje sufren distintos aumentos.

CONVERGENCIA. Movimiento coordinado de los dos ojos hacia la -

fijación del mismo punto.

COORDENADAS. Cantidades lineales o angulares que designan la posición de un punto en una referencia dada o en una cuadrícula.

COORDENADAS GEOGRAFICAS. Sistema de coordenadas esféricas para describir las posiciones de los puntos sobre la tierra. - Las declinaciones y orientaciones polares en este sistema son las latitudes y longitudes, respectivamente.

CUÑA DE PARALAJE. Es un nomograma o material transparente utilizado para medir diferencias de paralaje en fotografías aéreas las cuales deben de ser cortadas debido a que sus dimensiones son reducidas.

CURVA DE NIVEL. Línea imaginaria que une los puntos de una área de terreno que tienen la misma elevación; línea sobre un mapa o carta que representa puntos de igual altura.

CURVA DE NIVEL EN DEPRESION. Curva de nivel cerrada, hacia el interior de la cual el terreno tiene menor elevación que hacia afuera, se representa como una curva de nivel pero a trazos.

CURVIMETRO. Instrumento usado en cartografía para la rectificación de curvas. Consiste en una rueda pequeña desplazable con facilidad y precisión sobre un itinerario marcado en un plano. Por un sistema de engranajes convierte el camino recorrido, a escala en el mapa, en distancia real.

DECLINACION MAGNETICA. Angulo que forma el norte verdadero (geográfico) y el norte magnético. La declinación magnética es distinta para lugares distintos, y está sujeta continua

mente a cambios.

DISTORSION DE RELIEVE. Diferencia en la posición de un punto situado por encima o por debajo del punto de referencia, con respecto a su posición si estuviera al mismo nivel que el de referencia, debido a la perspectiva de una fotografía aérea. La distorsión del relieve es radial a partir de un punto de la fotografía equivalente a la posición en el terreno verticalmente por debajo de la cámara. En fotografías verticales la distorsión del relieve es radial a partir del punto principal de la fotografía.

ELEVACION.

1. Distancia vertical desde un punto de referencia, normalmente el nivel del mar, a un punto determinado de superficie de la tierra. No confundir con altura, que se refiere a puntos u objetos sobre la superficie de la tierra.
2. (Arquitectónica). Proyección ortográfica de un objeto sobre un plano vertical.

ESTACION AEREA. Véase estación de cámara.

ESTEREO.

1. (Adj. o prefijo). Contracción del término "estereoscópico".
2. (Nombre). Fotografías debidamente orientadas para su visión estereoscópica. Las fotografías que están de esta manera se dice que están "en estéreo".

ESTEREO INVERTIDO. Expresión tridimensional del relieve que es invertida al existente realmente. Si se intercambian las

dos fotografías de manera que la de la derecha se sitúe a la izquierda entonces el modelo estereoscópico puede fusionarse produciendo una imagen tridimensional inversa de la obtenida originalmente. La imagen estereoscópica resultante del intercambio de las dos fotografías da el efecto de pseudorrelieve en el que las formas del relieve están invertidas, cerca de los dos en el emplazamiento correcto de las fotografías aparecen ahora como los más lejanos. Se denomina también estereopseudoscopia.

ESTEREO PSEUDOSCOPICO. Véase estéreo invertido.

ESTEREOGRAMA. Grupo de fotografías o dibujos orientados correctamente y montados para su visión estereoscópica.

ESTEREOMETRO. Estereoscopio con accesorios especiales para la medición de paralajes. Nombres comerciales muy comunes son Estereocomparógrafo. Interpretómetro, Medidor de alturas y Medidor de Relieves. Denominado también estereocomprador.

ESTEREOSCOPIA. La ciencia que trata de los efectos tridimensionales y los métodos por los que se producen estos efectos.

ESTEREOSCOPIO. Instrumento óptico binocular para facilitar la visión conjunta de dos fotografías debidamente orientadas para obtener la impresión mental de un modelo tridimensional.

FOTOGRAFIA. Imagen formada por la acción de la luz sobre una película bañada con una solución sensible y que se trata químicamente para fijar los puntos de la imagen a la densidad deseada.

FOTOGRAFIA AEREA. Fotografía tomada desde el aire.

FOTOGRAFIA AEREA OBLICUA. Fotografía tomada con el eje de la cámara dirigido entre el horizontal y la vertical.

1. Muy oblicua. Fotografía oblicua en la que aparece el horizonte aparente.

2. Poca oblicua. Fotografía oblicua en la que no aparece el horizonte aparente.

FOTOGRAMETRIA. Ciencia o arte de la obtención de medidas lo suficientemente exactas a partir de las fotografías.

FOTOINTERPRETACION. Utilización de sistemas, técnicas o procesos para analizar las fotografías que permiten a personal científico o profesionales especializados, en virtud de sus experiencias individuales, producir informaciones significantes, fidedignas y detalladas concernientes a los rasgos naturales o culturales del área fotografiada y determinar o señalar los factores de la presencia observada, condición o uso de estos rasgos que implican.

FOTOMAPA. Una foto sola, compuesta o mosaico que presentan coordenadas e información marginal adecuada; normalmente reproducidos en cantidad.

GEODESIA. Ciencia que se ocupa de la determinación del tamaño y la forma de la tierra por medición directa.

HIPERESTEREOSCOPIA. Visión estereoscópica en la que se ve exagerada la escala a lo largo de la línea de visión en comparación con la escala perpendicular a la línea de visión. Es debida a una ampliación de la base de la cámara.

IMAGEN. Representación de un objeto producida por medios ópti-

cos o químicos, o ambos a la vez.

ISOCENTRO.

1. El único punto común al plano de una fotografía, su plano principal y el plano de una presunta fotografía exactamente vertical tomada desde la misma cámara con idéntica distancia principal.
2. El punto de intersección sobre una fotografía de la línea principal y la paralela isométrica.
3. El punto de intersección sobre una fotografía de la bisectriz del ángulo entre la línea de plomada y la perpendicular a la fotografía.

El isocentro es muy significativo, puesto que es el centro de radiación para los desplazamientos de las imágenes por causa de la inclinación.

LATITUD. Distancia angular hacia el norte o hacia el sur del Ecuador medida sobre un meridiano.

LINEA DE VUELO. Línea trazada sobre un mapa o plano para representar el trayecto sobre el que ha volado o está volando un avión. Línea que une todos los puntos principales de las fotografías aéreas verticales sucesivas.

MAPA. Representación sobre una superficie plana a una escala determinada, de los rasgos físicos (naturales, artificiales o ambas) de una parte, a la totalidad de la superficie de la tierra, por la inclusión de símbolos y con una orientación indicada. También representación parecida de los cuerpos celestes. Un mapa puede prescindir de generalizar u omitir la representación de determinados rasgos para sa-

tisfacer requerimientos específicos. Frecuentemente la palabra "mapa" va seguida de un adjetivo que explica el tipo de información que el mapa está destinado primordialmente.

MAPA BASE.

1. Mapa que muestra cierta información fundamental y del cual se sacan copias para recoger datos adicionales de naturaleza más especializada. A veces se utiliza para referirse a mapas planimétricos elaborados a partir de fotografías aéreas, copias de las cuales se utilizan para añadir otros datos y curvas de nivel por inclusión de métodos fotogramétricos y de mediciones planas.
2. Mapa que contiene toda la información y a partir del cual pueden prepararse mapas mostrando información especializada; mapa guía.

MAPA TEMATICO. Es llamado así por hacer énfasis en un aspecto determinado ya sea físico o cultural y toma su nombre según el aspecto que representen. Mapa Temático o Carta Temática como: Carta Edafológica, Carta de Uso del Suelo, Carta Topográfica, etc.

MAPA TOPOGRAFICO. Mapa que representa el relieve o la posición vertical de los rasgos, así como su posición horizontal, de forma medible.

MARCA ERRANTE. Mejor utilizar marca flotante.

MARCAS FIDUCIARIAS. Son pequeñas marcas que pueden ser cruces o "w" inversa que se encuentran en la parte posterior del objetivo y sirve para localizar el centro de la fotografía

(o punto principal).

MARCA FLOTANTE. Marca visible que ocupa una posición en el espacio tridimensional formada la fusión estereoscópica de un par de fotografías, utilizada como marcas de referencia para examinar o realizar mediciones sobre el modelo estereoscópico. La marca puede formarse: a) por medio de una marca real situada sobre el objeto proyectado, como el caso de la proyección de instrumentos tales como el Múltiplex; b) por medio de las marcas situadas sobre los objetos proyectados o virtualmente proyectados sobre las dos fotografías, como en el caso de ciertos tipos de instrumentos de exploración estereoscópica; c) por medio de dos marcas reales situadas en los mismos planos de las fotografías, como en el caso corriente en el que se usan estereoscopios de espejos; d) por medio de dos marcas virtuales situadas en los planos de imagen del aparato visor binocular, como en el caso de ciertos tipos de estereoscopios de exploración.

MODULO ESCALAR. Es un factor numérico que nos indica la proporción de escala en relación a la unidad de área o distancia representada en dicho plano o mapa.

NADIR. El punto de la esfera celeste situada directamente debajo del observador y opuesto directamente al cénit. También denominado "punto nadir" o punto nadiral, que es el punto donde se corta el eje nadiral con el plano de la perspectiva, cuando la toma fotográfica es vertical, este punto coincide con el punto principal.

PAR ESTEREOSCOPICO (ESTEREOPAR). Dos fotografías con el sufi---

ciente cubrimiento y consecuente duplicación de detalle - para hacer posible el examen estereoscópico de un objeto o área de terreno común a ambas.

PARALAJE. Desplazamiento aparente de la posición de un cuerpo - con respecto a un punto de referencia o sistema, motivado por un desplazamiento del punto de observación.

PARALAJE ABSOLUTO. Es un par de fotografías exactamente verticales que tienen iguales distancias principales y están tomadas a la misma altura de vuelo, o en un par de fotografías rectificadas, el término denota la diferencia algebraica, paralela a la base aérea, de las distancias de las imágenes a sus respectivos puntos principales. También denominada "paralaje x".

PARALAJE ANGULAR. El ángulo formado por la base ocular que va - del observador al objeto visualizado. También denominado "ángulo paraláctico" o "ángulo de convergencia".

PERCEPCION REMOTA. Es la capacidad de la ciencia y del hombre - para registrar y almacenar la energía electromagnética que reflejan o emiten los cuerpos de la corteza terrestre.

PROYECCION. Transferencia de puntos desde una superficie a sus posiciones correspondientes en otra superficie por métodos gráficos, analíticos u ópticos. Véase proyección cartográfica.

PUNTO PRINCIPAL. (en una fotografía aérea vertical). Es aquel - en donde se conjugan los puntos nadir, isocentro y el propio principal, que por sus características resulta ser el único punto ortogonal dentro de la fotografía, ya que a -

partir de este, la fotografía aérea se distorsiona radialmente.

PUNTO PRINCIPAL TRANSFERIDO. Es aquel que se encuentra localizado en la fotografía adyacente y es homólogo a su punto principal.

SENSORES REMOTOS. (Teledetección). Es la obtención de una amplia información por fotografías aéreas sin tener que poner el pie en el suelo. La teledetección permite la percepción, medición o puesta en imágenes de sensaciones sin contacto físico.

VISION BINOCULAR. Visión mediante los dos ojos, difiriendo un poco las imágenes que se forman sobre las retinas debido a que cada ojo ve a la imagen desde un ángulo ligeramente distinto. El efecto producido por la diferencia de las dos imágenes es dar al objeto una apariencia de solidez o profundidad.

VISION ESTEREOSCOPICA. Aquella aplicación particular de la visión binocular que permite al observador ver un objeto simultáneamente desde dos puntos distintos (como dos fotografías tomadas desde distintas estaciones) para obtener la impresión mental de un modelo tridimensional.

BIBLIOGRAFIA

1. Carrillo, E. G. 1986. El manejo del punto flotante en la barra de paralaje. División de Ciencias Forestales. - - Chapingo, México.
Págs. 1-4,8,9,11,12
2. Cortéz, R.F. 1990. Primer curso para operadores de aparatos de restitución. Departamento de Fotogrametría. Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (INEGI). Aguascalientes, Aguascalientes.
Págs. 5,13,15,41-45
3. Deagostini, R. D. 1984. Introducción a la fotogrametría. Centro Interamericano (CIAF). Bogotá - Colombia. - 2a. Impresión.
Págs. 9,10,18-21,32,121-123,127-132,139,146-148,238,239
4. De Romer, H. S. 1969. Fotogeología aplicada. Editorial Universitario de Buenos Aires - Argentina.
Págs. 4,10
5. Herrera, H. D. 1983. Elementos de fotogrametría. Uso de materiales aerofotográficos. Universidad Autónoma - - Chapingo, México.
Págs. 9,12-22,42-43,48-53,59-65

6. Meritano, A. J. 1985. Los sensores remotos, sus imágenes y su aplicación en geología. Editorial SERGINSA, Universidad Autónoma, Chapingo, México.
Págs. 78-86
7. Murillo, F., J. A. 1978. Ejercicios prácticos de fotogrametría. Centro Interamericano de Fotointerpretación (CIAF). Bogotá - Colombia.
Págs. 15-18, 33-38, 57, 58, 105, 106, 110
8. Sifuentes, R., F. J.; Vázquez A.R. 1984. Apuntes de fotogrametría. Departamento de Recursos Naturales Renovables. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (U.A.A.A.N.) Saltillo, Coahuila.
Págs. 1-8, 49-57, 64-68, 83-87, 95-102, 107-110
9. Stephen, H.S. 1984. Aerial Photographs in Forestry. The Ronald Press. Co. New York.
Págs. S/#
10. Strandberg, C. H. 1975. Manual de fotografía aérea. Ediciones Omega, S.A. Barcelona.
Págs. 8, 9, 14, 251-264
11. Van Zuidan, R.A. 1986. Aerial photo - interpretation in Terrain analysis and geomorphologia mapping. International Institute for Aerospace Survey and Earth Science

ces (ITC). The Hague The Northerlands. (Países -
Bajos).

Págs. 223,224,228

12. --- 1989. 3er. Curso general de cartografía y fotoiden
tificación. INEGI - S.P.P.

