

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON  
FACULTAD DE AGRONOMIA



DETERMINACION DE PENDIENTES POR EL METODO  
FOTOGRAFOMETRICO "STELLINGWERF", EN EL  
MUNICIPIO DE MARIN, NUEVO LEON.

TESIS

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE  
INGENIERO AGRICOLA

PRESENTA

MA. ELENA MOLINA HERNANDEZ

MARIN, N. L,

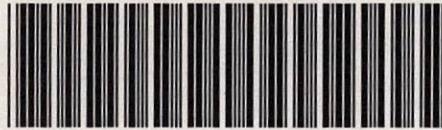
FEBRERO DE 1995

T

TA593

M6

C. 1



1080062845

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON  
FACULTAD DE AGRONOMIA



DETERMINACION DE PENDIENTES POR EL METODO  
FOTOGRAMETRICO "STELLINGWERP", EN EL  
MUNICIPIO DE MARIN, NUEVO LEON.

TESIS

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE  
INGENIERO AGRICOLA

PRESENTA

MA. ELENA MOLINA HERNANDEZ

MARIN, N. L.

FEBRERO DE 1995

BIBLIOTECA Agronomía U.A.N.L.

12011 3

T  
TA593  
M6

040.526

FA1

1995

Q.5



Biblioteca Central  
Mayra Universidad

FIESP



BU Raúl Rangel Fijas  
UAM  
FONDO  
TESIS LICENCIATURA

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

FACULTAD DE AGRONOMIA

DEPARTAMENTO DE INGENIERIA AGRICOLA

"TESIS"

Determinación de Pendientes por el Método  
Fotogramétrico "STELLINGWERF", en el  
Municipio de Marín, Nuevo León.

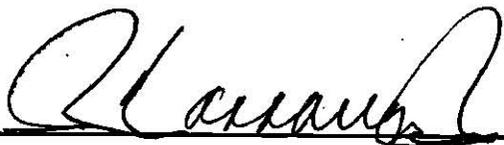
Elaborada por:

MA. ELENA MOLINA HERNANDEZ

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

INGENIERO AGRICOLA

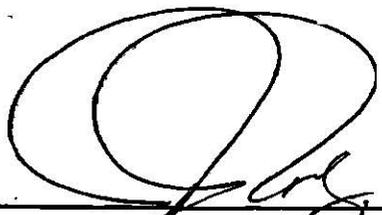
Comité supervisor de Tesis:



---

ING. ROBERTO CARRANZA DE LA ROSA

ASESOR PRINCIPAL



---

ING. J. RAUL RODRIGUEZ RDZ.

ASESOR AUXILIAR



---

ING. BENJAMIN S. IBARRA R.

ASESOR AUXILIAR

## DEDICATORIA

**A Dios nuestro señor:**

Por haber permitido culminar un sueño anhelado.

Dedico este trabajo a un hombre y una mujer que han dedicado su vida al cumplimiento de su deber como padres y que a pesar de sus aciertos y errores, nosotros que somos sus hijos nos sentimos orgullosos de ellos. Los quiero.

**SR. ISIDRO MOLINA ACOSTA**

**SRA. MA. REFUGIO HERNANDEZ DE MOLINA**

A la memoria de mi abuelita: **Sra. EULALIA ACOSTA M.**  
Gracias por sus consejos, siempre los recordaré.

Con cariño a mis hermanos:

**Aarón y Ursula**

**Juana y J.Guadalupe**

**Abelino y Juanita**

**Sixto y Ma. de Jesús**

**José Deri y Maricela**

**Rául**

**Carmen**

**Lupita**

**Carlos**

Gracias por compartir todo conmigo, por darme su apoyo moral y económico.

A mis sobrinos por sus alegrías compartidas:

**Guadalupe, Aracely, Lupita, Osvaldo, Rosario y Jorge.**

A mis tíos y primos por el cariño que nos une, deseando que permanezca siempre.

Especialmente a:

**Cap. Manuel Cabrera Gutiérrez**

Gracias por su gran cariño, no olvidaré sus consejos.

A las personas con las que he convivido gran parte de mi vida. Ojalá nuestra amistad perdure siempre:

**Lucrecia, Maribel y Emilio Cruz Prianti; Elisa de la Parra S. y Javier Taméz P.; Verónica Belmares N., Benito López G. y Mony ; Ana y Ricardo García L.; Emma Aguilar G.; Blanca Ponce; Ma. del Carmen Ojeda Z.; Adela Ramos A. y fam.; Alejandra Ramírez de la F.**

A mis amigos por los gratos momentos que han compartido conmigo, gracias por ser como son:

**Rocío de la Garza H., Verónica Garza N.; Lucía Ortiz, Matilde Camarillo H., Antonio Torres F., Gabriel Acosta, Edgar Gutiérrez C., Felipe Torres R., Eloy Alamilla G., Gilberto Silva O., Ramón Díaz H., Ricardo Vázquez E., Arcadio Lara O., Gerardo Leal S., Issachar Corona R., Guadalupe Vázquez R., Mario Jiménez L., Edgar Molina E., José Luis Eguía, Luis A. Chapa M., Victor García E., David Elizondo G., Luis A. Peña, Julio Miranda.**

A la memoria del Ing. Manuel de J. Jiménez M., por haber sido un gran amigo.

A las familias:

Rojas Arzola

Maldonado Martínez

Ramírez de la Fuente

Gracias por su amistad y por todo lo que hemos compartido.

Con respeto y admiración a mis maestros:

Ing. Gerardo Bolaños L.

Arq. Juana Ma. Lozano G.

Ing. Juan A. Vidales C.

Ing. Eduardo Fraga B.

Dr. Juan Fco. Pizzani Z.

Ing. José Luis Meza G.

Ing. Rafael Salazar A.

Lic. Eva Espinoza de Arrieta.

Gracias por su amistad y por haber colaborado en mi formación profesional.

A:

Ing. Maurilio Martínez

Ing. Javier Acosta de la Cruz

Ing. Jesús Martínez de la Cerda

Por sus valiosos consejos, amistad y apoyo.

A la Biól. Juany Aranda y Sra. Carolina Caballero M. por su afecto hacia mi persona.

A los Sres. Carlos, Alvaro y Paco; por su amistad.

## AGRADECIMIENTOS

Al Ing. Roberto Carranza de la Rosa, por su amistad y apoyo constante, así como su valiosa aportación y revisión de este trabajo.

Al Ing. Jesús R. Rodríguez Rdz. e Ing. Benjamin Ibarra R. por las sugerencias y colaboración en la revisión de este trabajo.

Al departamento de Ingeniería Agrícola FAUANL por sus atenciones durante mi estancia.

Al Departamento de Informática por los servicios prestados. Especialmente a la Sra. Verónica Belmares Navarro por su colaboración en la mecanografía de este trabajo.

Al Ing. Alejandro Luna e Ing. Juan A. Vidales por su colaboración en el escrito y al Sr. Juan Garnica por la elaboración de algunos dibujos para este trabajo.

Al personal que labora en el proyecto de Producción de Semillas y Hortalizas.

En general a todas aquellas personas a quienes he olvidado mencionar pero que de alguna manera ú otra recordaré.

## RESUMEN

El presente trabajo se realizó en el Municipio de Marín, Nuevo León; teniendo como objetivo principal, determinar las características cualitativas y cuantitativas de las pendientes consideradas, para lograr un mejor conocimiento de las relaciones suelo-vegetación.

Se definieron nueve pendientes, teniendo como límites los puntos que a continuación se mencionan:

PENDIENTES	LIMITES	DIRECCION
San José	Limite municipal Este con el Río González.	Suroeste
Loma los Cerritos	Limite municipal Norte al Rancho la Zanja.	Sur-suroeste
Presa la Juventud	Cruce entre la cuenca de escurrimiento y la Cota 380 al bordo de la Presa.	Sur-suroeste
Presa la Juventud	Cruce entre la cuenca de escurrimiento y la Cota 460 al bordo de la Presa.	Suroeste
El Gringo	Zona de cultivo ubicada en el limite municipal Este al Rancho el Gringo.	Nor-noroeste
Granjas avícolas el Llano.	Granjas avícolas el Llano al Río Marín.	Oestesuroeste
Granjas avícolas San José.	Granjas avícolas San José a Granjas avícolas el Llano.	Sur-suroeste
Rancho los Cantú	Rancho los Cantú a Loma la Parada.	Sur-sureste
La Parada	Loma la Parada a los Elizondo.	Sureste

Se hicieron las mediciones para cada pendiente en las fotografías aéreas que corresponden al área de estudio, utilizando el estereoscopio de espejos y barra de paralaje por el método STELLINGWERF.

Para verificar el método fotogramétrico se hizo una comparación Versus estación total topográfica en una de las líneas.

Los resultados obtenidos se reportan en las tablas del 1-10; cada tabla tiene adjunto la figura correspondiente, donde se hace notar los puntos elegidos de la respectiva pendiente.

Las pendientes fueron clasificadas en forma cuantitativa y cualitativa en base a clasificación FAO. Ciertas pendientes se ubicaron dentro del rango 0-2%; clasificándose como Llano a casi Llano. Otras pendientes como en el caso de Loma los Cerritos, Rancho el Gringo, Granjas avícolas el Llano y Loma la Parada, donde su gradiente va del 2-6%; clasificándose como suavemente inclinado. La pendiente San José que se clasificó como moderadamente inclinada en un rango de 6-13% para la sección A y empinado en un rango de 50-80% para la sección B.

El área de estudio es una zona altamente susceptible al proceso erosivo que nos trae como consecuencia una baja actividad agrícola y una posibilidad más ventajoso para el sector pecuario; siendo necesario implementar prácticas de conservación.

## INDICE

	<b>Página</b>
<b>1. INTRODUCCION.....</b>	<b>1</b>
<b>2. GENERALIDADES DEL AREA DE ESTUDIO.....</b>	<b>3</b>
2.1 Condiciones de la región.....	3
2.2 Geología.....	4
2.3 Suelos.....	6
2.4 Vegetación.....	10
<b>3. REVISION DE LITERATURA.....</b>	<b>15</b>
3.1 Historia de la Fotogrametría.....	15
3.2 Visión Binocular.....	17
3.2.1 Requisitos para la observación estereoscópica de fotografías aéreas.....	17
3.2.2 Métodos para observación estereoscópica de fotografías aéreas.....	20
3.2.3 Esteréoscopios.....	22
3.2.4 Base estereoscópica.....	27
3.2.5 Requisitos para la observación de fotografías aéreas.....	29
<b>4. PARALAJE Y MARCA FLOTANTE.....</b>	<b>31</b>
4.1 Principio de la Marca Flotante.....	31
4.2 Paralaje Estereoscópico.....	33
4.3 Fórmula de Paralaje.....	36
4.4 Uso de la Barra de Paralaje.....	40
4.4.1 Obtención de Lecturas por medio de la Barra de Paralaje.....	40

5.	COMPARACION ENTRE FOTOGRAFIAS AEREAS Y MAPA.....	42
5.1	La Fotografía.....	42
5.2	El Mapa.....	46
6.	CARACTERISTICAS MORFOLOGICAS PENDIENTE-SUELO.....	48
7.	METODOS USADOS PARA DETERMINAR PENDIENTES O INCLINACIONES.....	54
7.1	Procedimientos para Medición y Estimación de Pendientes.....	55
7.2	Otros Métodos usados para Determinación de Pendientes.....	56
8.	MATERIALES Y METODOS.....	58
8.1	Materiales.....	58
8.2	Métodos.....	58
9.	RESULTADOS Y DISCUSIONES.....	66
10.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	86
11.	ANEXO.....	89
12.	GLOSARIO.....	93
13.	BIBLIOGRAFIA.....	97

## INDICE DE FIGURAS

Figura		Pág.
1	Esquema de la observación estereoscópica de un objeto por el ojo humano.....	17
2	Toma de dos fotografías consecutivas y enfoque a un cuerpo.....	18
3	Representación esquemática de la relación B/Z.	19
4	Métodos para observación estereoscópica de fotografías.....	21
5	Observación a través del estereoscopio.....	22
6	Estereoscopio de bolsillo.....	24
7	Esquema del principio de estereoscopio de espejos.....	26
8	Tripleta estereoscópica donde la imagen conjugada hace posible la visión estereoscópica de toda el área que comprende la fotografía 2....	27
9	Vista en planta de la obtención de la base instrumental. Al observar estereoscópicamente, los puntos homólogos se fusionan.....	28
10	Observación de puntos homólogos bajo el estereoscopio de espejos.....	29
11	Esquema de la orientación correcta de fotografías aéreas bajo estereoscopio de espejos.....	30
12	Principio de la marca flotante.....	32
13	Esquema donde se observa que la diferencia de paralaje en dos fotografías sucesivas corresponde a una diferencia de altura en el terreno.....	34
14	Relación entre paralaje (P), Base en el aire (B), distancia principal (c) y altura de vuelo (Z).....	37
15	Representación de una "Lectura de paralaje"...	41
16	Negativo y fotografía del terreno.....	42

17	Elementos que definen una fotografía aérea vertical.....	44
18	Fotografías aéreas según la posición del eje óptico de la cámara y sus distorsiones en la escala de las mismas.....	45
19	Proyección ortogonal sobre un plano.....	47
20	Forma de pendiente relacionada a la cohesión del suelo. El ejemplo se refiere a un latosol (unidad de suelo) bien drenado, altamente lixiviado.....	52
21	Pendiente San José (A).....	69
22	Pendiente San José (B).....	69
23	Pendiente Loma los Cerritos.....	72
24	Pendiente Presa la Juventud.....	72
25	Pendiente Presa la Juventud.....	75
26	Pendiente Rancho el Gringo.....	75
27	Pendiente Granjas avícolas el Llano.....	78
28	Pendiente Granjas avícolas San José.....	78
29	Pendiente Rancho los Cantú.....	81
30	Pendiente Loma la Parada.....	81

## INDICE DE CUADROS Y TABLAS

Cuadro		Pág.
1	Comparación entre fotografías aéreas verticales e inclinadas.....	46
2	Subdivisión de los tipos de relieve, en clases de pendiente (según su grado de inclinación) definidas en el manual de levantamiento de suelos del USDA y en la guía para descripción de perfiles de suelos, de la FAO.....	50

Tabla		Pág.
1	Determinación de Pendientes (Stellingwerf) Pendiente <b>San José (A)</b> .....	67
2	Determinación de Pendientes (Stellingwerf) Pendiente <b>San José (B)</b> .....	68
3	Determinación de Pendientes (Stellingwerf) Pendiente <b>Loma los Cerritos</b> .....	70
4	Determinación de Pendientes (Stellingwerf) Pendiente <b>Presa la juventud</b> .....	71
5	Determinación de Pendientes (Stellingwerf) Pendiente <b>Presa la Juventud</b> .....	73
6	Determinación de Pendientes (Stellingwerf) Pendiente <b>Rancho el Gringo</b> .....	74
7	Determinación de Pendientes (Stellingwerf) Pendiente <b>Granjas avícolas el Llano</b> .....	76
8	Determinación de Pendientes (Stellingwerf) Pendiente <b>Granjas avícolas San José</b> .....	77
9	Determinación de Pendientes (Stellingwerf) Pendiente <b>Rancho los Cantú</b> .....	79
10	Determinación de Pendientes (Stellingwerf) Pendiente <b>Loma Parada</b> .....	80

# 1. INTRODUCCION

En la República Mexicana y en lo que concierne al Estado de Nuevo León, la evaluación de los recursos naturales tiene una gran importancia, ya que de ello depende una posible explotación racional y planificada. Considerando lo anterior, en este trabajo, se busca hacer el estudio de solo uno de los factores que nos darán criterios para hacer una selección de uso de suelos, este será el factor pendiente, que nos permite conocer los aspectos generales de cada variación topográfica y por ende las asociaciones suelo-vegetación.

Los métodos desarrollados hasta la fecha, van desde simples mediciones hasta los extremadamente complejos que requieren del apoyo de sistemas de computo. Sin embargo, hay ciertos métodos clásicos, que son de aplicación universal y proporcionan una valiosa información. (14)

La técnica fotointerpretativa nos facilita el trabajo de levantamiento de los recursos, así como proporcionarnos información sobre la relación de la morfología superficial, el suelo y la vegetación. El proceso de interpretación de fotografías aéreas se basa en la delimitación de unidades, dentro de las cuales interaccionan los factores antes citados. (5)

Aún, cuando los adelantos en la tecnología nos proporcionen estudios detallados, el uso de material aerofotográfico y cartográfico directo, nos será de suficiente utilidad para éste estudio.

OBJETIVOS:

- 1.- Determinar las características cualitativas y cuantitativas de las pendientes consideradas, para lograr un mejor conocimiento de las relaciones suelo-vegetación.
- 2.- Establecer la relación entre las características de la pendiente y los problemas que son ocasionados por la propia naturaleza y por el inadecuado uso de los suelos, que traen consecuencias como: erosión y pérdida de fertilidad.

## 2. GENERALIDADES DEL AREA DE ESTUDIO

El Municipio de Marín, N.L. comprende una superficie de 244.34 Km<sup>2</sup> aproximadamente. Limita al Norte con el Municipio de Higuera; al Este con el Mpo. de Dr. González; al Sur con el Mpo. de Pesquería y al Oeste con el Mpo. de Zuazua.

La ubicación geográfica del Municipio de Marín N.L., corresponde a los 25°53' Latitud Norte y 100°03' Longitud Oeste del Meridiano de Greenwich, teniendo una altura sobre el nivel del mar de 375m. (22)

### 2.1 Condiciones de la Región

El clima de la región según la clasificación climática de Köppen, modificado por García (1973), es de dos subtipos climáticos; el BS<sub>1</sub> y BS<sub>0</sub>, los cuales corresponden al grupo de los climas secos o esteparios.

El subtipo climático BS<sub>0</sub>, más seco que el BS<sub>1</sub>, se caracteriza por tener una relación precipitación/temperatura menor de 22.9°. Prácticamente el 60% de la superficie del Municipio, se encuentra bajo la influencia de éste subtipo climático, correspondiendo su área de influencia a la parte Poniente de la sierra Picachos, donde al presentarse el efecto de sombra orográfica, tiende a producir una aridez mayor, que se refleja en la vegetación. Las temperaturas medias anuales de 22°C, donde los meses más fríos son Diciembre y Enero con

temperaturas inferiores a 18°C, siendo en ocasiones extremosas; y los meses más calientes son Junio, Julio y Agosto, registrandose temperaturas superiores a los 28°C.

La precipitación promedio anual es de 500 mm., con una máxima de 600 mm. y una mínima de 200 mm.; siendo los meses más lluviosos Mayo, Agosto y Septiembre. (11)

## 2.2 Geología

En el área de estudio encontramos material geológico diverso, por ejemplo: un consolidado en sistema de montaña, en posición de pie de monte un material coluvial y en pendientes mínimas tenemos el aluvial.

En sistema de montaña existen materiales sedimentarios como la caliza y lutita que presentan determinadas características: En el caso de las calizas, éstas se formaron por sedimentación y consolidación de las sales y materiales finos en un ambiente de tipo lacustre. Las calizas cuando presentan estratificación gruesa proporcionan condiciones excelentes al servir para presas o cimentaciones de cualquier tipo. Las de estratificación delgada presentan problemas de cimentación y ofrecen condiciones desfavorables a la resistencia al esfuerzo cortante y a la contención de agua. La caliza es la materia prima básica para la fabricación de cal y cemento, los cuales se utilizan como material de construcción o bien como piedra de ornato.

La lutita es otro de los materiales sedimentarios, la cual se caracteriza por ser muy arcillosa, laminada, con buena resistencia a la compresión y baja al esfuerzo cortante. Estas pueden ser duras y no laminadas o bien laminadas y suaves. Las lutitas formadas por compactación constituyen lodos cuando se sujetan a procesos de saturación y deshidratación; bien cementadas son muy resistentes, ya que proporcionan buenas condiciones para la construcción de presas.

En material coluvial tenemos el conglomerado formado por gravas redondeadas cementadas y con aspecto resistente y macizo. Al romper esta roca la fractura corta indistintamente a los fragmentos.

En material aluvial, encontramos el aluvión conformado principalmente por acarreo y depositación, en este último están actuando el proceso de cementación y en gran parte el de formación de suelo productivo.

En caso del travertino que es otro de los materiales encontrados, tenemos que es una caliza impura depositada por aguas incrustantes; su depósito forma grandes masas o cubre con una costra el suelo por donde escurre. La masa de la roca está surcada en todas direcciones por pequeños canales. Cuando esta roca presenta el menor número de poros y un grano cerrado, es explotable y se usa en la manufactura de planchas o láminas, que puliéndose son utilizadas en el cubrimiento de fachadas y muros interiores. Esta roca en el Estado de Nuevo León es

llamado "sillar de agua" y se usa en la construcción. (7, 18)

### 2.3 Suelos

Existe una diversidad de suelos dentro del área de estudio, predominando los Xerosoles, Feozem y Castañozem.

Los **Xerosoles** se encuentran principalmente en las zonas bajas; caracterizados por presentarse en zonas áridas y semiáridas, por tener una capa superficial de color claro y muy pobre en humus. Muchas veces presentan a cierta profundidad manchas, polvo o aglomeraciones de cal; cristales de yeso o caliche muy duro; en ocasiones salinos.

En casi toda la porción Sur del Municipio, se observan suelos arcillosos, migajón arcilloso; con mal drenaje y duros cuando se secan, en ocasiones algunos presentan problemas solamente en la capa superficial, caracterizados por la presencia de gravas.

Su utilización agrícola está restringida la mayor parte de las ocasiones a las zonas con agua de riego.

El uso pecuario es muy importante en estos suelos, principalmente aquí en el Norte, en donde se cría ganado bovino y caprino con rendimientos variables en función de la vegetación.

Los Xerosoles son suelos con baja susceptibilidad a la erosión, excepto cuando están en pendientes y sobre caliche o tepetate.

Otro tipo de suelos encontrado es el **Feozem**, su característica principal es una capa superficial obscura, suave, rica en materia orgánica y en nutrientes. Se encuentran en varias condiciones climáticas, desde zonas semiáridas, hasta templadas o tropicales muy lluviosas, así como en diversos tipos de terrenos desde planos hasta montañosos.

Muchos feozems profundos y situados en terrenos planos se utilizan en agricultura de riego o temporal.

Una porción de los suelos de Marín, N.L. se caracteriza dentro de este tipo ya que tienen cal en varios de sus horizontes. Y se pueden encontrar en la ribera del Río Marín, mezclados con Regosol calcárico y de textura migajón arcilloso; con una fase gravosa en su mayor parte e impidiendo así el uso de implementos agrícolas.

Otro de los suelos predominante es el **Castañozem**, a este tipo de suelos lo podemos encontrar en zonas semiáridas o de transición hacia climas más lluviosos. En condiciones naturales tienen vegetación de pastizal, con algunas áreas de matorral.

Se caracterizan por tener una capa superior de color pardo o rojizo oscuros, rica en materia orgánica y nutrientes; acumulación de caliche suelto o ligeramente cementado en el subsuelo. Se usan para ganadería extensiva mediante el pastoreo.

Este tipo de suelo lo podemos encontrar en el Municipio principalmente en zonas planas y algunos lomeríos de relieve

somero.

Con respecto a otro tipo de suelos encontrado en menos proporción tenemos por ejemplo: Vertisoles, Regosoles, Litosoles, Rendzina y Fluvisoles; se hablará de cada uno de ellos para relacionarlos con los que tenemos presentes dentro del área de estudio.

**Vertisoles.-** Se caracterizan por las grietas anchas y profundas que aparecen en ellos en la época de sequía. Son suelos muy arcillosos, de color café-rojizos en ésta zona generalmente. Son pegajosos cuando están húmedos y muy duros cuando secos; en ocasiones salinos.

La vegetación natural de estos suelos vá desde las selvas bajas hasta los pastizales y matorrales de los climas semisecos.

Su utilización agrícola es muy extensa, variada y productiva. Son suelos casi siempre muy fértiles pero presentan ciertos problemas para su manejo ya que su dureza dificulta la labranza. En el área de estudio los podemos encontrar en la porción Centro rodeados por Xerosoles.

**Regosoles.-** Caracterizados por no presentar capas distintas, son claros en su mayoría; los podemos encontrar en playas, dunas, lomeríos y sierras acompañados de Litosoles y de roca o tepetate que aflora.

Su fertilidad es variable y su uso agrícola está condicionado a su profundidad y pedregosidad.

En el Municipio predominan los Regosoles calcáricos mezclados con Litosoles y de textura media (migajón arcilloso) en su mayor parte. Encontrándose una capa de roca dura y continúa en taludes de cerros y sierras.

**Litosoles.**- Observándose este tipo de suelos en los lomeríos, barrancas y algunos terrenos planos del área de estudio. Caracterizados por tener una profundidad menor de 10 cm. hasta la roca tepetate o caliche duro.

Tienen características muy variables, en función del material que los forma. Pueden ser fértiles o infértiles, arenosos o arcillosos. Su susceptibilidad a erosionarse depende de la zona en donde se encuentran, de la topografía y del mismo suelo.

El uso de estos suelos depende de la vegetación que los cubre, en aquellos que presentan pastizales o matorrales se puede llevar a cabo algún pastoreo más o menos limitado.

**Rendzina.**- Este tipo de suelos se caracteriza por poseer una capa superficial delgada, rica en humus que descansa sobre roca caliza o algún material rico en cal; generalmente muy arcillosos y poco profundos.

Cuando se desmonta se puede usar para cultivar pastos, teniendo respuestas bajas a moderadas para el ganado, pero con peligro de erosión en laderas y lomas.

El área de este tipo de suelos encontrada dentro del Municipio es pequeña, observándose una mezcla de Rendzina con

Litsoles y de textura media, con capas de roca dura que limita la profundidad del suelo e impide la penetración de las raíces o el arado.

**Fluvisoles.**- Suelos formados por materiales de acarreo por agua, como por ejemplo: arenas, arcillas o gravas; son suelos muy poco desarrollados. Su fertilidad está en función del tipo de materiales que lo formen. Se encuentran en lagos o sierras, lechos de ríos y arroyos. La vegetación varía desde selvas hasta matorrales y pastizales. Se observan fluvisoles calcáricos en los cauces de los arroyos y lechos de ríos que se encuentran rodeando el Municipio. Estos suelos se usan generalmente para el pastoreo. (9, 25)

## 2.4 Vegetación

Los diferentes tipos de vegetación localizados en el área de estudio se encuentran distribuidos y ubicados de acuerdo a influencias topográficas, climatológicas y edafológicas del medio sobre el cual se desarrollan.

El tipo de vegetación predominante es el matorral submontano, matorral generalmente inerme, su altura varía de 2-5 m. y en algunas regiones denso, más o menos perennifolio que se desarrolla sobre suelos someros de laderas de cerros. Las dominantes varían de una región a otra, pero las más frecuentes son:

<b>Nombre científico</b>	<b>Nombre común</b>
<u>Cordia boissieri</u>	Anacahuita
<u>Acacia amentacea</u>	Chaparro prieto
<u>Acacia farnesiana</u>	Huizache
<u>Parkinsonia aculeata</u>	Retama
<u>Opuntia leptocaulis</u>	Tasajillo
<u>Castela texana</u>	Chaparro amargoso
<u>Chilopsis linearis</u>	Mimbres

En toda la porción Centro del Municipio principalmente en las zonas planas, se puede observar una comunidad vegetal de asociaciones con pastizal natural y pastizal halofilo con algunos arbustos como:

<b>Nombre científico</b>	<b>Nombre común</b>
<u>Cordia boissieri</u>	Anacahuita
<u>Acacia farnesiana</u>	Huizache
<u>Jatropha dioica</u>	Sangre de drago
<u>Leucophyllum texanum</u>	Cenizo
<u>Karwinskia humboldtiana</u>	Coyotillo
<u>Gochnatia hypoleuea</u>	Ocotillo
<u>Nicotiana glauca</u>	Tabaquillo
<u>Porlieria angustifolia</u>	Guayacán

Algunas de los arbustos mencionados son de gran utilidad

para el hombre ya que, se puede extraer madera para la construcción, se pueden obtener postes para cercos y algunos implementos agrícolas. Otras en cambio, son medicinales como el chaparro amargoso, sangre de drago, cenizo, guayacán, etc.; algunas tóxicas para el hombre y los animales, como el coyotillo, tabaquillo, etc.

Otro tipo de vegetación encontrado es el de Mezquital o Bosque espinoso, característico de terrenos planos o poco inclinados; aunque se le observa en lomeríos y porciones inferiores de cerros más elevados. Esta comunidad vegetal tiene como dominantes:

<b>Nombre científico</b>	<b>Nombre común</b>
<u>Prosopis glandulosa</u>	Mezquite
<u>Bumelia celestrina</u>	Coma
<u>Pithecellobium flexicaule</u>	Ebano
<u>Ziziphus obtusifolia</u>	Junco
<u>Jatropha dioica</u>	Sangre de drago

En algunos lugares crecen muy espaciados y en otros se encuentran asociados con una carpeta de la gramínea Bouteloua trifida (Navajita roja).

Actualmente el bosque espinoso tiene poco valor desde el punto de vista de la explotación forestal. Aunque, plantas sí son aprovechadas por el hombre para la construcción de postes

para cercos principalmente, puertas, yugos, carretas, mangos etc. Algunos frutos como en el caso de *Prosopis*, *Bumelia* y *Cordia* son utilizados como forraje para el ganado; otros son comestibles para el hombre.

Hemos mencionado algunas de los géneros importantes que se clasifican dentro de la vegetación del Municipio pero, hay un tipo de matorral desértico micrófilo caracterizado por elementos arbustivos de hojas pequeñas, que se encuentra generalmente en terrenos aluviales. Dentro de ésta comunidad tenemos el matorral subinerme (plantas espinosas) como por ejemplo *Helietta parvifolia* Barreta y *Celtis pallida* Granjeno. El matorral inerme (sin espinas) es otro tipo de vegetación de ésta comunidad como ejemplo de estos está: *Larrea tridentata* Gobernadora, *Flourensia cernua* Hojasén y *Franseria dumosa* Hierba del burro. Especies que el ganado puede ramonear.

A las orillas de los ríos y en sitios húmedos podemos encontrar *Heimia salicifolia* escobilla de río, acompañada de algunos Zacates y algún otro tipo de vegetación. (22, 23)

Las áreas cuya cubierta vegetal está dominada por gramíneas, revisten gran importancia, pues constituyen el medio natural más propicio para el aprovechamiento pecuario.

Los pastizales son particularmente adecuados para la alimentación del ganado bovino, caprino y equino. El aprovechamiento de los pastizales naturales en Marín, en la mayor parte de los casos, no es óptimo y en muchos sitios el

sobrepastoreo debido a la falta de organización y técnica adecuada no permite obtener el máximo rendimiento. El sobrepastoreo y el pisoteo excesivo de los animales impiden muchas veces el buen desarrollo y la reproducción de las especies más nutritivas, propiciando el establecimiento de plantas que son tóxicas para éstos y en ocasiones hasta venenosas y con frecuencia reducen la cobertura del suelo, exponiéndolo a efectos de erosión.

Uno de los pastos que predomina es el Cenchrus ciliaris Zacate buffel con algunos otros arbustos como: Huizache, chaparro prieto y bizbirinda principalmente; pasto con buena cobertura y bien establecido en la mayor parte, mientras que en otras solo se pueden apreciar "manchones". La Bouteloa trifida Navajita roja, es otra gramínea encontrada, se puede observar en unas áreas bien establecido, acompañado de algunos arbustos.

Otro género de pasto encontrado es el Cynadon plectostachyum Estrella africana, considerado como pasto cultivado y ubicado dentro de las zonas de riego. (23)

Actualmente en el Municipio hay áreas que están abiertas para riego donde predominan cultivos de grano como: Maíz, sorgo, frijol, avena etc. y algunas hortalizas. Otras como ya se dijo antes son de pastizal principalmente las que estan cerca del río. También hay áreas de temporal pero en menor escala.

### 3. REVISION BIBLIOGRAFICA

#### 3.1 Historia de la fotogrametría

Al hablar de la fotogrametría se estaría incursionando en un tema muy amplio, debido a esto, sólo haremos referencia de algunas de las personas involucradas através del desarrollo de ésta técnica.

Antes de la invención de la fotogrametría, se trazaban ocasionalmente algunas cartas según perspectivas dibujadas del terreno. En 1500 Dürer en Alemania, encontró una relación entre el objeto y la perspectiva del mismo, y de esta forma se elaboró la carta de la Isla de Sta. Cruz.

En 1830 Niepce y Daguerre obtienen las primeras fotografías con una cámara de eje horizontal, hecho que da lugar al inicio de la fotogrametría terrestre, técnica que es utilizada para elaborar planos y mapas a partir de fotografías.

En el año de 1838-1844, se construyen los primeros estereoscopios, como un medio auxiliar para la observación de relieves en grabados y fotografías.

En 1851, Aimé Laussedat oficial de la armada francesa proyectó la aplicación de las fotografías a la topografía. Como resultado de sus experiencias, presentó en 1857 el primer fototeodolito; una combinación de teodolito y cámara. (16)

En México, en el año de 1857, fué creado el ministerio de

fomento y se le encargó la recopilación de todos los datos geográficos y estadísticos para tratar de elaborar la carta general a una escala media.

En 1938, se creó la "Comisión Cartográfica Militar" dependiente de la Secretaría de la Defensa Nacional; con objeto de elaborar la cartografía militar a escala 1:100,000 por el método aerofotogramétrico. Esta cartografía ha sido de utilidad general y ha servido tanto al sector público como privado. En los siguientes años, se fundaron compañías privadas que se dedicaron a trabajos exclusivos de fotografías aéreas.

El 1 de Octubre de 1968, fué creada la Comisión de Estudios del Territorio Nacional, que ha venido a modificar completamente al panorama Nacional en su aspecto cartográfico, esto significa que en la actualidad existe ya un organismo, que tiene por misión la elaboración de la carta topográfica del país a la escala 1:50,000, usando métodos modernos y precisos. A partir de ésta carta, surgen las otras tématas que tienen por objeto formar el inventario de los recursos Naturales del Territorio Nacional. (15)

## 3.2 Visión Binocular

### 3.2.1. Requisitos para la observación estereoscópica de fotografías aéreas

El órgano visual normal (ojos sanos), permite captar el ambiente que nos rodea en tercera dimensión; nos podemos dar cuenta de la profundidad y por ende juzgar las distancias relativas entre los objetos que se encuentran en derredor, y así determinar cuales de ellos estan cerca de nosotros. 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. Fig. 1 (17, 12)

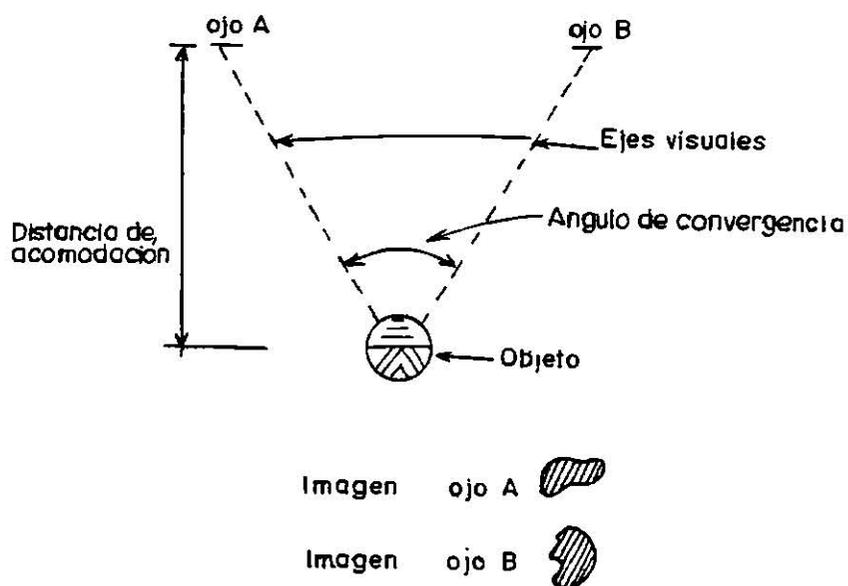


Figura 1 Esquema de la observación estereoscópica de un objeto por el ojo humano.

En visión binocular se sustituye el terreno u objeto por dos fotografías del mismo lugar pero obtenidas desde dos puntos diferentes ó 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 llama puntos o imágenes homólogos.

En las imágenes se deben cumplir dos funciones, la acomodación y la convergencia, así como ocurre en la visión binocular normal por lo que las dos fotografías o par estereoscópico deben satisfacer las siguientes condiciones:

- a) El par estereoscópico debe corresponder a fotografías sucesivas, con un área común, cada fotografía del área de trabajo se toma desde diferentes estaciones de toma. Fig. 2

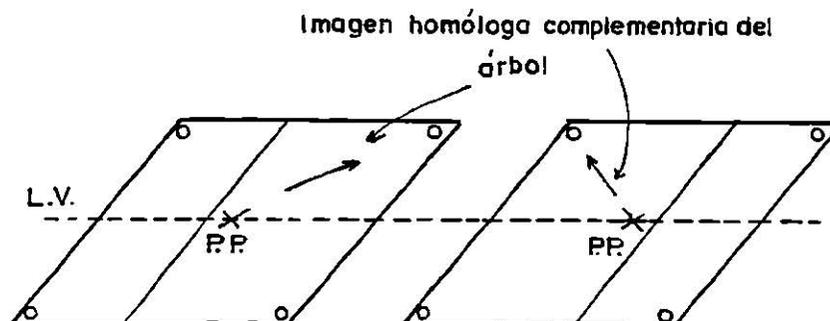


Figura 2 Toma de dos fotografías consecutivas y enfoque a un cuerpo.

- b) La relación  $B/Z$  debe tener un valor comprendido entre

0.02 y 2. Fuera de estos límites la visión estereoscópica es complicada. Esta relación establece el porcentaje de área común complementaria en el par estereoscópico. Fig.3

**B = Base en el aire (Distancia entre las estaciones o centros de exposición), en m.**

**Z = Altura de vuelo sobre el terreno, en m.**

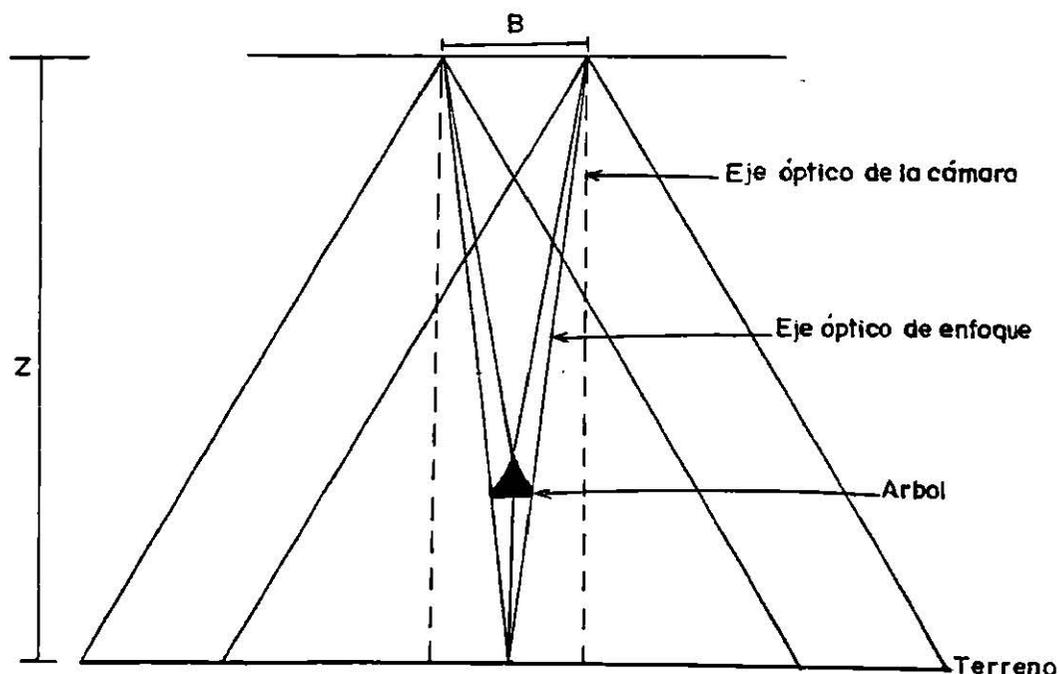


Figura 3 Representación esquemática de la relación B/Z.

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

- d) 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, y para valores superiores las diferencias en tamaño de las imágenes son demasiado grandes. (5, 10, 12, 24)

### **3.2.2 Métodos para observación estereoscópica de fotografías**

Se consideran tres diferentes métodos para obtener una imagen estereoscópica:

- A) Observación con ejes cruzados
- B) Observación con ejes convergentes
- C) Observación con ejes paralelos

A) Observación con ejes cruzados.- Consiste en mirar con el ojo derecho la fotografía izquierda y con el ojo izquierdo la fotografía derecha.

La acomodación y convergencia es realizada en diferentes puntos, y resulta demasiado cansado e irritante a los ojos, ya que ambas funciones deben coincidir en el mismo punto.

B) Observación con ejes convergentes.- Es el método normal de observación y por lo tanto, el más descansado. Como las dos imágenes deben estar sobrepuestas será necesario hacer la observación por medio de filtros para que cada ojo reciba una sola imagen.

Los sistemas más empleados son: Anaglifos que emplean filtros de colores complementarios (verde y rojo); luz polarizada (con filtros que polarizan la luz) y luz intermitente (alternadores) que emplean obturadores giratorios los cuales permiten la observación alternada de las imágenes izquierda y derecha. Cada ojo observa una sola imagen.

C) Observación con ejes paralelos.- El método en general produce cansancio ya que los ejes de los ojos convergen en el infinito, y 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, 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. Fig.4 (12, 24)

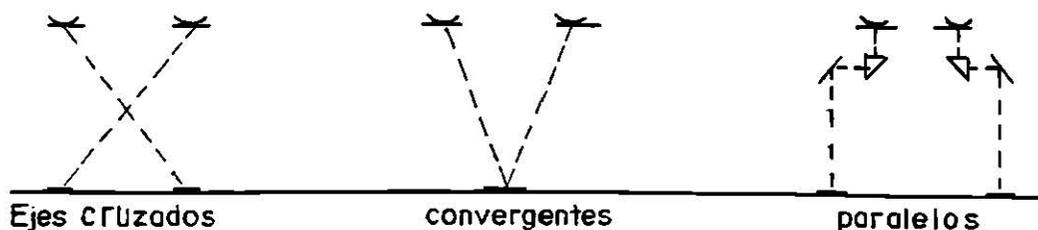


Figura 4 Métodos para observación estereoscópica de fotografías.

### 3.2.3 Estereoscopios

Los estereoscopios son instrumentos relativamente sencillos que pueden producir, con ayuda de dos fotografías, una expresión espacial de un sector de terreno (imagen plástica del terreno). El uso de sistemas de lentes o de prismas, permiten que sea ampliado y superpuesto el cono de visión del usuario para que cada ojo vea su mitad correspondiente del "estereopar". El par de lentes con distancia focal menor de 250 mm, distancia normal de lectura, pudiendo ser usados como vidrios de aumento. Fig. 5

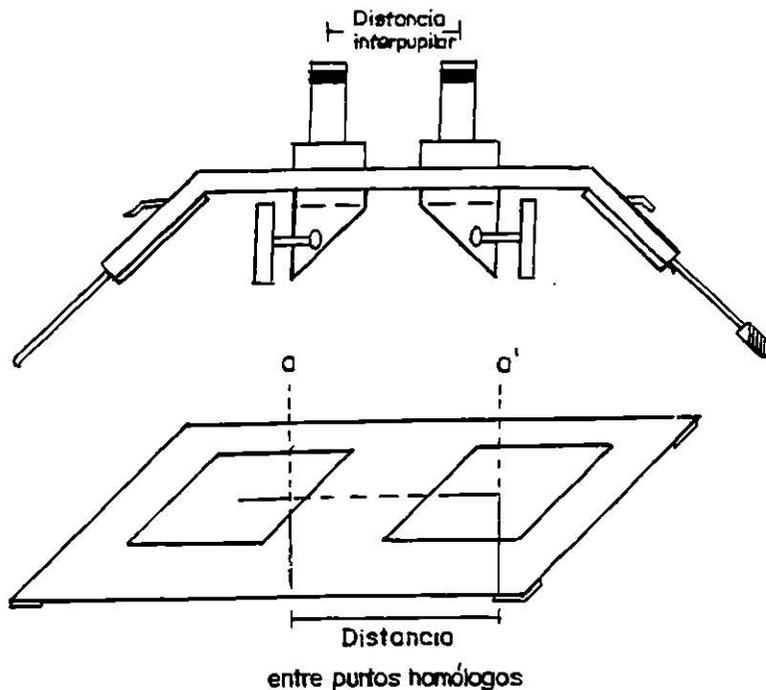


Figura 5 Observación a través del estereoscopio.

El poder de aumento se puede calcular en base a la fórmula de amplificación que es la relación entre la distancia normal de lectura y la distancia focal de lente:  $250/f$ . A fin de

adoptar el sistema óptico a los ojos más diversos, un ocular movable directamente delante del ojo permite regular la imagen. (15, 26)

Analizaremos solamente los dos tipos de estereoscopios más comunes que han sido diseñados:

- 1.- Estereoscopio plegable o de bolsillo
- 2.- Estereoscopio de espejos

- 1.- Estereoscopio plegable o de bolsillo

Compuestos por un par de lentes plano-convexas, cuya distancia focal es de 80 a 100 mm aproximadamente y un soporte.

Son estereoscopios prácticos, diseñados para uso en el campo, en trabajos de gabinete son de gran utilidad. Tienen aumento aproximado de tres diámetros (3x) y permite ver imágenes claras y nítidas.

Existen variaciones en los modelos de estos estereoscopios según su diseño. Hay algunos con distancia interpupilar fija de 6.5 cm. mientras que en otros existe la posibilidad de variar esta distancia entre 5.5 cm. y 7.5 cm.; unos vienen con lentes reemplazables y otros traen inclusive una pequeña barra de paralaje que permite el cálculo aproximado de diferencias de altura.

Se emplean para la observación de fotografías con formatos de 23 x 23 cm. ó 18 x 18 cm. ya sea sobrepuestas o dobladas; usados también para la observación de estereogramas con franjas de 6.5 cm., pudiendo ser estos de un ancho menor o mayor

dependiendo del tipo de estereoscopio. Fig 6 (2, 6, 24)

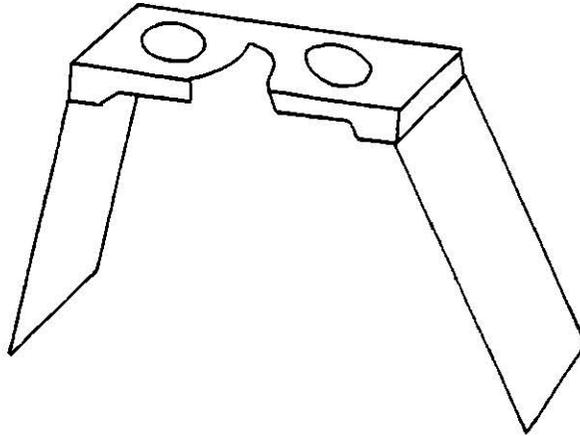


Figura 6 Estereoscopio de bolsillo.

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

Las principales ventajas y desventajas del estereoscopio de bolsillo son:

Ventajas:

- Bajo costo
- Rápido manejo
- Su pequeño tamaño y facilidad de transporte

Desventajas:

- Limitación del aumento
- La distancia entre puntos homólogos debe ser

aproximadamente igual a la base ocular (6.5 cm.), lo cual dificulta la observación de fotografías de 23x23 cm.

Espacio muy limitado, dificultando el mapeo ó dibujo sobre las fotografías. (12, 24)

## 2) Estereoscopio de espejos

Las desventajas mencionadas anteriormente son resueltas por el estereoscopio de espejos, donde la distancia entre puntos homólogos varía de 21 a 26 cm., permitiendo en esta forma la observación completa de un modelo formado por fotografías de 23 x 23 cm. Esta distancia entre puntos homólogos es la que se denomina base del estereoscopio.

El instrumento consta básicamente de las siguientes partes:

- Un par de lentes o binoculares
- Dos prismas (o espejos) de 45°
- Dos espejos grandes montados sobre una armadura metálica. **Anexo 1**

La distancia de observación puede llegar hasta 30 cm. (250/300 = 0.8x), pero permite la adición de binoculares para lograr un aumento de 3x hasta 8 veces el original; ya que, entre mayor sea el aumento menor es el área observada. Fig.7

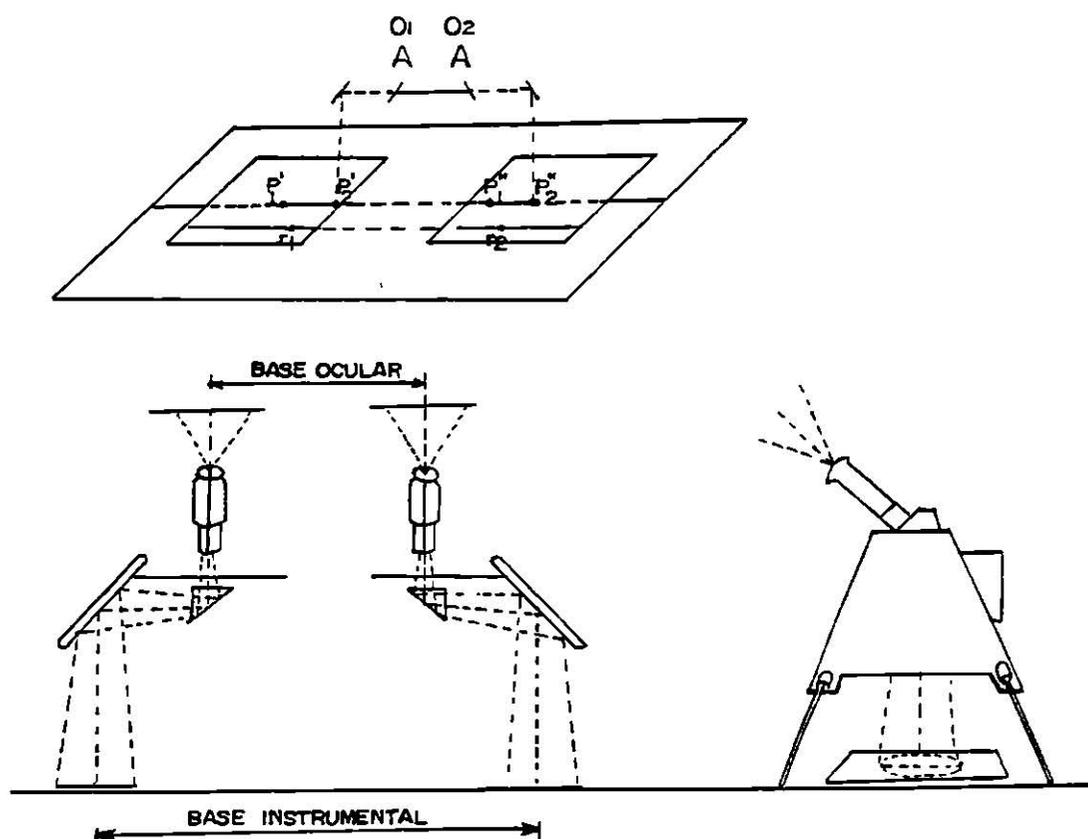


Figura 7 Esquema del principio de estereoscopia de espejos.

Este instrumento permite un estudio detallado, semidetallado o general de un par estereoscópico completo, sin producir fatiga y facilita el cálculo de las diferencias de altura utilizando una barra de paralaje, de esta manera se evitan las salidas al campo; solamente es necesario hacer verificación sobre el terreno de las fotografías interpretadas. Permite la transferencia de puntos de una foto a otra y facilita la estimación de pendientes por medio de aparatos sencillos (Comparador de pendientes, Mekel, etc.). (2, 5)

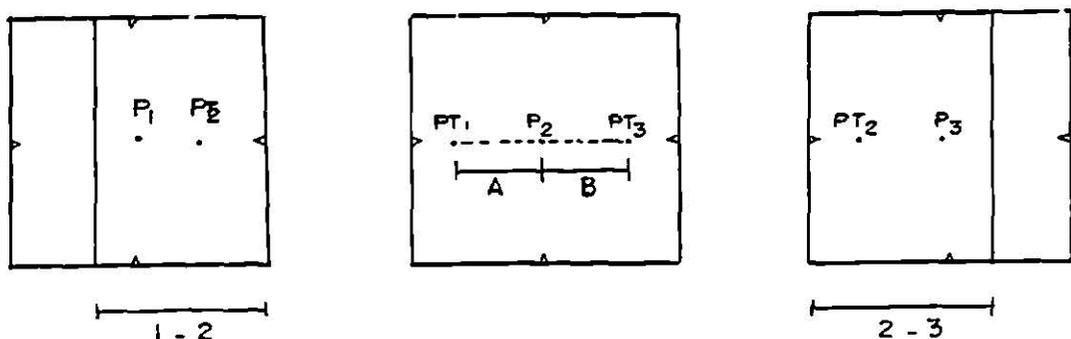
### 3.2.4 Base estereoscópica

La base del estereoscopio, también conocida como base instrumental, es la distancia entre los centros de los dos campos de visión del estereoscopio.

La base estereoscópica o base aérea 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 dos transferidos.

Fig. 8 (12)

$P_1$ -  $P_2$ -  $P_3$ -      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 8      Tripleta estereoscópica donde la imagen conjugada hace posible la visión estereoscópica de toda el área que comprende la fotografía 2.

La base instrumental del estereoscopio se obtiene mediante la siguiente secuencia:

- a) Enfocar los binoculares y ajustarlos a la distancia interpupilar.
- b) Trazar una recta de aproximadamente 40 cm. de longitud sobre una cartulina, de 30 x 50 cm., previamente colocada en la mesa y marcar un punto A en el extremo izquierdo de la recta.
- c) Ubicar el estereoscopio sobre la mesa para que al observar con el ojo izquierdo el punto A aparezca en el centro del campo de visión, y al observar con ambos ojos, los segmentos de recta coincidan sobre una misma recta. En el caso de que no se logre esto en la primera vez, desplace el estereoscopio en sentido del eje de las "y" hasta lograrlo. Fig.9

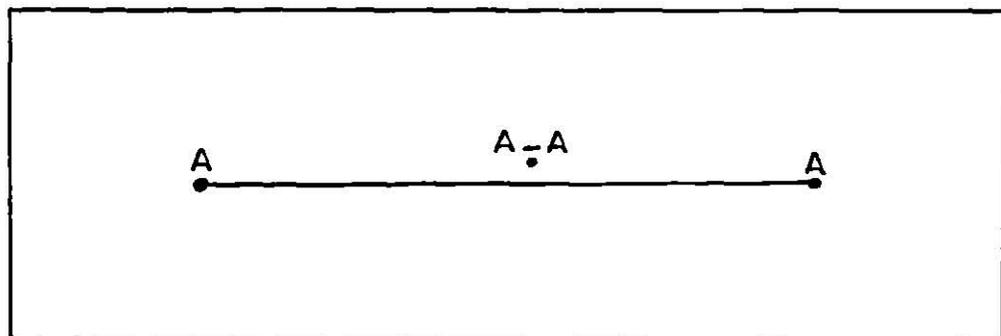


Figura 9 Vista en planta de la obtención de la base instrumental. Al observar estereoscópicamente, los puntos homólogos se fusionan.

- d) Observar con el ojo derecho (únicamente) y marcar un punto  $A'$  (sobre la línea), en el centro del ocular derecho.

Para comprobar cierre el ojo derecho y observe el punto  $A$ . Este debe quedar al igual que  $A'$  sobre la recta, en la parte central del ocular izquierdo.

Fig.10

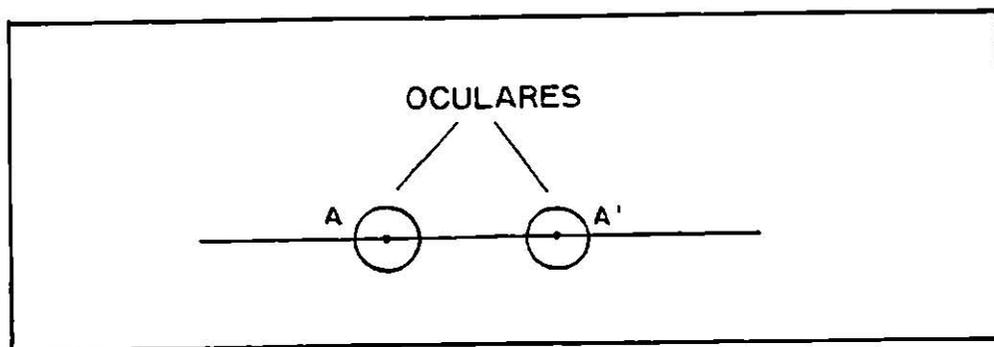


Figura 10 Observación de puntos homólogos, bajo el estereoscopio de espejos.

La distancia  $AA'$  es la base instrumental. Al observar con ambos ojos al mismo tiempo, los puntos  $A$  y  $A'$  deberán coincidir en un solo punto.

(5, 10, 19)

### 3.2.5 Requisitos para la observación de fotografías aéreas

La observación de fotografías aéreas a través de estereoscopios debe reunir ciertos requisitos para que la

imagen observada sea vista con nitidez y en forma geométrica correcta.

- A) La distancia entre puntos homólogos debe ser igual a la distancia interpupilar (en estereoscopio de bolsillo) o a su equivalente distancia instrumental (en estereoscopio de espejos). Se recomienda tomar como puntos homólogos de orientación un punto principal y el punto principal transferido.
- B) La alineación de los puntos principales y puntos principales transferidos, que se encuentran dentro del área de sobreposición longitudinal o sea el área del modelo estereoscópico, deben estar en una sola línea recta que asemeje al sentido de la línea de vuelo.
- Fig. 11

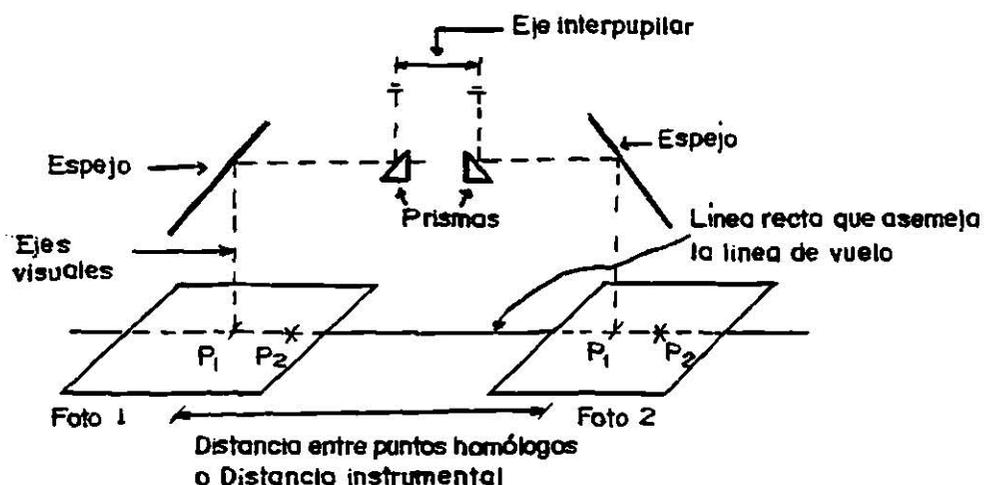


Figura 11 Esquema de la orientación correcta de fotografías aéreas bajo estereoscopio de espejos.

- C) La secuencia de las fotografías debe corresponder al orden en que fueron obtenidas durante el proceso de "toma".
- D) Como último punto, se recomienda que las fotografías esten orientadas geográficamente para su observación.
- (5, 12)

## 4. PARALAJE ESTEREOSCOPICO

### 4.1 Principio de la marca flotante

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

(5, 10, 24)

Moviendo estas marcas artificiales, una con respecto a la otra, en dirección paralela a la línea de vuelo (para fotografías verticales de una misma faja) se verá que la marca flotante sube o baja con respecto al terreno.

Cuando las marcas de medida están en las 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  $M_1'$ . Fig. 12



fotografías. Las formas de éstas marcas varían; y su tamaño depende del aumento del sistema óptico.

Los tipos de marcas flotante empleados son:

- a) Marcas idénticas; círculos, cruces, etc. (o, x, +, T)
- b) Marcas complementarias; semicirculares, T, etc.
- c) Marcas tridimensionales (5, 10, 24)

#### 4.2 Paralaje Estereoscópico

Paralaje estereoscópico o paralaje absoluto es el cambio en posición de la imagen de un punto en dos fotografías sucesivas debido al cambio en posición de la cámara, y su magnitud depende de la elevación del punto sobre el terreno. (12)

El concepto de paralaje lo podemos entender al ejemplificarlo: si observamos por la ventana un camión en movimiento, notamos un desplazamiento aparente de los árboles y postes con respecto al marco de la ventana. Los postes cercanos a la ventana desaparecen del marco de ésta más rápidamente que los árboles que se encuentran a mayor distancia. Esto se debe a que entre más cerca están los objetos del punto de observación mayor es su paralaje. (17)

Conviene explicar en forma gráfica y analítica el concepto de paralaje: Fig. 13

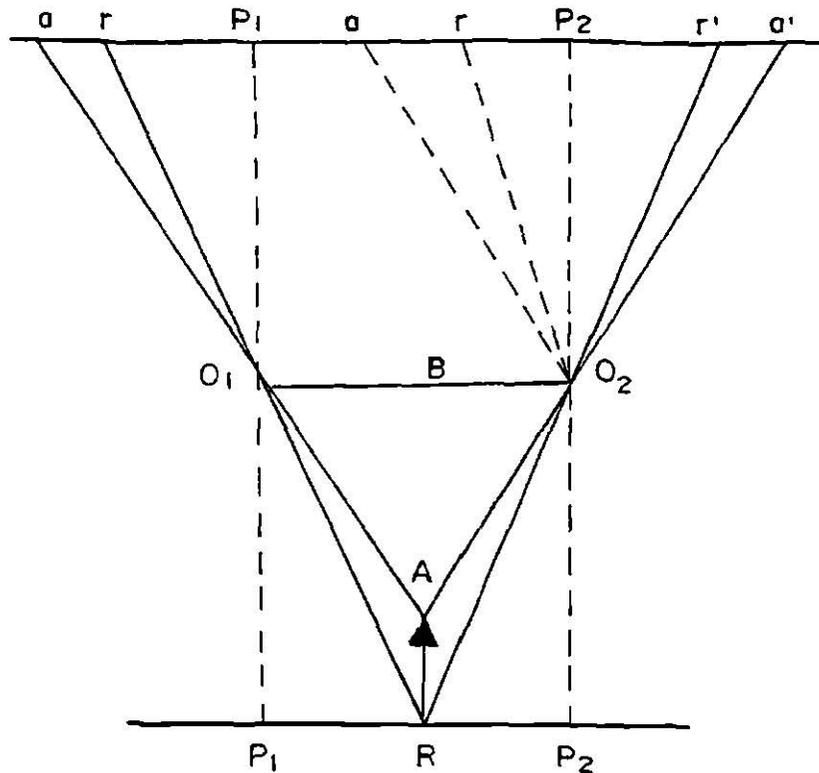


Figura 13 Esquema vertical de la toma de un par estereoscópico.

La proyección de los ejes  $ro_1$  y  $ao_1$  de la fotografía 1 (izquierda) a la fotografía 2 (derecha) nos muestra gráficamente que los puntos R (parte baja de un árbol) y A (parte alta del mismo árbol) sufrieron en efecto un cambio de posición debido al cambio de posición de la cámara fotográfica (PR y PA respectivamente).

Por lo tanto:

$$-- \text{ El Paralaje del Punto R} = PR = P_1r + P_2r'.$$

$$-- \text{ El Paralaje del Punto A} = PA = P_1a + P_2a'.$$

Estas ecuaciones nos permiten obtener el paralaje estereoscópico a paralaje absoluto de cualquier punto en la

fotografía de una manera monoscópica con solo ubicar los dos puntos homólogos o sea un punto y su transferido.

El paralaje absoluto del punto principal de una fotografía tiene equivalencia con la base aérea y ésta 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 éste se encuentra a la misma altura del plano de referencia.

$$(P_1 = P'_1, P_2 \text{ y } P_2 = P_1, P'_2).$$

Esta equivalencia es variable ya que queda igualmente demostrada 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 del punto sobre el plano de referencia"; o sea:

- A mayor altura de un punto mayor será su paralaje
- A menor altura de un punto menor será su paralaje.

El paralaje absoluto puede tener otra concepción o simplemente otro procedimiento para ser calculado cuando se trabaja con un par de fotografías que han sido orientadas perfectamente para ser observadas a través de un estereoscopio y reconstruir virtualmente el modelo estereoscópico. En este caso la ecuación para su cálculo quedaría de la siguiente manera:

$$PA = P_1 a + P_2 a' = P_1 P_2 - aa'$$

$$\therefore PA = P_1 P_2 - aa'$$

$$\text{y } \therefore PR = P_1 P_2 - rr'$$

En todos los procesos de cálculo del paralaje absoluto se ha hablado de la distancia entre puntos homólogos localizados en la fotografía aérea; sin embargo, es necesario aclarar que estas "distancias" corresponden a las proyectadas sobre el "Eje de las Xs" la cual igualmente corresponde a la línea de vuelo. Por ésta razón se llama paralaje algebraico y la ubicación de cada punto se da por foto-coordenadas en los ejes de "X" y "Y".  
(10, 12)

#### 4.3 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 uno de ellos como 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 la imágenes del punto A en las fotografías. Por  $O_2$  se traza una recta paralela a  $O_1A$  determinado en la fotografía derecha 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  $a_1''$  será la paralaje absoluta (P) del punto A.

Relacionando las bases y las alturas de los triángulos semejantes  $O_1 O_2 A$  y  $a_1'' a'' O_2$  se tendrá: Fig. 14

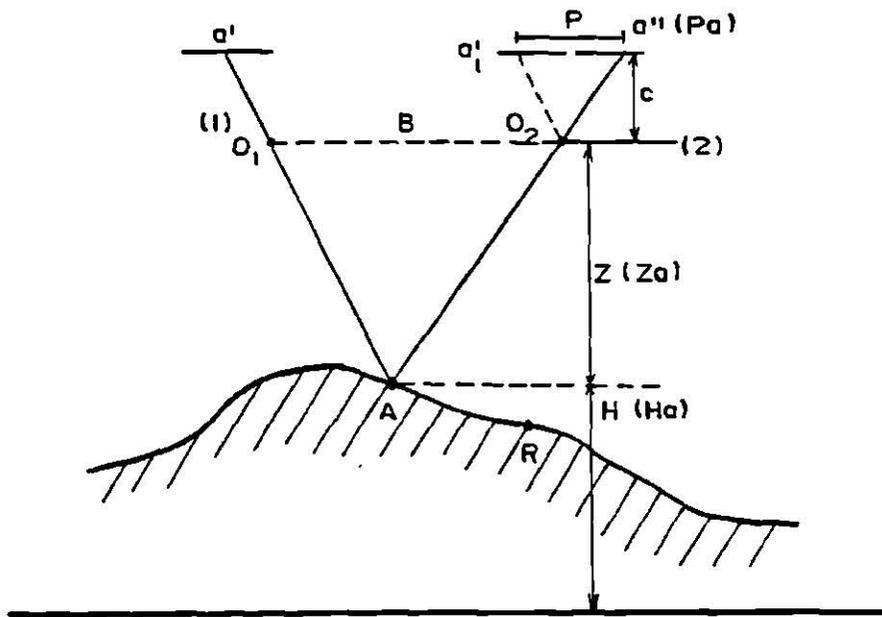


Figura 14 Relación entre paralaje (P), Base en el aire (B), Distancia principal (c) y Altura de vuelo (Z).

$$\frac{Z}{c} = \frac{B}{P} \quad \therefore \quad Z = \frac{B \times c}{P}$$

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  $P$  varía en función de las diferentes alturas de los puntos del terreno.

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

$$Z_R = \frac{B \times c}{P_R} \quad \text{y} \quad Z_A = \frac{B \times c}{P_A}$$

Si se desea calcular la diferencia de altura entre los puntos  $A$  y  $R$  esta diferencia será igual a:

$$\Delta H_{AR} = H_A - H_R = Z_R - Z_A$$

y sustituyendo los valores arriba obtenidos de  $Z_R$  y  $Z_A$  tenemos:

$$\Delta H_{AR} = \frac{B \times c}{P_R} - \frac{B \times c}{P_A} = B \times c = \frac{P_A - P_R}{P_R \times P_A}$$

$$\Delta H_{AR} = \frac{B \times c}{P_R} \left( \frac{P_A - P_R}{P_A} \right)$$

Como se definió anteriormente  $\Delta P_{AR} = P_A - P_R$  y se sustituye  $P_A - P_R$  por  $\Delta P_{AR}$  y además sustituimos  $\frac{B \times c}{P_R}$  por su valor  $Z_R$  y si de la fórmula  $\Delta P_{AR} = P_A - P_R$  despejamos  $P_A = P_R + \Delta P_{AR}$ , la fórmula:

$$\Delta H_{AR} = \frac{B \times c}{P_R} \left( \frac{P_A - P_R}{P_A} \right)$$

nos queda de la siguiente manera:

$$\Delta H_{AR} = Z_R \left( \frac{\Delta P_{AR}}{P_R + \Delta P_{AR}} \right)$$

$$\Delta H_{AR} = \frac{Z_R}{P_R + \Delta P_{AR}} \times \Delta P_{AR}$$

En donde:

- $\Delta H_{AR}$  = Diferencia de altura al punto A y R.
- $Z_R$  = Altura de vuelo sobre el punto de referencia, si no se conoce  $Z_R$  se puede emplear  $Z_M = c \times E_M$  o sea la altura media de vuelo sobre el terreno.
- $P_R$  =  $P_1' P_2'' - r' r''$  paralaje absoluta del punto de referencia expresado en mm.

En donde:

- $P_R$  = 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 ( $r''$ ).

$$\Delta P_{AR} = L_A - L_R$$

Diferencia de lectura de paralaje, estas lecturas  $L_A$  y  $L_R$  se deben medir con la barra de paralaje.

#### 4.4 Uso de la Barra de Paralaje

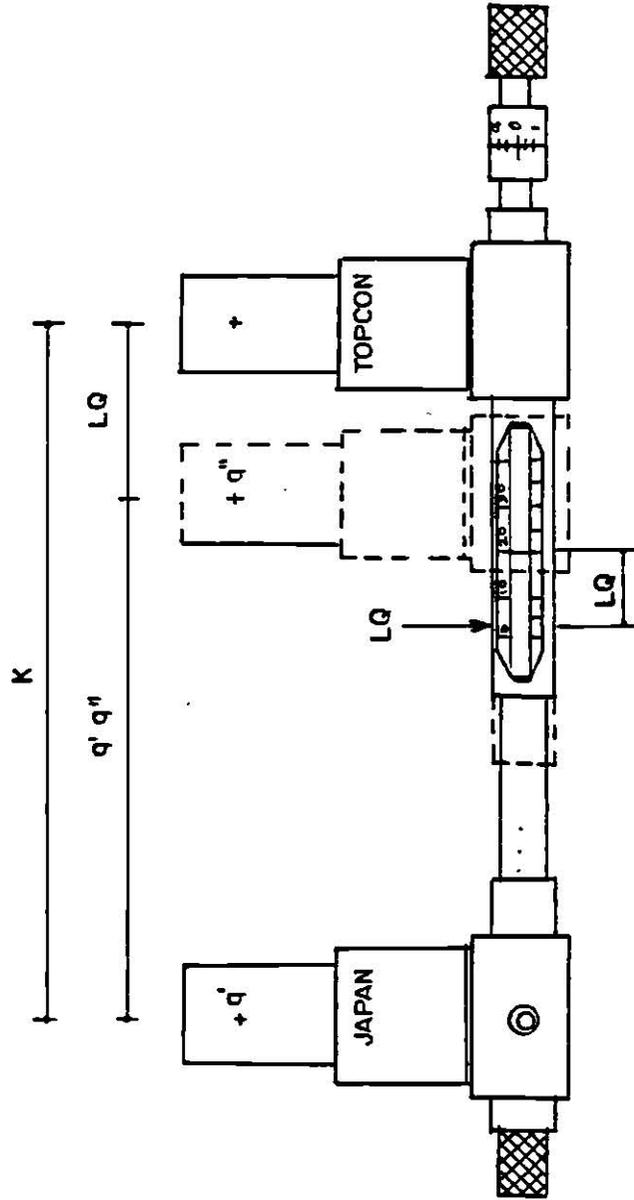
La barra de paralaje, es un estereómetro o instrumento que permite hacer "lecturas de paralaje" entre pares de puntos homólogos, sobre un par estereoscópico de fotografías aéreas verticales. (5, 10)

Este instrumento consta de una barra metálica y dos placas transparentes, las cuales tienen algún tipo de marca de punto. Con el tornillo micrométrico situado en la parte derecha de la barra, desplace la marca de medición, ubicándola en el eje de las "x"; y en el eje de las "y" el movimiento es manual posicional. **Anexo 2.** (21)

##### 4.4.1 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 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. Fig. 15



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

$$L_Q = K - q \ q''$$

Figura 15 Representación de una "Lectura de paralaje"

## 5. COMPARACION ENTRE FOTOGRAFIAS AEREAS Y

### MAPA

#### 5.1 La Fotografía

La fotografía es una proyección central, ésta se obtiene a través de la cámara fotográfica la que recoge los detalles en función de las diferentes intensidades luminosas, los rayos luminosos provenientes del espacio-objeto quedan impresionados en la negativa después de converger todos ellos en un punto, lo que origina que la fotografía sea una perspectiva y como tal tenga un número infinito de escalas. Fig. 16 (16)

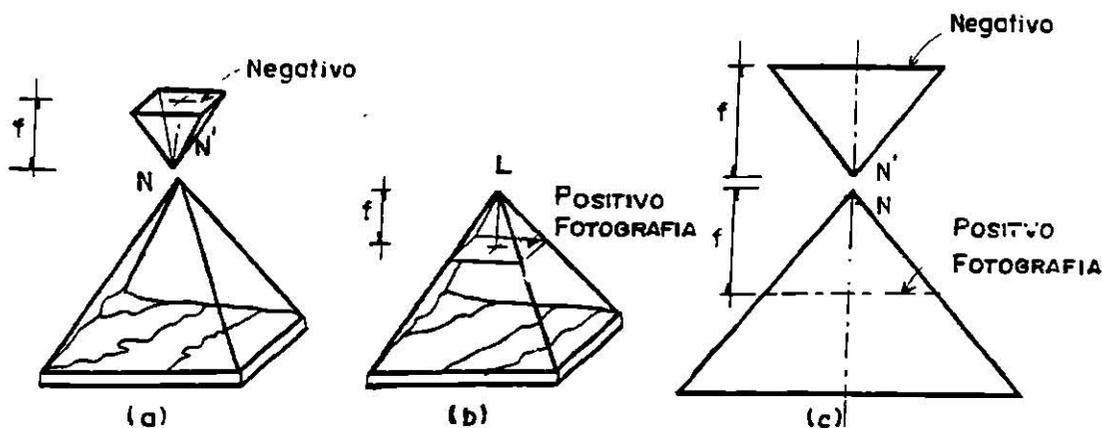


Figura 16 Negativo y fotografía del terreno.

Desde el punto de vista geométrico una fotografía aérea es una proyección central del terreno, realizando la toma por

medio de una cámara métrica instalada dentro de un avión en vuelo. La imagen obtenida por medio de una fotografía aérea es una abstracción del terreno en la que los aspectos fisiográficos: topografía, vegetación, drenaje, etc. iluminados directamente por el sol y por la luz reflejada en las nubes aparecen diferenciados por tono, color, textura y patrón.

De acuerdo a la posición del eje óptico de la cámara las fotografías se clasifican en: horizontales, verticales e inclinadas.

Fotografía horizontal.- Aplicada principalmente al levantamiento de la superficie de la tierra. Esta fotografía se obtiene cuando el eje óptico de la cámara es horizontal, cuando se ha llevado una nivelación que le permita a éste ser perpendicular a la dirección de la línea de la plomada. La fotografía horizontal da lugar a la fotogrametría terrestre, donde se tiene necesidad de establecer estaciones terrestres para la toma, por lo que debe recorrerse el terreno por levantarse.

Fotografía vertical.- Llamada también **nadiral**, se obtiene con el eje óptico de la cámara orientado sensiblemente, en dirección a la vertical del plano de referencia. Esta clase de fotografía se emplea para llevar a cabo interpretaciones y evaluaciones en diferentes campos como: elaboración de mapas topográficos, mapas base, en los estudios de geología, levantamiento de ciudades, valles, distritos de riego, puentes, etc. Fig. 17

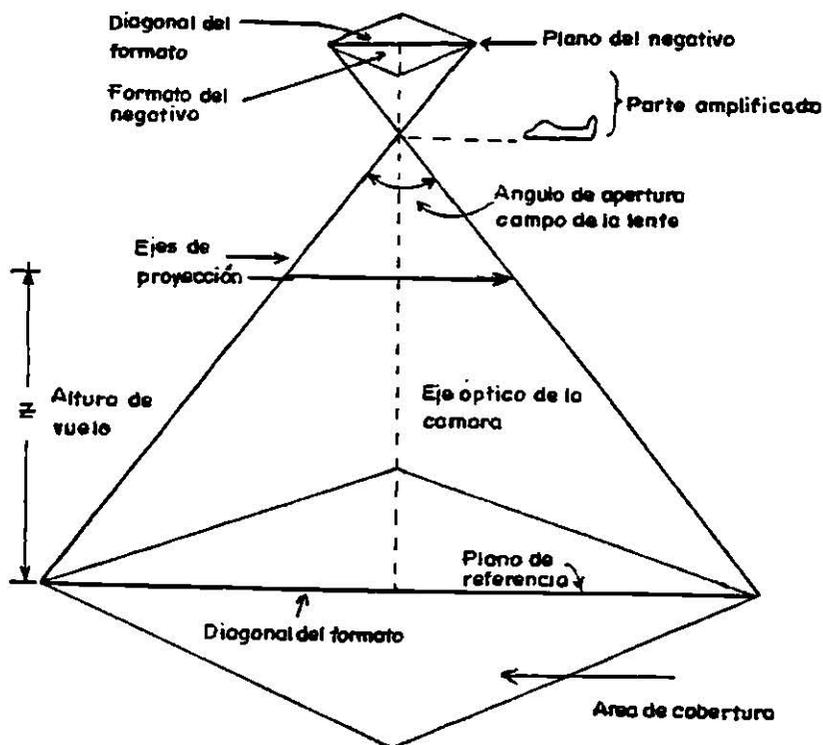
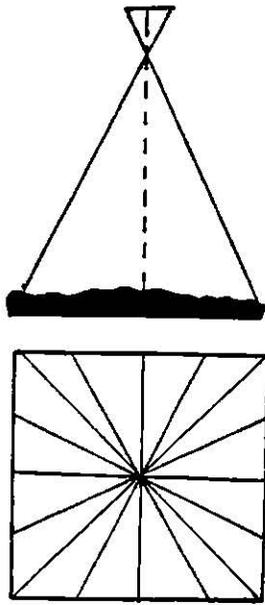


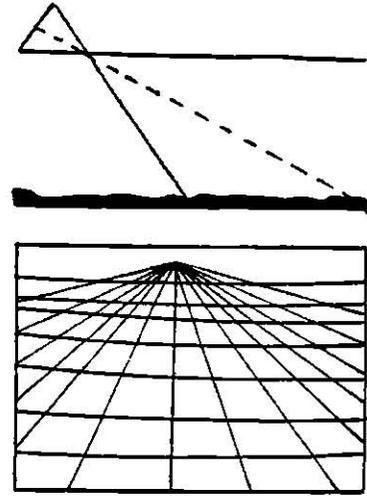
Figura 17 Elementos que definen una fotografía aérea vertical.

Fotografía inclinada u 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. En tanto que, las poco oblicuas no muestran el horizonte. Este tipo de fotografías se utiliza para ornatos de tipo mural, ya que muestra simultáneamente las superficies cubiertas como sus alturas, éstas tienen menos empleo en los trabajos fotogramétricos por tener menor exactitud. Fig. 18

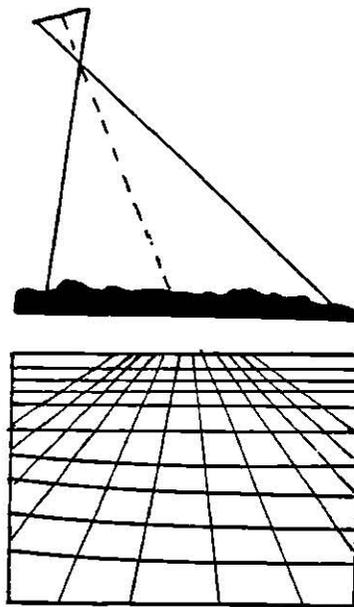
El cuadro 1 muestra la comparación entre fotografías aéreas verticales e inclinadas.



VERTICAL O  
NADIRAL



OBLICUA PANORAMICA  
(Muy oblicua)



OBLICUA CONVERGENTE  
(Poco oblicua)

Figura 18 Fotografías aéreas según la posición del eje óptico de la cámara y sus distorsiones en la escala de las mismas.

**Cuadro 1** Comparación entre fotografías aéreas verticales e inclinadas.

FOTOGRAFIA	VERTICAL	INCLINADA	MUY INCLINADA (PANORAMICA)
Características	Inclinación menor que $\pm 3^\circ$	Sin horizonte en la foto	Con horizonte en la foto
Area fotografiada	Muy pequeña	Pequeña	Grande
Forma del área fotografiada	Rectangular	Decrece desde un primer plano hacia el fondo	Decrece desde el primer plano hacia el fondo
Ventaja	Fácil de mapear	Mayor área recubierta. Puede ser mapeada en algunos instrumentos convencionales. Con una inclinación de $7 - 18^\circ$	Económica e ilustrativa por su gran recubrimiento del terreno (tipo comercial)
Uso más frecuente	Proyectos fotogramétricos y de interpretación	Fotointerpretación en general	Fotointerpretación aplicada a estudios geológicos y forestales
Escala	$\pm$ uniforme dependiendo de lo accidentado	Disminuye del frente hacia el fondo	Como la inclinada pero en mayor extensión
Curvatura	Mínima	Menor	Mayor

## 5.2 El mapa

El mapa es la representación gráfica de una parte o del

total de la superficie terrestre en la que se considera la curvatura de la tierra, a una escala establecida con su orientación respectiva y en el que se contemplan los rasgos del paisaje geográfico. Fig. 19

Características fotogramétricas de un mapa:

- Proyección ortogonal
- Escala uniforme y absoluta
- Representación abstracta en que la leyenda es indispensable
- Es necesario redibujarlo para cambiar la escala
- Representación de objetos o elementos, incluyendo los no visibles
- Representación geométrica correcta
- Desplazamiento de objetos de su posición original y en tamaño diferente del real debido al proceso de generalización. (5, 10, 16)

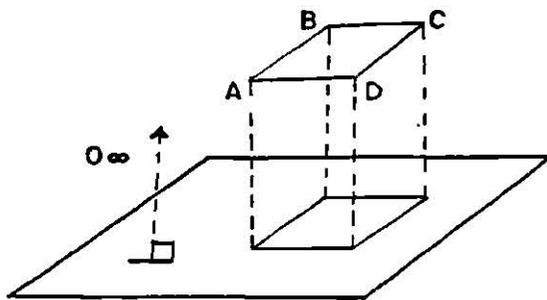


Figura 19 proyección ortogonal sobre un plano.

## 6. CARACTERISTICAS MORFOLOGICAS PENDIENTE-SUELO

La morfología de suelos tiene como principal objetivo caracterizar a este cuerpo en su ambiente natural y geográfico, de manera que no se restrinja solamente al perfil modal, sino que se incluya los componentes del paisaje, y se relacione con la geomorfología.

El origen y evolución del paisaje y de sus integrantes, relieve y formas, amplia el conocimiento y permite establecer relaciones suelo-componentes del paisaje, de tal manera que, la representación geográfica, los mapas de suelos, adquieren mayor solidez científica e interpretativa. (3)

**La pendiente** es la inclinación de una línea del terreno con relación a un plano horizontal de referencia. (21)

**La pendiente** se define como, el cociente resultante de dividir la diferencia de nivel entre dos puntos (alto y bajo) por la distancia horizontal entre ellos. Su magnitud puede ser expresada mediante un valor angular o en porcentaje. (21, 20)

De acuerdo al Soil Survey (1981), citado por Cortéz L.A. (1984), se considera la pendiente como una propiedad del suelo, la cual influye en una gran cantidad de fenómenos: el movimiento de materiales y del agua en el mismo, la transferencia de calor, la cantidad y proporción de escorrentía, etc. Esta propiedad afecta, condiciona y define prácticas y técnicas de manejo de suelos y constituye un

criterio importante en cuanto a su capacidad de uso.

Las características de la pendiente son:

A) Gradiente.- Se refiere al grado de inclinación de la superficie del suelo con respecto a la horizontal y se expresa en porcentaje. (Cuadro 2)

Para la realización del ejercicio de subdivisión de relieve en clases de pendiente hay que tomar en cuenta los siguientes aspectos:

- a) En visión estereoscópica, el grado de la pendiente se exagera considerablemente, especialmente en terrenos montañosos y colinados.
- b) La determinación de "**clases de pendiente**" por fotointerpretación solo es apreciativa o cualitativa; por consiguiente, solo la práctica continúa, con confrontaciones de campo, puede conducir a su correcta clasificación.
- c) Una pendiente del 100% es aquella con un ángulo de inclinación de  $45^\circ$  con respecto a la horizontal. Entonces, un escarpe vertical tendrá una pendiente infinita.
- d) Las clases de pendiente comprenden rango de porcentaje, los que son más amplios a medida que un terreno se hace más accidentado y complejo.

**Cuadro.2** Subdivisión de los tipos de relieve, en clases de pendiente (según su grado de inclinación) definidas en el manual de levantamiento de suelos del USDA y en la guía para descripción de perfiles de suelos, de la FAO.

## USDA

Gradiente	Denominación	Símbolo
0 - 3 %	A nivel a casi a nivel	a
3 - 7 %	Ligeramente inclinado Ligeramente ondulado	b
7 - 12 %	Moderadamente inclinado Moderadamente ondulado	c
12 - 25 %	Fuertemente inclinado Fuertemente ondulado Quebrado	d
25 - 50 %	Algo escarpado Fuertemente quebrado	e
50 - 75 %	Escarpado	f
> 75 %	Muy escarpado - escarpes	g

## FAO

Gradiente	Denominación	Símbolo
0 - 2 %	Llano a casi llano	a
2 - 6 %	Suavemente inclinado Suavemente ondulado	b
6 - 13 %	Moderadamente inclinado Moderadamente ondulado	c
13 - 25 %	Muy inclinado Fuertemente ondulado Quebrado	d
25 - 55 %	Moderadamente empinado Fuertemente quebrado	e
50 - 80 %	Empinado	f
> 80 %	Muy empinado (incluye escarpes)	g

e) El límite entre clases de pendiente necesariamente es de naturaleza arbitraria, y por ello, a menudo dos unidades pueden quedar separadas, cuando deberían estar mejor unidas en una clase. Por ejemplo un terreno complejo con un rango de pendiente entre 20 y 35%, podría ubicarse en una clase compleja muy inclinada (12-25%) a algo escarpada (25-50%). (27)

B) La configuración superficial presenta dos componentes: Uno, la forma del contorno, apreciada de manera paralela a la del terreno. Otro la forma de la pendiente, relacionada con el aspecto externo, así como planos inclinados y ondulaciones.

Las formas redondeadas, por ejemplo, suelen corresponder a mantos espesos de ceniza volcánica, las cimas convexas ocurren más frecuentemente sobre materiales permeables como las areniscas, cuarcitas, arcosas; y las formas agudas o crestas son características de materiales poco permeables, como las arcillolitas granitos.

La forma de pendiente, es considerada como una parte del relieve general, ésta ha sido objeto de investigación en geomorfología; recientemente se ha prestado más atención a las relaciones con algunas de las condiciones del suelo y desgaste

del material parental que influencia la forma de pendiente.

Uno de los factores más importantes a este respecto es la cohesión de suelos que determina el ángulo y forma de pendiente cuando la erosión está actuando sobre el paisaje. La cohesión depende de la forma y tamaño del grano, saturación de bases y muchas otras propiedades del suelo. Una cohesión alta puede resultar en pendientes escarpadas, y una cohesión baja en pendientes más suaves. La diferencia en la cohesión dentro de la sección vertical del suelo, material parental y roca parental son los factores causantes de la curvatura de las formas de pendiente. Se forma una pendiente cóncava cuando la cohesión es decreciente, y una pendiente convexa cuando la cohesión crece de arriba hacia abajo. La figura 20 muestra un ejemplo de este último caso, mostrando una sección transversal de un terreno parcialmente disectado con suelos profundos lixiviados. La cohesión es baja en la parte superior eluvial del suelo, crece en los horizontes iluviales, y llega a un alto nivel constante en el material parental. (3, 13)

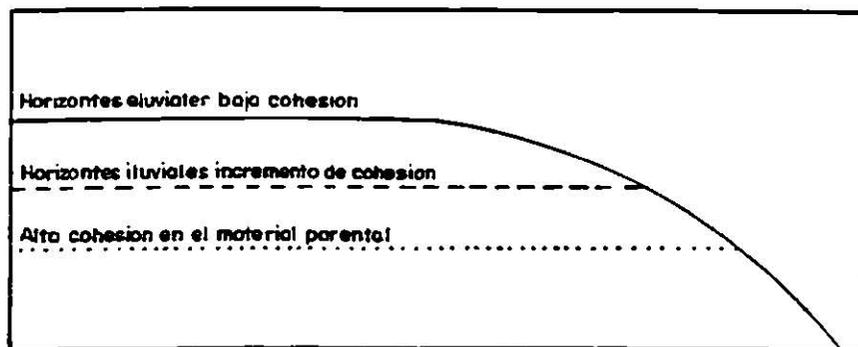


Figura 20 Forma de pendiente relacionada a la cohesión del suelo. El ejemplo se refiere a latosol bien drenado, altamente lixiviado.

- C) Longitud.- Distancia superficial entre el punto más alto y el más bajo de la pendiente.
- En cuanto a ésta característica, podemos decir que, las pendientes son más largas y pronunciadas en aquellos materiales resistentes a la meteorización y erosión como las cuarcitas, areniscas y varios grupos de rocas metamórficas.
- D) Modelo.- Tipo de pendiente, bien sea simple compleja.
- E) El aspecto de la pendiente.- Significa fundamentalmente su orientación cardinal. (3, 20)

Al relieve se le considera como un patrón de pendientes, es por ésta razón que tenemos que considerarlo al hablar de pendientes. Pendiente y relieve son dos elementos de gran importancia, debido a que tienen una alta visibilidad en la estereo-imagen, una alta relación con las condiciones del suelo y una alta coincidencia con los límites del suelo. De lo anterior, la alta visibilidad en la estereo-imagen (o modelo estereoscópico) es obvia; ya que la percepción de profundidad por medio de las diferencias de paralaje, es uno de los componentes esenciales de ésta. Sin embargo, debemos saber que, la estereo-imagen que vemos en el estereoscopio, no dá una verdadera impresión de pendientes y relieve. Generalmente las pendientes aparecen más inclinadas de lo que son realmente y entonces hablamos de "exageración vertical". La exageración

vertical depende principalmente de la relación "base altura" (distancia entre líneas nadirales y altura del objeto).

Esto significa que depende del tipo de cámara usado (lente de ángulo normal, gran angular, etc.) y del recubrimiento de las fotos dentro de una línea de vuelo.

Las relaciones con las condiciones de suelos son de varias clases: Primero, hay una relación directa, puesto que se considera a los suelos como cuerpos tridimensionales, la configuración de la superficie puede ser considerada como una propiedad del suelo. Con el desarrollo del perfil, las diferencias en pendiente o relieve entre cuerpos de suelos que tienen consecuencias prácticas, llevan a una distinción entre diferentes fases por pendientes. Estas juegan un papel importante cuando se llega a la clasificación de tierras, ya que influyen en la susceptibilidad a la erosión, la posibilidad de usar ciertos implementos, y maquinaria, etc. (1)

## **7. METODOS USADOS PARA DETERMINAR PENDIENTES O INCLINACIONES**

El ángulo de máxima inclinación de un plano o pendiente puede ser obtenido a partir de fotografías aéreas por dos procedimientos:

- a) Medición
- b) Estimación

En los métodos de medición el procedimiento consiste en hallar la distancia horizontal entre los puntos que determinan la máxima pendiente y su diferencia de altura. La distancia horizontal no puede ser leída directamente de la fotografía por estar afectada por el desplazamiento debido al relieve y el error de inclinación , y la diferencia de altura debe ser deducida en base a mediciones en la foto y parámetros tales como altura de vuelo y paralaje absoluta. (5)

En los métodos de estimación, se estiman pendientes por comparación con otras ya conocidas.

### **7.1 Procedimientos para Medición y Estimación de Pendientes**

Los procedimientos para medición de pendientes se pueden clasificar en :

- a) Gráficos, si la distancia horizontal y la diferencia de altura se miden gráficamente, por ejemplo; método de Porshnyakov.
- b) Semigráfico, si la distancia horizontal se mide gráficamente y se calcula numéricamente la diferencia de altura, método Stellingwerf.
- c) Numérico, cuando las dos distancias son calculadas numéricamente, o bien se emplean nomogramas que permiten resolver directamente el valor de la pendiente. Por ejemplo método ITC-Zorn.

Como ya se mencionó anteriormente, los métodos de estimación se realizan por comparación con otras conocidas, es decir se hace una estimación por comparación directa de la pendiente.

En ésta comparación, tiene gran influencia la exageración vertical o exageración estereoscópica ya que en general las pendientes se observan más pronunciadas que en la realidad, debiendo ser corregidas por un factor de exageración. Algunos de los métodos usados son: Comparador de ITC-Mekel y método de Fischer.

En el primero, se compara la pendiente con una superficie cuya inclinación se hace variar hasta que coincida con la pendiente del terreno observada en el estereoscopio.

El segundo método, compara la pendiente con una serie de pirámides (y pirámides truncadas) cuya pendiente real es calculada en función de la exageración vertical del par de fotografías empleadas y del observador. (5,28)

## **7.2 Otros Métodos usados para Determinación de Pendientes**

Además de los métodos ya mencionados existen otros que también son usados como por ejemplo:

- 1.- Determinación de las pendientes con la ayuda de una plantilla y planos topográficos.
- 2.- Medición de pendientes por medio de regla y barra de paralaje.

- 3.- El método estereográfico de Wallace.
- 4.- Determinación de pendientes por medio de inclinómetros. (28)

Los métodos de más aplicación son el semigráfico y la estimación de pendientes por el método Mekel.

En el estudio efectuado se usó el Método semigráfico, conocido también como "Método de Stellingwerf", inventado por el Sr. Stellingwerf; que consiste en medir gráficamente la distancia horizontal entre dos puntos cuya pendiente se desea conocer y calcular su diferencia de altura utilizando la fórmula de paralaje. (5, 19)

La secuencia del método se explicará más adelante; debido a que fué el método usado en este trabajo.

## 8. MATERIALES Y METODOS

### 8.1 Materiales

#### a) Material de gabinete:

- Estereoscopio de espejos completo
- Calculadora de bolsillo
- Equipo de dibujo
- Fotografías aéreas
- Cinta maskin tape
- Plantilla transparente

#### b) Material de campo:

- Cartas temáticas INEGI
- Cámara fotográfica
- Libreta de notas.

### 8.2 Métodos

Se determinó el área del Municipio de Marín, N.L. por medio del planimetro mecánico, se corroboró usando la malla de puntos y planimetro digital. Se utilizaron las cartas topográficas escala 1:50,000 que corresponden al área. Los límites que se establecieron para determinar el área fueron en base a información existente.

Se definieron las pendientes en las cartas topográficas y se trazaron en el mapa base; ubicando algunos puntos de referencia. (Anexo 3)

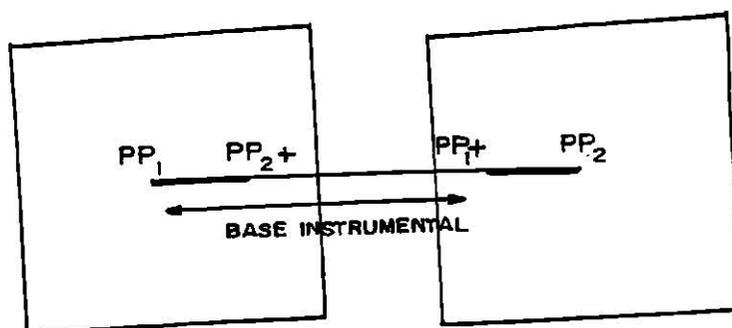
Se definieron nueve pendientes, teniendo como límites los puntos que a continuación se mencionan:

PENDIENTES	LIMITES	DIRECCION
San José	Limite municipal Este con el Río González.	Suroeste
Loma los Cerritos	Limite municipal Norte al Rancho la Zanja.	Sur-suroeste
Presa la Juventud	Cruce entre la cuenca de escurrimiento y la Cota 380 al bordo de la Presa.	Sur-suroeste
Presa la Juventud	Cruce entre la cuenca de escurrimiento y la Cota 460 al bordo de la Presa.	Suroeste
El Gringo	Zona de cultivo ubicada en el limite municipal Este al Rancho el Gringo.	Nor-noroeste
Granjas avícolas el Llano.	Granjas avícolas el Llano al Río Marín.	Oestesuroeste
Granjas avícolas San José.	Granjas avícolas San José a Granjas avícolas el Llano.	Sur-suroeste
Rancho los Cantú	Rancho los Cantú a Loma la Parada.	Sur-sureste
La Parada	Loma la Parada a los Elizondo.	Sureste

La dirección de cada una de las pendientes se tomó a partir del punto más alto. Se hicieron las mediciones para cada pendiente en las fotografías aéreas que corresponden al área de estudio, utilizando el estereoscopio de espejos y barra de paralaje por el Método **STELLINGWERF**.

El método tiene la siguiente secuencia:

- 1.- Orientar correctamente el par estereoscópico o fotografías aéreas consecutivas y fijarlas con cinta adhesiva.

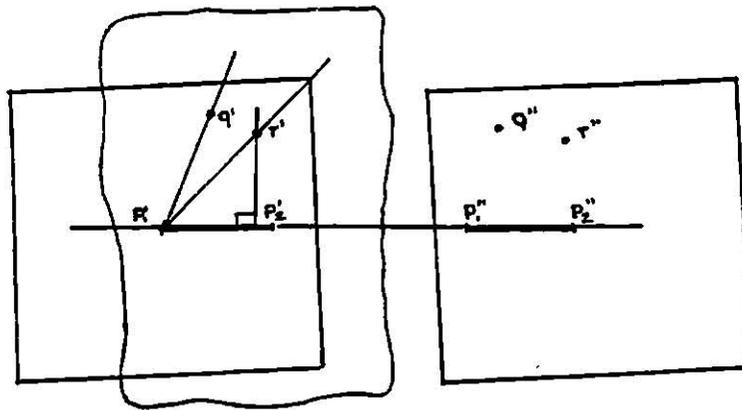


- 2.- Examinar estereoscópicamente el modelo tridimensional y determinar la pendiente. Elegir dos puntos bien identificables que sean representativos de la pendiente elegida. Haciendo uso de lápiz grueso, encierre cada punto en la fotografía izquierda dentro de un círculo. Si es necesario identifíquelos mediante una perforación muy fina con aguja.

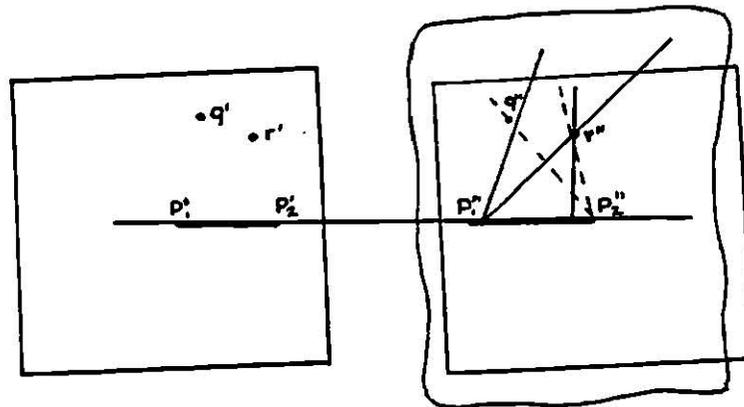
Denominar con la letra "Q" el punto más elevado y con la letra "R" el más bajo (punto de referencia)

#### MEDICION DE LA DISTANCIA ENTRE DOS PUNTOS

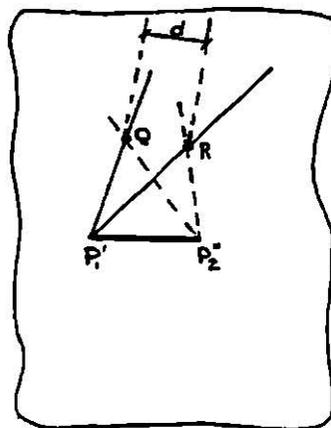
- 3.- Colocar la plantilla transparente sobre el área estereoscópica de la fotografía izquierda y fijarla con cinta adhesiva.



- 4.- Haciendo uso del lápiz negro marcar el punto principal ( $p'_1$ ) y a partir de ese punto dibujar la línea de vuelo y las direcciones hacia las imágenes ( $q'$ ) y ( $r'$ ).
- 5.- Dibujar la perpendicular a la línea de vuelo que pasa por el punto ( $r'$ ).
- 6.- Colocar la plantilla transparente sobre la fotografía derecha, haciendo coincidir la dirección de la línea de vuelo y a la vez, que el punto ( $r''$ ) se encuentre sobre la perpendicular bajada de ( $r'$ ) a la línea de vuelo. Fijar la plantilla con cinta adhesiva.



7.- Marcar el punto principal ( $p''_2$ ) y desde allí dibujar las direcciones radiales hacia los puntos ( $q''$ ) y ( $r''$ ). La intersección de los pares de radios dirigidos hacia puntos homólogos determinan la posición correcta de cada uno de ellos. Es la posición triangulada de los puntos (Q) y (R) habiéndose corregido gráficamente el desplazamiento debido al relieve y el dibujo estará hecho a una escala igual a la correspondiente a un plano de referencia que pasa por el punto (R).



- 8.- Examinar cuidadosamente el formulario y entienda bien su diseño.
- 9.- Mida la distancia (df) entre los puntos (Q) y (R) triangulados.

#### MEDICION DE LA PARALAJE ESTEREOSCOPICA

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

$$P_R = p'_1 p''_2 - r' r''$$

en donde:

- $P_R$  = paralaje estereoscópica del punto (R)
- $p'_1 p''_2$  = distancia entre los puntos principales de las fotografías en cm.
- $r' r''$  = distancia entre los puntos homólogos ( $r'$ ) y ( $r''$ ) en cm.

#### CALCULO DE DIFERENCIA DE PARALAJES

- 11.- Haga tres lecturas con la barra de paralaje alternadamente para cada punto y tome el promedio en cada uno de ellos. Obtiene los valores  $L_Q$  y  $L_R$ .
- 12.- Calcule el valor de la diferencia de paralajes ( $\Delta P_{QR}$ ) entre los puntos (Q) y (R):

$$\Delta P_{QR} = L_Q - L_R$$

### CALCULO DE LA PENDIENTE

13.- Calcule el valor angular de la pendiente con la fórmula conocida:

$$\alpha = \text{arc tg } \frac{c}{df} \times \frac{\Delta P_{QR}}{P_R + \Delta P_{QR}}$$

Donde:

- $\alpha$  = Valor angular de la pendiente
- $c$  = Distancia principal de la fotografía en mm.
- $df$  = Distancia entre los puntos (Q) y (R) triangulados en cm.
- $P_R$  = Paralaje estereoscópica del punto R en mm.
- $\Delta P_{QR}$  = Diferencia de paralajes entre los puntos (Q) y (R).

14.- Calcule el valor de la pendiente en (%):

$$\text{Pendiente (\%)} = \frac{c}{df} \times \frac{\Delta P_{QR}}{P_R + \Delta P_{QR}} \times 100$$

En la literatura se mencionan los rangos para clasificar las pendientes en base a su grado de desnivel (Cuadro 2); este cuadro menciona dos clasificaciones, una por la USDA y otra, por la FAO. La clasificación de pendientes para nuestra área de estudio se hará en base a ésta última referencia.

Tomando en cuenta factores como: Clima, Geología, Suelos, Vegetación y Capacidad de uso del suelo; se hará una

N.L

T

BIB

caracterización de cada una de las pendientes con ayuda de información bibliográfica para posteriormente concluir en base a los resultados obtenidos y las recomendaciones pertinentes.

Para verificar el método fotogramétrico se hará una comparación Versus la estación total topográfica en una de las líneas que tienen menor longitud dentro del área de estudio.

Para ello se usará el siguiente procedimiento:

- I.- Identificar una de las líneas cuya pendiente halla sido calculada por el método fotogramétrico.
- II.- Calcular la pendiente utilizando la estación total de acuerdo a los siguientes pasos:
  - 1.- Colocar el tripié y nivelar el instrumento
  - 2.- Inicializar el equipo, vertical y horizontalmente
  - 3.- Introducir los datos de temperatura y presión
  - 4.- Introducir modo de medición
  - 5.- Introducir altura del instrumento y altura del prisma
  - 6.- Observación del prisma colocado en un primer punto "Q" (hasta que una señal auditiva sea emitida por el instrumento)
  - 7.- Teclar distancia geométrica
  - 8.- Observar el punto "R" y pedir por medio de una tecla la distancia geométrica (**S**), la distancia horizontal (**H**) y el desnivel entre los dos puntos (**V**).

## 9. RESULTADOS Y DISCUSIONES

Los resultados obtenidos de este trabajo se observarán en páginas siguientes. Las tablas 1-10 reportan información con respecto a las características de las fotografías como: Escala de la fotografía, zona de vuelo, número de fotografía, etc. Se enumeran los parámetros de las fórmulas utilizadas para determinar pendientes por el método fotogramétrico.

Cada tabla tiene adjunto la figura correspondiente, donde se hace notar los puntos elegidos de la respectiva pendiente.

Las pendientes fueron clasificadas en forma cuantitativa y cualitativa en base a clasificación FAO. Ciertas pendientes se ubicarán dentro del rango 0-2%; clasificándose como Llano a casi llano. Otras pendientes como en el caso de Loma los Cerritos, Rancho el Gringo, Granjas avícolas el Llano y Loma la Parada, donde su gradiente va del 2-6%; clasificándose como suavemente inclinado. La pendiente San José que se clasificó como moderadamente inclinada en un rango de 6-13% para la sección A y empinado en un rango de 50-80% para la sección B.

NOTA: Las claves de las cartas temáticas G14-C16 y G14-C17, al igual que el nombre Apodaca y Dr. González, les 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.

**TABLA 1.** Determinación de Pendientes (Stellingwerf)  
Pendiente San José (A).

Municipio:	Marín, Nuevo León	
Zona:	77 INEGI	
Dist. ppal. (c):	151.78 mm.	
Escala:	1: 75,000	
Fotos correspondientes:		
Línea 18:	F 5, 6, 7	Línea 19 : F 17, 18, 19
Línea 39:	F 10, 11, 12, 13, 14	Línea 156 : F 4, 5

## LECTURAS DE PARALAJE

Observación	$L_0$	$L_R$
1	20.36	19.86
2	20.31	19.88
3	20.34	19.87
Suma	61.01	59.61
Promedio	20.33	19.87

## MEDICIONES Y CALCULOS

ELEMENTOS Y FORMULAS	RESULTADOS
$p'_1 p''_2$	33.4 cm.
$r' rr''$	24.6 cm.
$P_R = p'_1 p''_2 - r' rr''$	88 mm.
$\Delta P_{QR} = L_0 - L_R$	4.6 mm.
df	60 mm.
$\text{tg } \alpha = \frac{c}{df} \cdot \frac{\Delta P_{QR}}{P_R + \Delta P_{QR}}$	0.124191
$\alpha = \text{arc tg } \frac{c}{df} \cdot \frac{\Delta P_{QR}}{P_R + \Delta P_{QR}}$	7°.079
$\text{Pend. (\%)} = \frac{c}{df} \cdot \frac{\Delta P_{QR}}{P_R + \Delta P_{QR}} \cdot 100$	12.419
Clasificación cualitativa	Moderadamente inclinado

**TABLA 2.** Determinación de Pendientes (Stellingwerf)  
Pendiente San José (B).

Municipio:	Marín, Nuevo León	
Zona:	77 INEGI	
Dist. ppal. (c):	151.78 mm.	
Escala:	1: 75,000	
Fotos correspondientes:		
Línea 18: F 5, 6, 7	Línea 19: F 17, 18, 19	
Línea 39: F 10, 11, 12, 13, 14	Línea 156: F 4, 5	

## LECTURAS DE PARALAJE

Observación	$L_Q$	$L_R$
1	49.22	0.37
2	49.26	0.35
3	49.24	0.36
Suma	147.72	1.08
Promedio	49.24	0.36

## MEDICIONES Y CALCULOS

ELEMENTOS Y FORMULAS	RESULTADOS
$p'_1 p''_2$	33.3 cm.
$r' rr''$	26.5 cm.
$P_R = p'_1 p''_2 - r' rr''$	68 mm.
$\Delta P_{QR} = L_Q - L_R$	48.88 mm.
df	105 mm.
$\text{tg } \alpha = \frac{c}{df} \cdot \frac{\Delta P_{QR}}{P_R + \Delta P_{QR}}$	0.597438
$\alpha = \text{arc tg } \frac{c}{df} \cdot \frac{\Delta P_{QR}}{P_R + \Delta P_{QR}}$	30°.85
$\text{Pend. (\%)} = \frac{c}{df} \cdot \frac{\Delta P_{QR}}{P_R + \Delta P_{QR}} \cdot 100$	59.7438
Clasificación cualitativa	Empinado

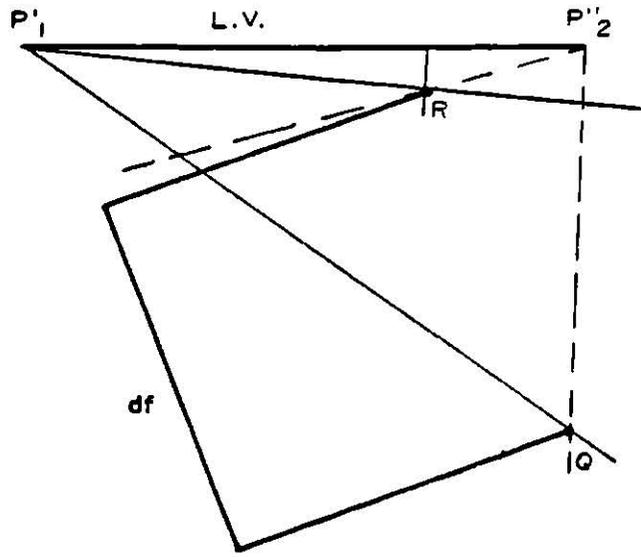


Fig.21 Pendiente San José (A)

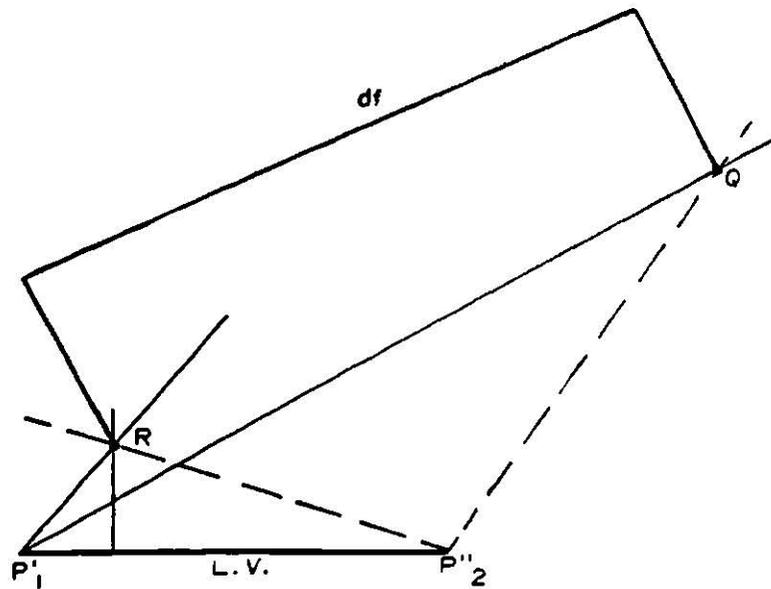


Fig. 22 Pendiente San José (B)

**TABLA 3. Determinación de Pendientes (Stellingwerf)  
Pendiente Loma los Cerritos.**

Municipio:	Marín, Nuevo León	
Zona:	77 INEGI	
Dist. ppal. (c):	151.78 mm.	
Escala:	1: 75,000	
Fotos correspondientes:		
Línea 18:	F 5, 6, 7	Línea 19: F 17, 18, 19
Línea 39:	F 10, 11, 12, 13, 14	Línea 156: F 4, 5

## LECTURAS DE PARALAJE

Observación	$L_Q$	$L_R$
1	21.04	19.88
2	21.13	20.14
3	21.05	19.83
Suma	63.22	59.85
Promedio	21.07	19.95

## MEDICIONES Y CALCULOS

ELEMENTOS Y FORMULAS	RESULTADOS
$p'_1 p''_2$	34.8 cm.
$r' rr''$	26.4 cm.
$P_R = p'_1 p''_2 - r' rr''$	84 mm.
$\Delta P_{QR} = L_Q - L_R$	1.12 mm.
df	48.5 mm.
$\text{tg } \alpha = \frac{c}{df} \cdot \frac{\Delta P_{QR}}{P_R + \Delta P_{QR}}$	0.0406945
$\alpha = \text{arc tg } \frac{c}{df} \cdot \frac{\Delta P_{QR}}{P_R + \Delta P_{QR}}$	2°.3303
$\text{Pend. (\%)} = \frac{c}{df} \cdot \frac{\Delta P_{QR}}{P_R + \Delta P_{QR}} \cdot 100$	4.069452
Clasificación cualitativa	Suavemente inclinado

**TABLA 4.** Determinación de Pendientes (Stellingwerf)  
Pendiente Presa la Juventud.

Municipio:	Marín, Nuevo León	
Zona:	77 INEGI	
Dist. ppal. (c):	151.78 mm.	
Escala:	1: 75,000	
Fotos correspondientes:		
Línea: F 5, 6, 7	Línea 19: F 17, 18, 19	
Línea: F 10, 11, 12, 13, 14	Línea 156: F 4, 5	

## LECTURAS DE PARALAJE

Observación	$L_Q$	$L_R$
1	24.66	24.10
2	24.65	24.14
3	24.62	24.14
Suma	73.93	72.38
Promedio	24.64	24.12

## MEDICIONES Y CALCULOS

ELEMENTOS Y FORMULAS	RESULTADOS
$p'_1 p''_2$	34.2 cm.
$r' rr''$	25.8 cm.
$P_R = p'_1 p''_2 - r' rr''$	84 mm.
$\Delta P_{QR} = L_Q - L_R$	0.51 mm.
df	49 mm.
$\text{tg } \alpha = \frac{c}{df} \cdot \frac{\Delta P_{QR}}{P_R + \Delta P_{QR}}$	0.0019982
$\alpha = \text{arc tg } \frac{c}{df} \cdot \frac{\Delta P_{QR}}{P_R + \Delta P_{QR}}$	0°.1144915
$\text{Pend. (\%)} = \frac{c}{df} \cdot \frac{\Delta P_{QR}}{P_R + \Delta P_{QR}} \cdot 100$	0.199825
Clasificación cualitativa	Llano a casi llano

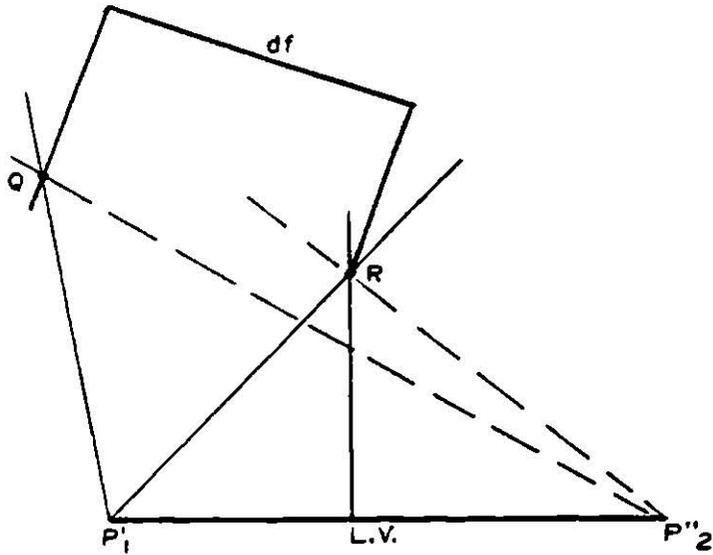


Fig.23 Pendiente Loma Los Cerritos

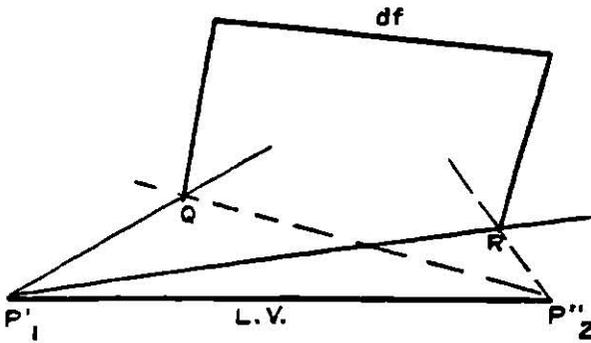


Fig. 24 Pendiente Presa La Juventud I

**TABLA 5.** Determinación de Pendientes (Stellingwerf)  
Pendiente Presa la Juventud.

Municipio:	Marín, Nuevo León		
Zona:	77 INEGI		
Dist. ppal. (c):	151.78 mm.		
Escala:	1: 75,000		
Fotos correspondientes:			
Línea 18:	F 5, 6, 7	Línea 19:	F 17, 18, 19
Línea 39:	F 10, 11, 12, 13, 14	Línea 156:	F 4, 5

## LECTURAS DE PARALAJE

Observación	$L_O$	$L_R$
1	24.26	24.16
2	24.22	24.15
3	24.22	24.16
Suma	72.70	72.47
Promedio	24.23	24.15

## MEDICIONES Y CALCULOS

ELEMENTOS Y FORMULAS	RESULTADOS
$p'_1 p''_2$	34.2 cm.
$r' rr''$	25.8 cm.
$P_R = p'_1 p''_2 - r' rr''$	84 mm.
$\Delta P_{QR} = L_O - L_R$	0.07 mm.
df	87 mm.
$tg \alpha = \frac{c}{df} \cdot \frac{\Delta P_{QR}}{P_R + \Delta P_{QR}}$	0.0006639
$\alpha = \text{arc tg} \frac{c}{df} \cdot \frac{\Delta P_{QR}}{P_R + \Delta P_{QR}}$	0°.038092
$\text{Pend. (\%)} = \frac{c}{df} \cdot \frac{\Delta P_{QR}}{P_R + \Delta P_{QR}} \cdot 100$	0.06639
Clasificación cualitativa	Llano a casi llano

**TABLA 6.** Determinación de Pendientes (Stellingwerf)  
Pendiente Rancho el Gringo.

Municipio:	Marín, Nuevo León	
Zona:	77 INEGI	
Dist. ppal. (c):	151.78 mm.	
Escala:	1: 75,000	
Fotos correspondientes:		
Línea 18:	F 5, 6, 7	Línea 19: F 17, 18, 19
Línea 39:	F 10, 11, 12, 13, 14	Línea 156: F 4, 5

## LECTURAS DE PARALAJE

Observación	$L_Q$	$L_R$
1	3.81	2.25
2	3.81	2.23
3	3.83	2.22
Suma	11.45	6.70
Promedio	3.82	2.23

## MEDICIONES Y CALCULOS

ELEMENTOS Y FORMULAS	RESULTADOS
$p'_1 p''_2$	35.4 cm.
$r' rr''$	26.4 cm.
$P_R = p'_1 p''_2 - r' rr''$	90 mm.
$\Delta P_{QR} = L_Q - L_R$	1.59 mm.
df	68 mm.
$\text{tg } \alpha = \frac{c}{df} \cdot \frac{\Delta P_{QR}}{P_R + \Delta P_{QR}}$	0.0311943
$\alpha = \text{arc tg } \frac{c}{df} \cdot \frac{\Delta P_{QR}}{P_R + \Delta P_{QR}}$	2°.1930
$\text{Pend. (\%)} = \frac{c}{df} \cdot \frac{\Delta P_{QR}}{P_R + \Delta P_{QR}} \cdot 100$	3.8294
Clasificación cualitativa	Suavemente inclinado

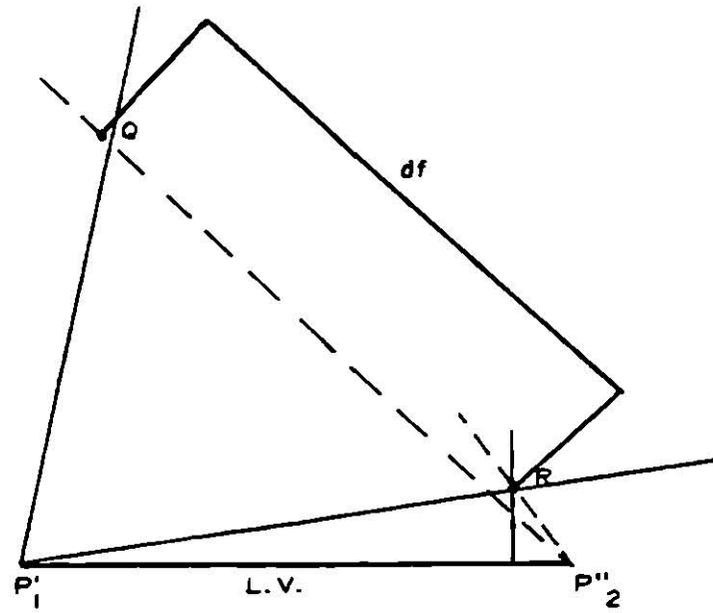


Fig.25 Pendiente Presa La Juventud II

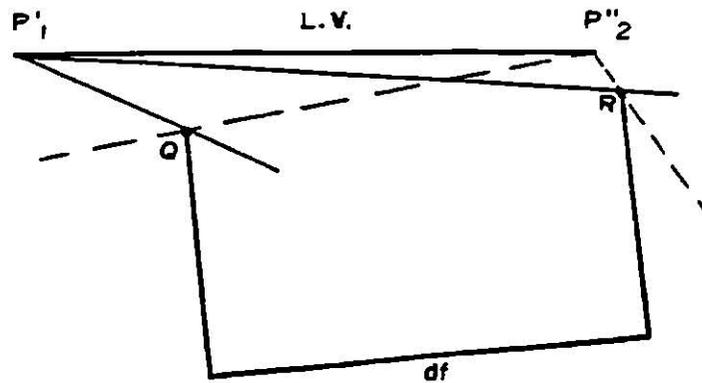


Fig. 26 Pendiente Rancho el Gringo

**TABLA 7.** Determinación de Pendientes (Stellingwerf)  
Pendiente Granjas avícolas el Llano.

Municipio:	Marín, Nuevo León	
Zona:	77 INEGI	
Dist. ppal (c):	151.78 mm.	
Escala:	1: 75,000	
Fotos correspondientes:		
Línea 18:	F 5, 6, 7	Línea 19: F 17, 18, 19
Línea 39:	F 10, 11, 12, 13, 14	Línea 156: F 4, 5

## LECTURAS DE PARALAJE

Observación	$L_Q$	$L_R$
1	49.75	49.40
2	49.79	49.39
3	49.79	49.41
Suma	149.33	148.20
Promedio	49.77	49.40

## MEDICIONES Y CALCULOS

ELEMENTOS Y FORMULAS	RESULTADOS
$p'_1 p''_2$	34.8 cm.
$r' rr''$	26.6 cm.
$P_R = p'_1 p''_2 - r' rr''$	82 mm.
$\Delta P_{QR} = L_Q - L_R$	0.37 mm.
df	26 mm.
$\text{tg } \alpha = \frac{c}{df} \cdot \frac{\Delta P_{QR}}{P_R + \Delta P_{QR}}$	0.0259149
$\alpha = \text{arc tg } \frac{c}{df} \cdot \frac{\Delta P_{QR}}{P_R + \Delta P_{QR}}$	1°.484485
$\text{Pend. (\%)} = \frac{c}{df} \cdot \frac{\Delta P_{QR}}{P_R + \Delta P_{QR}} \cdot 100$	2.59149
Clasificación cualitativa	Suavemente inclinado

**TABLA 8.** Determinación de Pendientes (Stellingwerf)  
Pendiente Granjas avícolas San José.

Municipio:	Marín, Nuevo León	
Zona:	77 INEGI	
Dist. ppal. (c):	151.78 mm.	
Escala:	1: 75,000	
Fotos correspondientes:		
Línea 18:	F 5, 6, 7	Línea 19: F 17, 18, 19
Línea 39:	F 10, 11, 12, 13, 14	Línea 156: F 4, 5

## LECTURAS DE PARALAJE

Observación	$L_Q$	$L_R$
1	4.93	4.86
2	4.91	4.85
3	4.91	4.84
Suma	14.75	14.55
Promedio	4.91	4.85

## MEDICIONES Y CALCULOS

ELEMENTOS Y FORMULAS	RESULTADOS
$p'_1 p''_2$	34.4 cm.
$r' rr''$	26.1 cm.
$P_R = p'_1 p''_2 - r' rr''$	83 mm.
$\Delta P_{QR} = L_Q - L_R$	0.06 mm.
df	73 mm.
$\text{tg } \alpha = \frac{c}{df} \cdot \frac{\Delta P_{QR}}{P_R + \Delta P_{QR}}$	0.001484
$\alpha = \text{arc tg } \frac{c}{df} \cdot \frac{\Delta P_{QR}}{P_R + \Delta P_{QR}}$	8°.44
$\text{Pend. (\%)} = \frac{c}{df} \cdot \frac{\Delta P_{QR}}{P_R + \Delta P_{QR}} \cdot 100$	0.14843
Clasificación cualitativa	Llano a casi llano

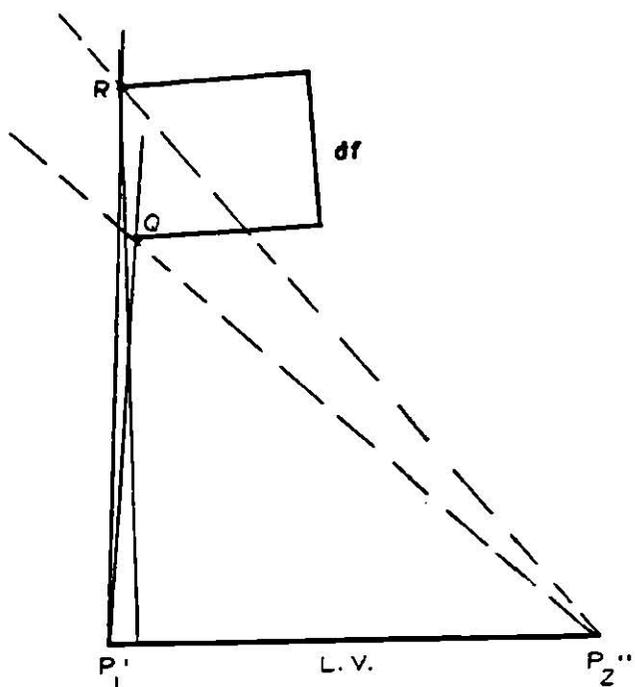


Fig. 27 Pendiente Granjas Avícolas El Llano

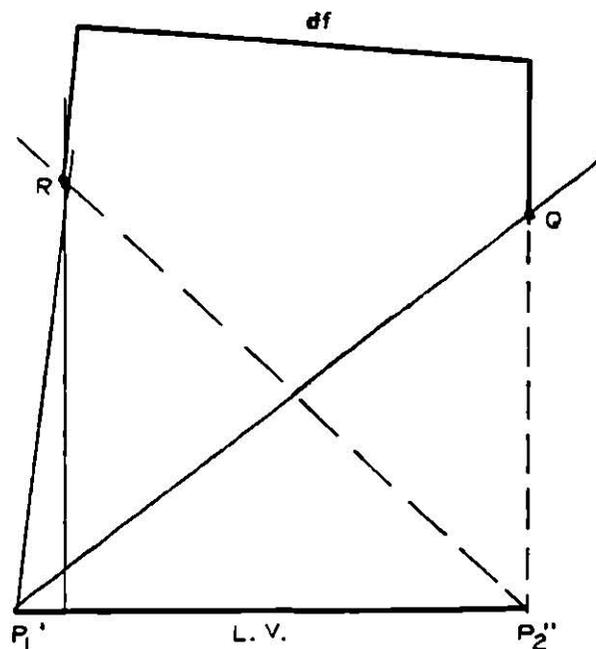


Fig. 28 Pendiente Granjas Avícolas San José

**TABLA 9.** Determinación de Pendientes (Stellingwerf)  
Pendiente Rancho los Cantú.

Municipio:	Marín, Nuevo León	
Zona:	77 INEGI	
Dist. ppal. (c):	151.78 mm.	
Escala:	1: 75,000	
Fotos correspondientes:		
Línea 18:	F 5, 6, 7	Línea 19: F 17, 18, 19
Línea 39:	F 10, 11, 12, 13, 14	Línea 156: F 4, 5

## LECTURAS DE PARALAJE

Observación	$L_o$	$L_R$
1	20.16	19.85
2	20.10	19.75
3	20.16	19.75
Suma	60.42	59.35
Promedio	20.14	19.78

## MEDICIONES Y CALCULOS

ELEMENTOS Y FORMULAS	RESULTADOS
$p'_1 p''_2$	34.4 cm.
$r' rr''$	26.2 cm.
$P_R = p'_1 p''_2 - r' rr''$	82 mm.
$\Delta P_{QR} = L_o - L_R$	0.36 mm.
df	108 mm.
$\text{tg } \alpha = \frac{c}{df} \cdot \frac{\Delta P_{QR}}{P_R + \Delta P_{QR}}$	0.0060709
$\alpha = \text{arc tg } \frac{c}{df} \cdot \frac{\Delta P_{QR}}{P_R + \Delta P_{QR}}$	0°.3478
$\text{Pend. (\%)} = \frac{c}{df} \cdot \frac{\Delta P_{QR}}{P_R + \Delta P_{QR}} \cdot 100$	0.60709
Clasificación cualitativa	Llano a casi llano

**TABLA 10.** Determinación de Pendientes (Stellingwerf)  
Pendiente Loma la Parada.

Municipio:	Marín, Nuevo León	
Zona:	77 INEGI	
Dist. ppal. (c):	151.78 mm.	
Escala:	1: 75,000	
Fotos correspondientes:		
Línea 18:	F 5, 6, 7	Línea 19: F 17, 18, 19
Línea 39:	F 10, 11, 12, 13, 14	Línea 156: F 4, 5

## LECTURAS DE PARALAJE

Observación	$L_O$	$L_R$
1	24.53	23.33
2	24.53	23.25
3	24.53	23.23
Suma	73.59	69.71
Promedio	24.53	23.23

## MEDICIONES Y CALCULOS

ELEMENTOS Y FORMULAS	RESULTADOS
$p'_1 p''_2$	34.2 cm.
$r' rr''$	25.9 cm.
$P_R = p'_1 p''_2 - r' rr''$	83 mm.
$\Delta P_{QR} = L_O - L_R$	1.30 mm.
df	91 mm.
$\text{tg } \alpha = \frac{c}{df} \cdot \frac{\Delta P_{QR}}{P_R + \Delta P_{QR}}$	0.025419
$\alpha = \text{arc tg } \frac{c}{df} \cdot \frac{\Delta P_{QR}}{P_R + \Delta P_{QR}}$	1°.456119
$\text{Pend. (\%)} = \frac{c}{df} \cdot \frac{\Delta P_{QR}}{P_R + \Delta P_{QR}} \cdot 100$	2.5419
Clasificación cualitativa	Suavemente inclinado

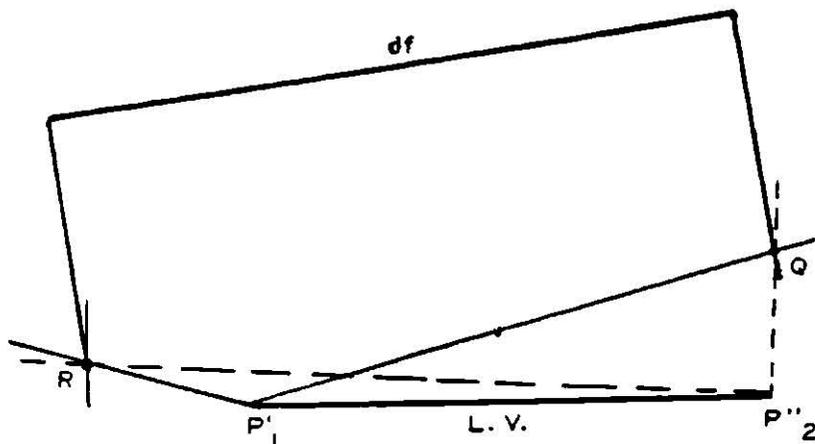


Fig. 29 Pendiente Rancho Los Cantú

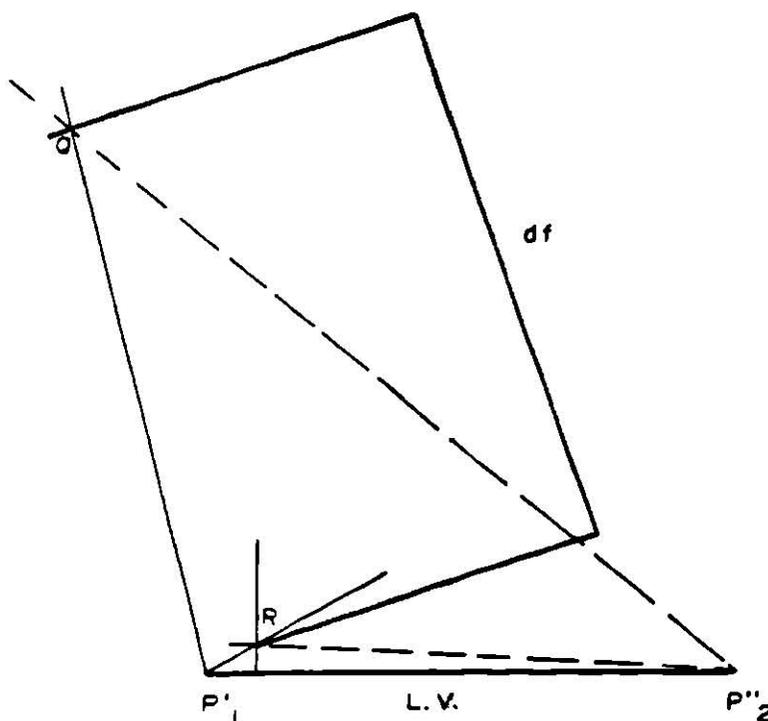


Fig. 30 Pendiente Loma La Parada

La pendiente o línea elegida para verificar el método fotogramétrico es la que comprende de las granjas avícolas el Llano al Río Marín. Esta se obtuvo usando la estación total de topografía mediante la secuencia ya mencionada resultando de un 2.64 %.

Datos obtenidos:

$$S = 2253.56 \text{ m.}$$

$$H = 2252.71 \text{ m.}$$

$$V = 59.64 \text{ m.}$$

$$\text{Pendiente} = \text{tang} = \frac{V}{H} \times 100$$

$$\text{tang} = \frac{59.640}{2252.712} \times 100$$

$$\text{Pendiente (\%)} = 2.6474$$

Diferenciándose de la obtenida por el método fotogramétrico que es de 2.59 % .

**DISCUSIONES:**

La pendiente **San José** se dividió en dos secciones debido a que no cumplía los requisitos para la toma de lecturas con la barra de paralaje.

En esta pendiente no existe un suelo desarrollado. Todo el material es un compuesto coluvial depositado por gravedad. Las especies vegetales, se desarrollan en espacios que contienen suelo y materia orgánica. La vegetación predominante es matorral alto subinerme y arbustivo. El uso adecuado del suelo es pecuario (especies menores: cabras, borregos etc.), silvícola y forestal.

La pendiente **Loma los Cerritos** se caracteriza por ubicarse en relieves de montaña que son completamente denudativos. Son montañas sedimentarias de roca caliza que afloran de un 85% al 90% y por consiguiente tendrá una vegetación espinosa baja, que predomina también por la condición climáticas semiáridas. La vegetación que predomina permite el uso pecuario de ganado caprino.

La pendiente denominada como **Presa de la Juventud** presenta características particulares ya que la conforman un paquete de valles intramontanos con límites casi planos o suaves.

En esta pendiente en determinadas porciones se observó la bondad de acumulaciones de agua y por lo tanto tenemos la

presencia de vegetación arborea en baja densidad, probablemente por el alto impacto erosivo a que están sometidos los suelos.

El uso del suelo de esta pendiente es principalmente agrícola y pecuario en segunda instancia.

La pendiente **Rancho el Gringo**. En esta pendiente tenemos afloraciones de material geológico de lutita principalmente, suelos profundos; podemos observar una diversidad topográfica y presencia de depósitos de materiales heterogéneos. El tipo de vegetación es matorral bajo a medio. Áreas de riego principalmente para pastos.

Pendientes como **Granjas San José y El Llano** se caracterizan por tener pendientes mínimas; suelos con una moderada capacidad de producción que se podría incrementar si las posibilidades de precipitación fueran más favorables ya que estas pendientes tienen suelos profundos y texturas francas a arenosas.

La vegetación es un matorral medio, con posibilidades de sostener varias cargas animal, es común el uso pecuario en pastos establecidas.

En la pendiente **los Cantú** el grado de inclinación es bastante reducido, y por lo tanto clasificado fisiográficamente como Llano (0 - 2%).

Encontrándose material preferentemente calizo y conglomerado con un 10% de pedregosidad superficial, suelos medianamente profundos; y someros.

El tipo de vegetación encontrado es matorral medio subinermo ubicado en una área de alto riesgo de deterioro erosivo, que es el causante de la baja densidad poblacional vegetativa.

La pendiente denominada con el nombre de **Loma la Parada** se caracteriza por la abundancia y afloramiento de material geológico como: Lutitas y conglomerados, que traen como consecuencia un bajo potencial agropecuario que se ve plasmado al observarse un tipo de vegetación bajo y baja proporción de vegetación media. La topografía es un relieve bastante variable con un 20% de pedregosidad superficial.

El uso del suelo es pecuario por las condiciones físicas del suelo, restringiendose a la explotación del ganado caprino.

## 10. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

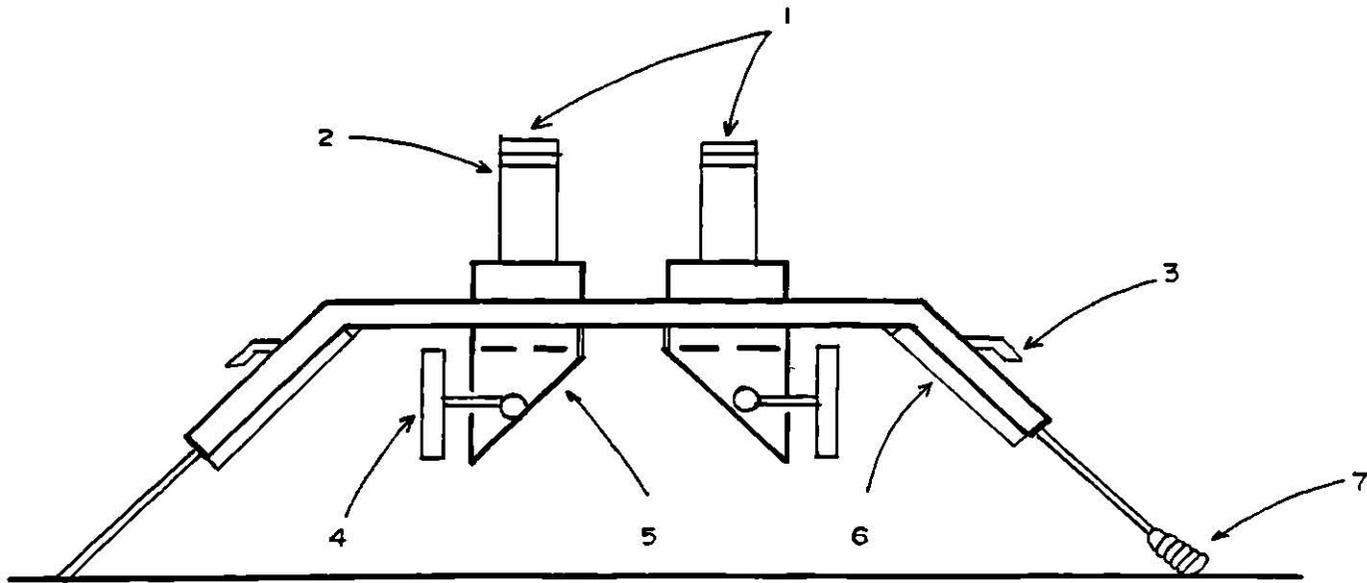
- \* En la pendiente San José es necesario un uso racional del suelo, por no estar bien desarrollado el elemento suelo se pueden tener problemas de erosión debido a la vegetación baja.
  
- \* El área donde esta ubicada la pendiente Los Cantú, es de alto riesgo de deterioro erosivo, ocasionando una baja densidad de población vegetativa.
  
- \* El uso del suelo en el Municipio en su mayoría es pecuario, existen algunas áreas de riego y/o temporal. Tal es el caso donde se encuentran ubicadas las pendientes Presa La Juventud I y II caracterizandose por tener áreas de riego y temporal; abastecidas por presas que se localizan en estas áreas. En la pendiente Rancho el Gringo tenemos áreas de riego principalmente para pastos. En el caso de las pendientes Granjas avícolas San José y Granjas avícolas El Llano se pueden observar suelos profundos (>100 cm.) y textura francas a arenosas; estos suelos serían excelentes para la producción agrícola si las posibilidades de precipitación fueran más favorables.

- \* En las pendientes Loma Los Cerritos y Loma La Parada, las condiciones físicas del suelo no permiten el uso del suelo agrícola, debido a los afloramientos de roca caliza, lutitas y conglomerados respectivamente; que trae por consiguiente vegetación espinosa baja, característica de zonas semiáridas; explotándose principalmente ganado caprino.
  
- \* En base a los resultados obtenidos por el método fotogramétrico STELLINGWERF y el topográfico (utilizando la estación total) se puede concluir que el primero, es aceptable ya que la diferencia entre ellos fué del 2% en base a información cuantitativa obtenida.

## RECOMENDACIONES

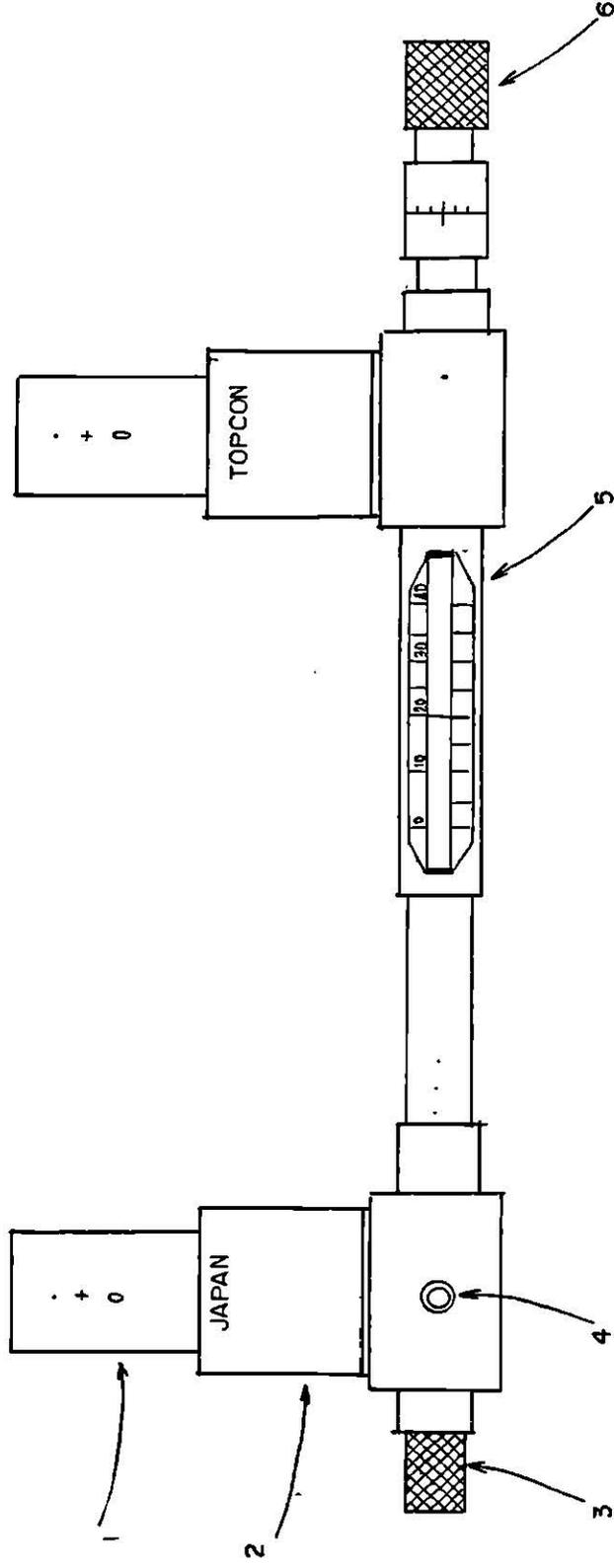
- \* Se recomienda dar asistencia técnica a la comunidad para tener un uso racional de los recursos naturales.
  
- \* Llevar a cabo una reforestación inmediata en todo el Municipio, principalmente con especies nativas para aumentar las posibilidades de su propagación de especies, que ayudaría a mejorar las condiciones de humedad en el suelo y medio ambiente.
  
- \* Implantar algunas prácticas conservacionistas por ejemplo: Método de tinas ciegas, Trazo de curvas anivel, Aplicación de abonos orgánicos, Bordos de abrevadero, Cortinas rompevientos, que servirán para evitar pérdidas de suelo y aumentar las posibilidades de retención de agua.
  
- \* Tener un control eficiente de la ecología en el Municipio, por el impacto que puede llegar a tener en los acuíferos subterráneos, conducción de agua superficial y daños a la flora y fauna.  
Construir bordos en los cauces naturales para en lo posible retardar el azolve de cuerpos de agua.
  
- \* El método fotogramétrico STELLINGWERF es recomendable para obtener una aproximación aceptable de pendientes ligeras.

11. A N E X O



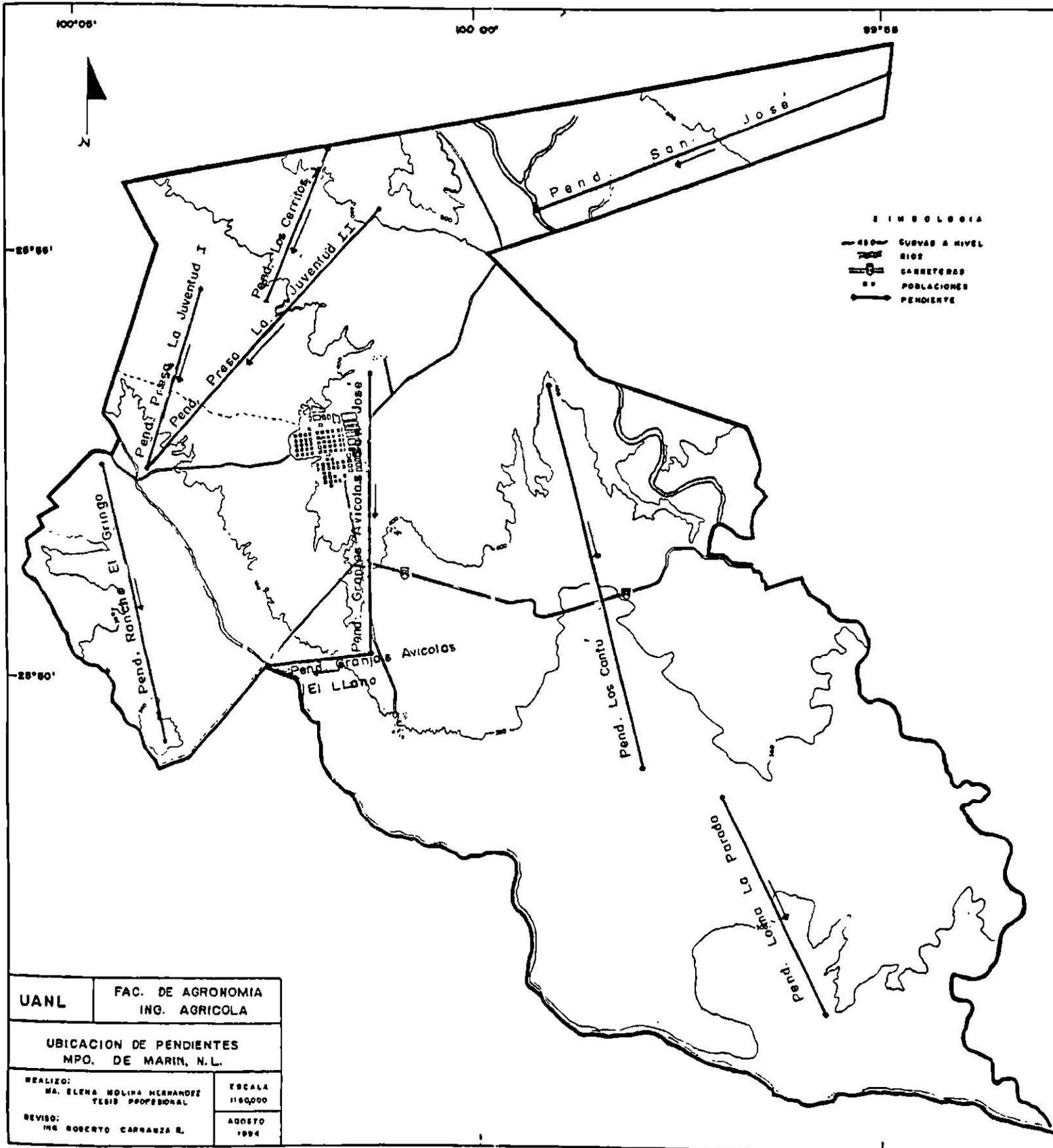
- 1) Binoculares
- 2) Anillo de ajuste
- 3) Manija para levantar
- 4) Lente
- 5) Prisma
- 6) Espejo
- 7) Tuerca para ajustar el nivel

**ANEXO 1 Estereoscopio de espejos**



1. Placa de material transparente con sus marcas de medición
2. Soporte
3. Tornillo macrométrico
4. Tornillo de sujecion
5. Barra cilíndrica graduada
6. Tornillo micrométrico

**ANEXO 2 Barra de paralaje**



ANEXO 3

## 12. GLOSARIO

**ACOMODACION.-** Es la facultad del ojo humano para ajustarse así mismo y para poder percibir imágenes bien definidas sobre objetos que son observados a diferentes distancias.

**ACOMODACION (EN ESTEREOSCOPIA).-** Es la habilidad de los ojos para sobreponer (fusionar) dos imágenes (objetos) de diferente perspectiva en una sola. La sobreposición de los objetos es llamada visión estereoscópica de la cual resulta la observación en tercera dimensión.

**ALTURA DE VUELO.-** Es la distancia vertical, que hay entre la lente de la cámara fotográfica y el terreno, y la designamos para nuestros cálculos como: H-h. La escala y el área de recubrimiento en las fotografías aéreas están en función a la altura de vuelo. La h minúscula es la elevación del terreno.

**ALTURA DE VUELO ABSOLUTA.-** Es la distancia vertical entre el plano de referencia (usualmente el nivel del mar) y un objeto o punto en el espacio (avión); también es definida como la altura de vuelo sobre el nivel del mar.

**ANAGLIFO.-** Una imagen impresa ó proyectada en colores complementarios (amarillo, magenta y cyaan) que combinan las dos imágenes de un par estereoscópico, de tal manera, que una imagen aparece en un color, y la otra, en otro color complementario, lo cual resulta una imagen estereoscópica, cuando la vemos a través de lentes que tienen filtros con sus correspondientes colores complementarios.

**BARRA DE PARALAJE.-** Es un dispositivo de medición que contiene un micrómetro movable por medio del cual la separación de dos marcas índices pueden ser cambiadas y con ello medir las diferencias de paralajes de un par estereoscópico de fotografías. También se le conoce como Estereómetro.

**BASE ESTEREOSCOPICA.-** Es la distancia y dirección entre puntos de imágenes complementarias sobre un par de fotografías estereoscópicas.

**BASE FOTOGRAFICA.-** Distancia entre los puntos principales de dos fotografías consecutivas en una serie de fotografías horizontales o aéreas verticales. Generalmente se mide sobre una fotografía, después de ser transferido a ella el punto principal propio de la otra fotografía.

**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 debido 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 INSTRUMENTAL.**- Es la distancia que existe entre el punto principal y el punto principal transferido en dos fotografías aéreas sucesivas cuando se observan bajo el estereoscopio. Normalmente se encuentra entre 245 y 255 mm.

**DISTANCIA INTERPUPILAR.**- Distancia entre los centros de rotación de los globos oculares. Llamada también "distancia interocular". Esta distancia se refiere al ajuste de los objetivos para poder observar en tercera dimensión por medio del estereoscopio de espejos.

**DISTANCIA PRINCIPAL.**- La distancia perpendicular del centro de perspectiva al plano de un negativo particular ó impresión terminada. Desde el punto de vista teórico la "distancia principal" debe ser igual a la "distancia focal" de la lente y por ello se le llama indistintamente.

La "distancia principal" es uno de los parámetros más importantes de la cámara aérea, ya que en relación a ella se encuentran estrechamente ligadas determinadas características de la fotografía, tales como: Escala fotográfica, área de cobertura, desplazamiento de la imagen y la exageración del sentido de profundidad en el modelo estereoscópico.

**CONVERGENCIA.**- Movimiento coordinado de los dos ojos hacia la fijación del mismo punto.

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

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

**ESTEREOSCOPIA.**- Es la disciplina que trata de los efectos tridimensionales, mediante métodos con los cuales se pueden producir tales 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 AEREA.-** Fotografía tomada desde el aire.

**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.

**IMAGEN ESTEREOSCOPICA.-** Es la impresión mental de un objeto de tres dimensiones que resulta de la visión estereoscópica.

**ISOCENTRO.-** Centro común de una fotografía desde donde se registra el desplazamiento de las imágenes. Esta se localiza por medio de la bisectriz del ángulo formado por el punto nadir y el punto principal de una fotografía.

**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.

**MARCAS FIDUCIALES.-** 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 o punto que parece ocupar una posición tridimensional, se forma por la fusión estereoscópica de un par de fotografías y se utiliza como marca de referencia en la medición del modelo estereoscópico.

**PAR ESTEREOSCOPICO.-** Dos fotografías con suficiente recubrimiento generalmente mayor al 50%, de un objeto o área que permiten la observación tridimensional.

**PARALAJE.-** Es el desplazamiento aparente de la posición de un objeto respecto a un punto o sistema de referencia.

**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.

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

**PUNTOS HOMOLOGOS.**- Puntos o líneas similares entre dos o más fotografías.

**PUNTO NADIR.**- En la fotografía vertical, es el punto donde la línea de plomada bajada desde el punto nodal anterior atraviesa a la fotografía y su prolongación toca al terreno.

**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.

**TRANSLAPE.**- Parte de una fotografía que cubre la superficie de otra al repetirse las imágenes. Generalmente se expresa en por ciento del área de la fotografía.

**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.

### 13.BIBLIOGRAFIA

- 1.- **Bennema, J. y Gelens, H.F.(1969)** Interpretación de fotografías aéreas para reconocimiento de suelos (CIAF). Bogotá-Colombia.  
Pags. 52-55
- 2.- **Carrillo, E. G.(1986)** El manejo del punto flotante en la barra de paralaje, serie de apoyo Académico No.17. Chapingo, México.  
Pags. 8, 9, 10, 11
- 3.- **Córtez, L. A. (1984)** Los levantamientos agrológicos y sus aplicaciones múltiples. Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano. Bogotá - Colombia.  
Págs. 52, 54, 59, 103
- 4.- **Cortéz, R.F. (1990)** Primer curso para operadores de aparatos de restitución. Departamento de fotogrametría, (INEGI). Aguascalientes, Ags.  
Págs. 5, 6, 34, 35
- 5.- **Deagostini, R.D.(1984)** Introducción a la fotogrametría. Centro Interamericano de fotointerpretación(CIAF). Bogotá, Colombia. 2a. impresión.  
Págs. 10, 16, 32, 83, 127-134, 140-148, 157-162
- 6.- **Deagostini, D. y Murillo, F.J. (1972)** Instrumentos fotogramétricos aproximados. Centro Interamericano de fotointerpretación (CIAF).  
Págs. 13-20

- 7.- De la Parra, P.J.B. (1970) Geología aplicada a la Ingeniería Civil y Fotointerpretación. División del Doctorado de la Facultad de Ingeniería UNAM. México, D.F.  
Págs. 115-119
- 8.- De Römer, H.S. (1969) Fotogeología aplicada. Editorial Universitario Buenos Aires-Argentina.  
Págs. 10-12
- 9.- DETENAL (1979) Descripción de la leyenda de la carta edafológica DETENAL. Editado e impreso en la Dirección General de Estudios del Territorio Nacional. México, D.F.  
Págs. 51, 73, 77, 87, 88, 91, 98, 104
- 10.- Díaz, M.D. (1990) Confrontación en fluctuaciones de altura obtenidas de información cartográfica y su correspondiente fotografía aérea con la barra de paralaje. Tesis, FAUANL. Marín, N.L.  
Págs. 5, 6, 34, 35
- 11.- Garza, R.J. y Araujo, H.J.M. (1984) Estudio Agrológico detallado del campo experimental de la FAUANL. Tesis, FAUANL. Marín, N.L.  
Págs. 18, 17, 21
- 12.- Herrera, H.D. (1983) Elementos de fotogrametría. Uso de materiales aerofotográficos. Universidad Autónoma de Chapingo. México  
Págs. 29, 30, 48-56, 60-64

- 13.- Instituto Geográfico "Agustin Codazzi". Publicación auspiciada por la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO). Interpretación de fotos aéreas y su importancia en levantamiento de suelos. Bogotá Colombia.  
Págs. 20, 21
- 14.- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI). (1985) Geografía, Revista publicada por: Dirección general de Geografía. Vol. 1, No. 1.  
Págs. 22, 23
- 15.- INEGI (1993) Curso: "Formación de Profesionales en clasificación de campo". Aguascalientes, Ags.  
Págs. 49-52
- 16.- Lomeli, C.J. (1977) Fotogrametría-I. Fotogrametría terrestre. Editorial, Rodríguez. México, D.F.  
Págs. 5-11, 24-26
- 17.- Luthe, G.G. (1986) Fotogrametría con estereoscopio de espejos y barra de paralaje. División de Educación continua. Facultad de Ingeniería UNAM. México, D.F. Págs. 2, 3
- 18.- Mejía, C.L. (1980) Conceptos básicos comunes a la pedología y geomorfología. Centro Interamericano de Fotointerpretación (CIAF). Bogotá-Colombia.  
Págs. 41-57

- 19.- Meritano, A.J. (1985) Los sensores remotos, sus imágenes y su aplicación en geología. Editorial SERGINSA. Universidad Autónoma de Chapingo. Méx. Págs. 90-92
- 20.- Mosquera, L.L. (1972) Normas para descripción de perfiles y unidades cartográficas de suelos. Instituto Geográfico "Agustin Codazzi", Dirección Agrológica. Bogotá, D.E. Págs. 32, 33
- 21.- Murillo, F.J.A. (1987) Ejercicios prácticos de fotogrametría. Centro Interamericano de fotointerpretación (CIAF). Bogotá-Colombia. Págs. 115-119
- 22.- Rodríguez, T.S.; González, F.M. y Martínez, G.J.A. (1988) Arboles y Arbustos del Municipio de Marín. Temas didácticos No. 2. Nuevo León, México. Págs. 22-120
- 23.- Rzedowski, J (1978) Vegetación de México. Editorial LIMUSA. México, D.F. Págs. 215-256
- 24.- Sifuentes, R.F.J y Vásquez, A.R. (1984) Apuntes de fotogrametría. Departamento de Recursos Naturales Renovables. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (UAAAN). Saltillo, Coahuila. Págs. 49, 85, 87, 95-99

- 25.- **Silva, M.C. (1978)** Unidades del Suelo. Interpretadas para su uso en Ingeniería Civil y aprovechadas por el campesino en usos agropecuarios. Editorial CECSA. México, D.F.  
Págs. 15, 21, 25, 29, 37, 59
- 26.- **Strandberg, C.H. (1975)** Manual de fotografía aérea. Ediciones Omega, S.A. Barcelona, España.  
Págs. 3, 4
- 27.- **Subdirección de docencia e Investigación (CIAF) (1989)** Instructivo para prácticas de fotogrametría e interpretación de imágenes para estudios de Suelos. Unidad de Suelos. Bogotá-Colombia.  
Págs. 26-29
- 28.- **Van Zuidan, R.A. (1986)** Aerial photo-Interpretation in terrain. Analysis and geomorphologic Mapping. The Hague Printed in the Netherlands (Países bajos).  
Págs. 225, 431, 432

