

5767

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
FACULTAD DE INGENIERIA



APOYO TERRESTRE FOTOGRAMETRICO
PARA GRANDES AREAS

DESCARTE

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO CIVIL
P R E S E N T A

MIGUEL MARQUEZ DE LA VEGA GOMEZ



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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



FACULTAD DE INGENIERIA
Exámenes Profesionales
60-1-137

UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE
MÉXICO

Al Pasante señor MIGUEL MARQUEZ DE LA VEGA GOMEZ
Presente.

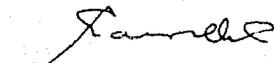
En atención a su solicitud relativa, me es grato transcribir a usted a continuación el tema que aprobado por esta Dirección propuso el Profesor Ingeniero Jorge H. de Alba Castañeda, para que lo desarrolle como tesis en su Examen Profesional de Ingeniero Civil.

"APOYO TERRESTRE FOTOGRAMETRICO PARA
GRANDES AREAS "

- I. Antecedentes
- II. Introducción a la Fotogrametría
- III. Proyecto Fotogramétrico Pliego
- IV. Estudios Preliminares
- V. Alternativas para el Apoyo Terrestre
- VI. Selección del Procedimiento
- VII. Organización y Descripción de Actividades
- VIII. Personal
- IX. Descripción de Equipo
- X. Descripción de Trabajos Realizados
- XI. Memoria Fotográfica

Ruego a usted tomar debida nota de que en cumplimiento de lo especificado por la Ley de Profesiones, deberá prestar Servicio Social durante un tiempo mínimo de seis meses como requisito indispensable para sustentar Examen Profesional; así como de la disposición de la Dirección General de Servicios Escolares en el sentido de que se imprima en lugar visible de los ejemplares de la tesis, el título del trabajo realizado.

Atentamente,
" POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU "
Cd. Universitaria, D. F., a 22 de junio de 1976
EL DIRECTOR


Ing Enrique del Valle Calderón


EVC'GSA'gl.

A MIS PADRES

MIGUEL (q.e.p.d.)
ELENA

que supieron guiarme abriéndome
las puertas del éxito.

A MI ESPOSA ELENA

por el cariño y apoyo que

siempre me ha brindado.

A MIS HIJOS MIGUEL Y MAURICIO

Con la seguridad de que alcanzarán
las metas que se fijan.

A MIS PADRINOS

CARLOS (q.e.p.d.)
MARIA

Con gran cariño

A MI DIRECTOR DE TESIS

ING. JORGE DE ALBA CASTAÑEDA

Con el más sincero agradecimiento
por su valiosa dirección y asesoría
para la realización de este trabajo.

I N D I C E

- I A N T E C E D E N T E S
- II INTRODUCCION A LA FOTOGRAMETRIA
- III PROYECTO FOTOGRAMETRICO PLHIGO
- IV ESTUDIOS PRELIMINARES
- V ALTERNATIVAS PARA EL APOYO TERRESTRE
- VI SELECCION DEL PROCEDIMIENTO
- VII O R G A N I Z A C I O N
- VIII P E R S O N A L
- IX DESCRIPCION DEL EQUIPO
- X DESCRIPCION DE TRABAJOS REALIZADOS
- XI MEMORIA FOTOGRAFICA

Antecedentes

1. ANTECEDENTES

El progreso de cualquier país está basado en las obras de infraestructura; las que requieren para un buen estudio y planeación contar con planos topográficos adecuados en grandes extensiones.

El procedimiento para elaborar planos de grandes áreas en forma rápida y económica es la fotogrametría, dividiéndose la misma en las siguientes partes:

- a) Proyecto Fotogramétrico
- b) Fotografía Aérea
- c) Apoyo Terrestre
- d) Cálculo
- e) Restitución y Dibujo

En los últimos años, todas éstas ramas han alcanzado un alto grado de desarrollo con el empleo de los más modernos procedimientos y equipos, a excepción del apoyo terrestre, cuyos procedimientos actuales no están a la par del desarrollo general de ésta disciplina.

Esta situación motivó un amplio estudio que culminó con la realización del primer trabajo de apoyo terrestre, para grandes áreas, en la que se reunieron y diseñaron los más modernos equipos electrónicos y aeronaves.

La descripción de los estudios y trabajos realizados se desarrolla en términos generales en la sig. forma:

1. Introducción a la fotogrametría, Proyectos fotogramétricos y estudios preliminares (capítulo II, III y IV), - como un marco de referencia al estudio principal.

2. Descripción del sistema y comparación con otros métodos (capítulo V y VI).

3. Características y organización (capítulos VII, - VIII, IX, X y XI).



Introducción a la Fotogrametría

II. INTRODUCCION A LA FOTOGRAMETRIA

La fotogrametría es la aplicación de la fotografía a la métrica, cuyo problema fundamental consiste en deducir de fotografías de un objeto la forma, posición y dimensiones de éste. Tiene numerosas aplicaciones, la más usual es en el levantamiento de planos topográficos.

Existen varios métodos fotogramétricos, pero el más empleado es el estereoscópico ya que permite una fácil solución óptico-mecánica.

La estereoscopia es la sensación de relieve que se produce en la visión binocular.

Sabido es, que la visión binocular nos permite apreciar la distancia y forma ó relieve de los objetos que nos rodean; por ella realizamos instintivamente la medición de las desigualdades del terreno por que marchamos.

El límite de percepción estereoscópica procede del de la agudeza visual ó aptitud de la vista para apreciar diferencias entre los aspectos de un cuerpo observado desde uno y otro ojo. Siempre que las visuales que de éstos parten y corresponden a un mismo punto formen un ángulo superior al de la agudeza, (que corrientemente suele ser de unos 30'') el punto se hallará en la zona de visión

estereoscópica; los puntos exteriores de ésta zona aparecen - todos en un plano

Tomando como distancia entre los dos ojos la de -- 6.5 cm . que constituye un término medio, podemos calcular el radio de la citada zona la fórmula $d = \frac{0.065}{\text{tg. } 30''}$, que nos da un valor de unos 450 m., es decir, que los puntos situados a unos 450 m., de distancia aparecen en un plano y si alguna vez creemos ver en ellos relieve, es por un efecto de sugestión y de - hábito.

Este límite puede aumentarse aritméticamente de dos maneras: aumentando la distancia entre los ojos, por medio del espejo, ó aumentando la agudeza visual por medio del lente que amplifique las imágenes. Llamando d a la distancia límite de - percepción visual natural, correspondiente a la separación de los ojos, B la separación de los mismos aumentada con los estereoscópio de espejos, "y" a la amplificación de las lentes, podemos escribir, para valor de la distancia límite ampliada

$D = d \frac{B. a}{0.065}$ La relación $\frac{B. a}{0.065}$ se llama efecto plástico total-

del aparato empleado

Además de la amplificación de el límite de la zona de percepción del relieve, la fotogrametría estereoscópica, ha - necesitado disponer de otros principio fundamental el de: ---

escala aérea para medición de distancias. Por que la primera - condición no ha adelantado un paso en el aspecto métrico, fundamentalmente en nuestro caso: la visión binocular, natural ó ampliada se limita a enseñarnos, dentro de su radio de acción - cuales objetos están delante y cuales detrás; puede apreciar - diferencia de distancias, pero no medirlas con exactitud.

El Ingeniero Alemán Héctor de Groussilliers, fué - quién concibió, para lograrlo, el sistema de escala aérea, que en 1893 comunicó a la casa Zeiss y que ésta aprovecho, seis - años más tarde, para construir los telémetros estereoscópicos - de su nombre, primer paso de la aplicación de la estereoscopia - a la métrica. Estos telémetros llevan una escala numerada que - aparece flotando sobre el paisaje que con ellos se observa; la - distancia a que del operador se halla un punto cualquiera de - éste, viene dada por la cifra que se lee junto al punto de la - escala que llegue a coincidencia con él, o por interpolación - a ojo, si no coincide ninguno.

La estereoscopia sola ha llegado muy cerca de la - solución del problema fundamental y práctico de la topografía - y de la métrica: para llegar a resolverle por completo necesi - ta únicamente la ayuda de la fotografía.

Imaginemos que con un fotogramétrico de los antes des - critos situado sucesivamente en dos puntos, distantes uno de -

otro decenas o centenares de metros, obtenemos dos vistas de un mismo terreno, de tal modo, que se hallen en un mismo plano vertical. Colocadas éstas dos fotografías en un estereoscópio, habremos obtenido el mismo resultado que si nuestros ojos distaran, uno del otro, esas mismas decenas o centenares de metros; habremos conseguido una amplificación del alcance del relieve muy superior a la de los telémetros: prácticamente, casi infinita. La distancia máxima a que el relieve puede apreciarse en estas fotografías no tiene otro límite que el marcado por la finura del grano de las placas o por el poder resolvente de los objetivos.

Para la observación y medición de las fotografías estereoscópicas así obtenidas, ideó el Doctor Pulfrich, y construyó la misma casa Zeiss, el estereocomparador, aparato fundamental en la Estereoscopia métrica. La aplicación de la fotografía estereoscópica a la métrica se basa en el método de los paralajes.

DETERMINACION DE LA POSICION DE UN PUNTO
DEDUCIDA DE UNA VISTA ESTEREOSCOPICA.

1. Placas Verticales

Supondremos que la base estereoscópica es horizontal - es decir, que las dos estaciones O y O' se hallan a la misma altura, ya que a él se reduce fácilmente el contrario.

a). Placas normales. Designase con este nombre el caso en que - las dos placas se hallan en un mismo plano, es decir, en la misma disposición en que hubieran sido impresionadas en un verásco po gigante, cuyos objetivos distaran uno del otro una magnitud igual a base b .

Sean (fig. 1) siguiendo las anotaciones usuales, O - y O' las estaciones, S y S' las respectivas placas, y o y o' - los puntos principales de éstas. Las imágenes de un punto cual quiera P serán las p y p' , intersecciones de las visuales OP y $O'P$ con el plano SS' ; fácil es ver que, siendo horizontal la base OO' , lo será la recta pp' , es decir, que las dos imágenes - p y p' se hallarán a la misma altura sobre la recta de horizon te común de las dos placas, oo'

Consideramos ahora un punto N , a la misma altura que los O y O' sus imágenes estarán sobre la recta de horizonte en-

n y n'. En la figura 2 veremos una sección de la anterior por un plano horizontal; tracemos en ella por O una paralela a la visual O' n'; habremos formado dos triángulos semejantes, los OO' N y nn_1O . El segundo tiene por altura la distancia focal f (en lo sucesivo, supondremos siempre iguales, como en la práctica, las distancias focales de las dos fotografías), y por base la magnitud nn_1 que es la suma algebraica de las abscisas o n y o' n' de las dos imágenes; el primero tiene por base la base estereoscópica b, y por altura una magnitud, que es la distancia del plano de fren-

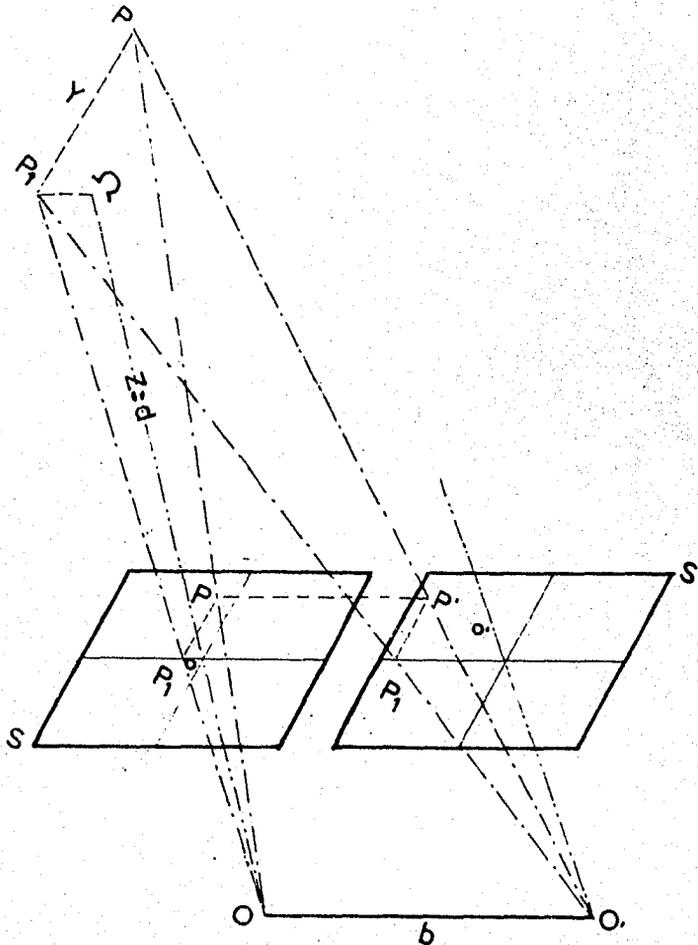


FIGURA 1

te (vertical y paralelo a la base), que pasa por el punto N, luego ésta distancia, que es su coordenada

$$Z = D \text{ puede deducirse de la fórmula } D = \frac{b \cdot f}{nn_1} = \frac{b \cdot f}{x' - x}$$

en la que conocemos f , por ser constante de la cámara, b puede medirse en el campo, y $x' - x$ en el gabinete.

La diferencia (ó suma algébrica) entre las dos abscisas recibe el nombre de paralaje y da nombre al método; tiene la propiedad de ser la misma para todos los puntos de un plano de frente, como acabamos de ver

Considerando el punto M, situado en el eje de la vista de la izquierda, veremos que :

$$\frac{D}{b} = \frac{x' - x}{f} = \frac{\pi}{f} = \text{tg } (\text{OMO}')$$

Haciendo $f = 1$, es decir, tomando el plano de las imágenes estereoscópicas a distancia igual a la unidad de los centros O y O' , en cuyo caso aquella tangente viene representada por la paralaje lineal π , antes definida

Conocida ya, en función de la paralaje, la distancia del plano de frente que pasa por el punto P, ó sea la coordenada Z de éste, podemos determinar fácilmente sus otras dos coordenadas X é Y , referidas a las rectas de horizonte y principal de la placa de la izquierda, que se llama directora, por ser la única que en la obtención de éstos valores interviene. La semejanza

de las pirámides triangulares O, Ω, PP_1 y O, oop (fig. 1) nos permite escribir $\frac{X}{x} = \frac{Y}{y} = \frac{OP}{op} = \frac{D}{f}$ y como $\frac{D}{f} = \frac{b}{\pi}$ resulta que basta medir en la citada placa las abscisas y ordenadas x é y , para tener los valores

$$X = \frac{d}{f} x \qquad Y = \frac{D}{f} y$$

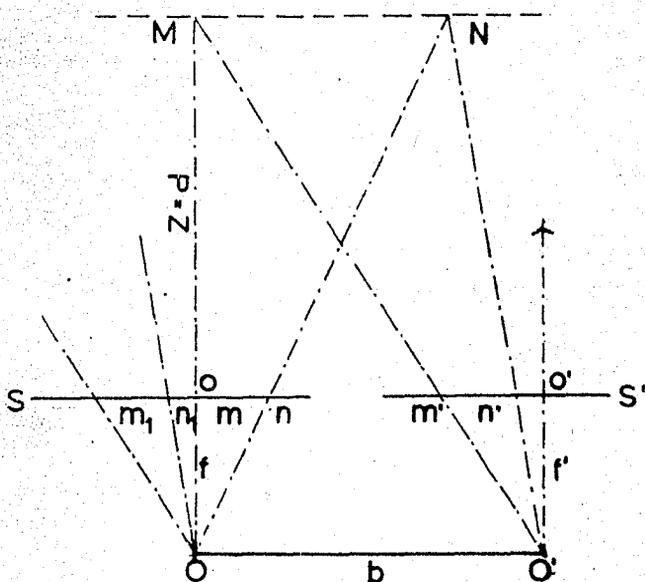


FIGURA 2

Esta circunstancia hace que en los casos de placas - verticales; caracterizadas por la diferente posición relativa que - cada una de las placas ocupa respecto a la otra sólo sea necesario - la determinación de la Z mediante procedimientos geométricos; pu - diendo resolverse cualquier problema de la fotogrametría una vez co - nociendo sus coordenadas reales.



**Proyecto Fotogra-
métrico PLHIGO.**

III. PROYECTO FOTOGRAMETRICO PLHIGO

III.1. Antecedentes:

El Gobierno Federal, por conducto de la Sria. de Recursos Hidráulicos, requiere de la ejecución de Planos Topográficos complementarios a los ya existentes en la Zona Norte del Golfo de México, como un paso previo para la ejecución del Plan Hidráulico del Golfo (PLHIGO), en vías de desarrollo por la misma Secretaría.

2.- Localización del Area.

El área objeto del presente trabajo se muestra en el plano # 1- y se localiza en el Norte del Golfo de México; entre los paralelos $21^{\circ} 05'$ y $24^{\circ} 30'$ de latitud Norte y entre los meridianos $97^{\circ} 40'$ y $99^{\circ} 25'$ de longitud Oeste.

Además, una zona de 1100 Km². cercana a la población de General Bravo, Tamaulipas, situada entre los paralelos $25^{\circ} 35'$ y $25^{\circ} 55'$ de latitud Norte y entre los meridianos $98^{\circ} 45'$ y $99^{\circ} 05'$ de longitud Oeste.

Abarca parte de los Edos. de Tamaulipas, Nuevo León, Veracruz y San Luis Potosí

Las ciudades más importantes del área son: Tampico, Cd. - Victoria, Cd. Mante. Cd. Valles y Reynosa

Las vías de comunicación más importantes son:

Carreteras:

Monterrey-Cd. Victoria-Cd. Mante-Cd. Valles, Cd-Valles -Tampico, Cd. Mante-Tampico, Manuel-Soto la Marina-Cd. Victoria, Pánuco-Tempoal-Tantoyuca, Padilla-San Carlos.

En la Zona de General Bravo, la carretera de Reynosa - China

Ferrocarriles :

San Luis Potosí-Cd. Valles-Tampico, Tampico-Cd. Victoria, Cd. Victoria-Monterrey, Cd. Valles-Cd. Mante - Est. Calles.

Aeropuertos :

Tampico, Cd. Victoria, Xicotencatl , Tamuín, Cd. Mante y otras pistas menores.

3.-Las características de los planos topográficos requeridos son las siguientes:

- a) Escala vertical 1:20,000
- b) Equidistancia de las curvas de nivel 5 mts.

4.-Fotografía Aérea.

De ésta zona se tiene fotografía aérea completa de las características indicadas posteriormente. Estas fotografías, se usarán para la elaboración de los planos topográficos, ya que una nueva toma de fotos aéreas, podría demorar los trabajos.

jos por uno o dos años debido a las dificultades naturales - que se presentan.

ESPECIFICACIONES :

a) Fotografía.

Las fotografías aéreas se tomaron con cámara de precisión - marca Wild o Zeiss, y tienen sobreposición estereoscópica - de toda el área marcada en el plano anexo. Se emplearon ob- jetivos gran angular con distancia focal $f = 152.4\text{mm}$ (6") - de alto poder de resolución y libre distorsión dentro de - $1/100\text{ mm}$, con lente original, tales como Pleogón o Aviogón. El formato de la película es de $23 \times 23\text{ cm}$.

Las negativas fotográficas de vuelo están en escala 1:30 000 y su variación en la altura de vuelo no sobrepasa del 3%.

El recubrimiento de las zonas contratadas tiene un exceso - mínimo, cuando menos, de dos pares estereoscópicos del lími- te de dichas áreas.

La sobreposición lateral mínima es del 15% entre las líneas de vuelo, y entre 55% y 70% en el sentido del mismo. La má- xima desviación es de 5° entre las líneas de vuelo y la ver- ticalidad del eje fotográfico no rebasa la tolerancia de - 3° de inclinación absoluta y hasta de 8° de giro en el eje -- de la línea.

Las fotografías se tomaron en tal forma que no presentan -- brillo solar, humo, nubes, bruma, sombras o algún otro obs- táculo que dificulte la visibilidad.

b) Apoyo terrestre.

Se establecerá el apoyo terrestre que consistirá, en términos generales, en el Apoyo Básico, Apoyo de relleno y Reocupación de vértices geodésicos existentes en la región. Este apoyo se rá calculado para que el dibujo de los planos se haga sobre una proyección de tipo geográfico Universal Transversa de Mercator. Este apoyo terrestre tendrá ligas topográficas con los levantamientos regionales realizados por la Secretaría de Recursos Hidráulicos.

Reocupación de Vértices Geodésicos :

El arco continental y triangulación realizados por el Meridiano Geográfico 98° y algunas otras triangulaciones establecidas en la zona de trabajo, serán la base para realizar el apoyo terrestre del levantamiento topográfico de la Zona Norte del PLHIGO. Los principales trabajos por realizar en este aspecto serán los siguientes:

- Estudio estereoscópico en las fotografías correspondientes para la identificación de los vértices geodésicos para su reocupación.
- Localización de los vértices y descripción detallada de los mismos; reconstrucción del punto por medio de sus radiaciones en caso de que este no se localice.
- La reocupación de los vértices se llevará a cabo en aquellos

que interese directamente al área de levantamiento.

Apoyo Básico :

En las zonas donde los puntos geodésicos no cubran lo suficiente para contar con un apoyo lo suficientemente consistente, éste se propagará por medio de triangulaciones, trilateraciones y poligonales. En el aspecto altimétrico se llevarán a cabo nivelaciones con nivel montado, trigonométricas y barométrica. El plano de comparación que se tomará como base para este trabajo, será el mismo que usó la Comisión Interamericana en las Nivelaciones de precisión a lo largo de las carreteras de la región.

- Triangulaciones.- Serán formadas por figuras geométricas, como cuadriláteros, con observación en las diagonales, polígonos con punto central ó excéntrico, ó una combinación de ambas figuras, tratando de evitar triángulos simples. La precisión de éstas figuras, estará sujeta a la siguiente tolerancia:

- 1) Para la compensación de los errores en las figuras geométricas las ecuaciones de condición correspondiente a los ángulos no excederá de 20".
- 2) En las ecuaciones de condición de lados para la compensación de los errores habrá diferencias que no excedan de 800 unidades en la séptima cifra decimal.

Para el establecimiento de éste apoyo terrestre se utilizarán teodolitos Wild T-2 con lectura directa de 1" en ambos círculos, o aparatos similares. En el procedimiento de medición podrán usarse telurómetros para las trilateraciones y medición de las bases; se medirán dos bases en los extremos de la triangulación, cuyo grado de precisión será como mínimo de 1:30 000. Una de las bases servirá como elemento de partida y la otra para la comprobación de la estructura topográfica que servirá de apoyo general, la precisión de cierre entre éstas dos bases será de 1:8 000.

Las mediciones angulares se harán con cinco reiteraciones en cada vértice observado; la triangulación será ligada a vértices geodésicos como se indicó anteriormente, y la rigidez de las figuras para dos bases continuas será de 170 y para cada figura tendrá un valor de 50 unidades.

- Trilateraciones.- Este tipo de trabajos se formará por cuadriláteros con diagonales o con polígonos de punto central o una combinación de ambas figuras, evitando la formación de triángulos simples. Estas trilateraciones se ligarán a vértices geodésicos existentes.

Los lados de las figuras se medirán directamente con auxilio de telurómetro, geodímetro o Cubic Autotape y estas mediciones tendrán una precisión de 1:20 000.

La precisión lineal de cierre entre bases consecutivas será -
mayor de la proporción de 1:8 000 y la diferencia angular en-
tre el azimut medido de una base del calculado de la misma -
no será mayor de 1', considerando la convergencia de meridia -
nos.

En la construcción de éstas figuras será condición que cada -
5 figuras como máximo se efectúe una orientación astronómica
con auxilio de las estrellas. El error angular tolerable para
cada figura no sobrepasará de 30".

- Nivelaciones.- El sistema de nivelación será realizado con-
nivel montado, nivelación trigonométrica, taquimétrica y ba-
rométrica; las tolerancias correspondientes serán las siguien-
tes:

Nivelación con Nivel Montado:

$$T=+0.010 \sqrt{K}$$

Nivelación trigonométrica:

$$T=+0.250 \sqrt{K}$$

Nivelación taquimétrica:

$$T=+0.250 \sqrt{K}$$

(K) Son Kilómetros recorridos.

- Poligonales.- El sistema de poligonales que servirá como -
elemento de tercera en el apoyo terrestre, se llevará a cabo

con auxilio de telurómetros, tránsitos T-2 marca Wild o similares con aproximación de 1" de lectura directa en ambos círculos y se procurará que se formen en circuitos cerrados ligadas a vértices geodésicos, de triangulación o de trilateración. La medición de sus ángulos se hará en varias series para comprobar su exactitud. Las tolerancias correspondientes para el cierre de éstos circuitos de poligonales, se ajustaran a los siguientes valores:

Error de cierre lineal: 1:10 000

Error de cierre angular: 15" \sqrt{N}

El valor de N representa el número de estaciones en las cuáles se han medido ángulos horizontales; la longitud de los lados de estas poligonales será de 1 Km a 20 Km.

Apoyo de Relleno

El método que se empleará para establecer el apoyo considerado como relleno, para auxilio en la práctica de la triangulación aérea fotogramétrica, será cualquiera de los siguientes:

- Método de los N puntos
- Radiaciones con telurómetros y tránsito Wild T-2
- Intersecciones con telurómetro o con equipo cubic Autotape.
- Poligonales de segundo orden las cuales se limiten a las siguientes tolerancias

Error de cierre lineal: 1:5 000

Error de cierre angular: $30'' \sqrt{N}$ siendo --
"N" el número de estaciones.

- Nivelaciones para control vertical de los puntos de relleno.- las que se obtendrán a partir de las cotas de los vértices de triangulación, trilateración o directamente de -- bancos de nivel, por los siguientes métodos y bajo las siguientes tolerancias.

Tolerancia con nivel montado:

$$T = 0.010 \sqrt{K}$$

Tolerancia para nivelación taquimétrica o trigonométrica.

$$T = 0.250 \sqrt{K}$$

Cota con método Cubic Autotape.

$$T = 1.00 \text{ m por punto observado.}$$

Monumentación de puntos topográficos.

Todos los vértices de triangulación y trilateración serán monumentados y referenciados, los puntos de relleno se monumentarán al 25% con un tipo de monumento de menor tamaño.

En los circuitos de nivelación se instalará un monumento considerado como Banco de Nivel a cada 4 Km. y la densidad general de puntos monumentados en el área total de levantamiento será de un monumento por cada 60 Km.

Se formará un álbum fotográfico con vistas panorámicas y detalles descriptivos para facilitar la localización de estos monumentos, para trabajos posteriores.

c) Restitución fotográfica:

Para la propagación de los puntos de auxilio en la restitución fotográfica, se formarán triangulaciones aéreas con equipo fotogramétrico de primer orden. La compensación de los errores sistemáticos podrá hacerse por métodos analíticos y éstas triangulaciones no se prolongarán en más de 10 (diez) modelos, cuando cuenten con apoyo altimétrico en la parte central de dicha triangulación; o de seis modelos, cuando no exista ésta clase de apoyo altimétrico.

La restitución de las fotografías para obtener los planos topográficos en escala 1:20000 con curvas de nivel a equidistancia de 5 m, se llevará a cabo con equipo fotogramétrico de primero o segundo orden, y se obtendrán directamente con dicho equipo las curvas de nivel y todos los detalles planimétricos contenidos en las fotografías, tanto los naturales como los artificiales; se señalarán las áreas de bosques, praderas, lagunas, pantanos, carreteras, caminos, poblaciones, etc., y todos los detalles que puedan ser representados a esta escala.

En las zonas muy planas en donde la equidistancia vertical de 5 m. entre curvas de nivel, no sea suficiente para determinar los accidentes ó el movimiento del terreno, se

obtendrán las cotas de los puntos más altos y más bajos, así como los arroyos, con los que se pueda conocer el movimiento general del terreno, con una densidad mínima de 8 (ocho) puntos en 1 dm². de dibujo en escala 1:20 000.

d) Tolerancia Topográfica:

Se deberán verificar las siguientes condiciones altimétricas:

90% de los puntos de comprobación sobre las curvas de nivel de los planos formados, tendrán una diferencia máxima del valor de media equidistancia.

10% de los puntos restantes de comprobación podrán tener diferencias máximas, con las elevaciones de las líneas de comprobación, hasta de una equidistancia de curva de nivel.

Esta tolerancia se aplicará en terreno despejado, pastizales o con monte no cerrado, es decir, en vegetación, en que aparezcan claros suficientes a través de los que se pueda apreciarse el terreno y permita una continuidad razonable en el dibujo de las curvas. Cuando no se encuentre ésta condición y las características del terreno no permita una visibilidad clara como por ejemplo en el cauce de las corrientes, se permitirá que un 4% de los puntos de comprobación tenga un error hasta de 1.5 de la equidistancia de

las curvas de nivel. Y el 1% de los puntos de control tenga hasta 2 equidistancias de las curvas de nivel.

La precisión en la posición de los detalles planimétricos de estos planos, se aceptará con un error hasta de más o menos- 1 mm (un milímetro), con respecto a su verdadera posición obtenida por coordenadas a la escala 1:20 000.

IV

**Estudios pre-
liminares.**

IV. ESTUDIOS PRELIMINARES

Estos comprendieron 2 partes, la primera que fué de Gabinete y - en la cual se hizo acopio de la información existente de trabajos topográficos efectuados por dependencias oficiales y semioficiales, asimismo como otros datos necesarios para la planeación de la obra a efectuar y la segunda que comprendió trabajos preliminares en el campo, tales como reconocimiento, tanto aéreo como terrestre y comprobación de los datos recopilados en Gabinete. - La recopilación de datos factibles de utilizarse directamente en los trabajos de Apoyo Fotogramétrico incluyó :

TRIANGULACIONES :

Se obtuvieron coordenadas de 52 vértices geodésicos, - mismos que se relocalizaron en el campo, y cuando no se encontró el monumento que define al vértice, se reconstruyó éste por medio de sus referencias. Estos vértices pertenecen a las triangulaciones siguientes :

a) Triangulación de meridiano 98 del Arco de E.U a -- Guatemala y la que incluye una Cadena de Triangulación de liga a vértices de Pemex (de Victoria a Soto La -- Marina).

- b) Arco Monterrey - La Zarca.
- c) Arco Tamuín - Aguascalientes
- d) Liga DCM - IAGS con Petróleos Mexicanos.
- e) Liga DCM - IAGS y Dirección Geografica.

NIVELACIONES:

Carreteras con nivelación diferencial.

- a) Cd. Valles-Tampico.
- b) Cd. Valles - Cd. Victoria.
- c) Cd. Victoria - Matamoros

En grandes tramos de nivelaciones anteriores no se encontraron los monumentos, por lo cuál hubo que rehacerlas.

Otras investigaciones también muy importantes y usadas posteriormente para la elaboración de los programas fueron las sig:

CLIMATOLOGIA :

Se investigaron un total de 20 estaciones climatológicas agrupadas por zonas en el área de trabajo y de las cuáles se tomaron los sig. datos, así como su distribución a lo largo del año:

1. No. de días con lluvia.
2. No. de días despejados.
3. No. de días nublados.
4. No. de días con neblina

6. Visibilidad

VEGETACION :

Las características estudiadas fueron tipo, distribución, densidad y altura, que sirvieron para el proyecto de apoyo en diferentes zonas, del equipo a usar y de las torres empleadas en los diferentes trabajos.

COMUNICACIONES :

Distribución y posibilidad de uso de las vías de comunicación, en las diferentes épocas del año.

Se estudiaron: carreteras, F.C., aeropuertos, pistas, brechas etc.

Asimismo, se hicieron investigaciones sobre las principales fuentes de abastecimiento y capacidad de personal existente en la zona.

RECONOCIMIENTO :

En el reconocimiento efectuado en el área, se hicieron amplios recorridos, tanto aéreos como terrestres, en los cuales se tuvo oportunidad de comprobar la veracidad de la información obtenida con anterioridad.

Este reconocimiento fué de primordial importancia en la determinación de los métodos a emplear y del equipo y personal adecuados.



Alternativas para el apoyo terrestre

V. ALTERNATIVAS PARA EL APOYO TERRESTRE

ANTECEDENTES:

Del proyecto fotogramétrico se obtuvo la posición de los puntos de apoyo terrestre y la de los vértices de triangulación o trilateración que se usarán para propagar el apoyo de relieve. En la planeación de campo puede modificarse la posición de los puntos de apoyo para lograr una mayor facilidad en su localización y medición.

La obra por ejecutarse es la siguiente:

- 2340 Puntos de Apoyo Terrestre.
- 15 Reocupaciones de vértices geodésicos.
- 9 Vértices nuevos de triangulaciones o trilateraciones de 1er. orden.
- 416 Km. de nivelaciones.

La ejecución de los trabajos anteriores debe realizarse en un plazo límite de tiempo y en un terreno de características geográficas y climatológicas muy desfavorables como son:

- a) 8 meses para terminar el apoyo terrestre, condición necesaria para tener los planos topográficos en el plazo de un año.

- b) Visibilidad reducida por grandes períodos, lo que representa un fuerte obstáculo para hacer las mediciones angulares en lados de gran longitud, necesarios en las triangulaciones para la propagación del apoyo básico.
- c) En grandes áreas el terreno es plano y cubierto de vegetación alta, lo que dificulta las observaciones siendo necesario realizar estas desde una altura artificial.
- d) La vegetación, las áreas pantanosas y la falta de caminos hacen prácticamente inaccesibles muchas zonas.

El estudio de las condiciones anteriores induce a buscar un procedimiento en el que se puedan hacer las observaciones necesarias: con el uso de equipo de microondas para medición de distancias, (que no es afectado por la escasa visibilidad) y para alcanzar la altura de observación necesaria, el uso de torres ó helicópteros como plataformas elevadas.

ALTERNATIVAS :

Los tres procedimientos que se estudian en este capítulo, consideran el uso de equipo electrónico en menor o mayor grado y el uso de helicópteros desde vehículos de transporte a unidades de observación, como lo indica la descripción que para cada uno de ellos se hará a continuación:

Método Convencional :

El método que llamaremos convencional es el más comúnmente usado para éste tipo de apoyo, aún cuando para trabajos de escala reducida; el trabajo de apoyo terrestre se hará como sigue:

- 1.- Apoyo Básico.- Se usarán triangulaciones existentes, cuyos vértices serán localizados, los nuevos vértices se localizarán por medio de triangulaciones ó preferentemente trilateraciones, pudiendo auxiliarse para el transporte a estos puntos de helicóptero tipo SL04 ó similar.
- 2.- Puntos de relleno (Apoyo directo a los puentes).
Partiéndose de los puntos de Apoyo Básico, se podrán seguir los siguientes procedimientos :
 - a) Poligonales; se usará equipo electrónico para medir distancias como telurómetros ó similares y para la medición de ángulos, tanto verticales como horizontales teodolitos.
- 3.- Nivelaciones diferenciales.- Partiéndose de bancos de nivel de 1er. orden se harán nivelaciones en las principales carreteras, para dar apoyo altimétrico a los vértices de 1er. orden, así como a los de relleno.

Método A.B.C.

En éste procedimiento el apoyo básico se hace en forma-

similar al anterior, pero usando casi exclusivamente trilate raciones y dando nivel a éstos puntos por medio de radiaciones a bancos de nivel, establecidos para ese fin, para el -- transporte de los equipos se usará fundamentalmente un heli cóptero tipo SL04.

Apoyo de Relleno. Para la determinación de las coordenadas -- de los puntos de apoyo, se usará el equipo A.B.C. y para la -- determinación de la altitud se harán nivelaciones diferencia les, que pasarán por el punto seleccionado.

Método A.B.C.- Consiste fundamentalmente en un equipo elec -- trónico de medición de distancias, a base de comparación de -- fase de microondas, acondicionado para hacer las mediciones -- desde un helicóptero en vuelo estacionario a los vértices -- de apoyo básico, usando el método de las intersecciones.

En este sistema se debe operar el equipo A.B.C., durando ca -- da uno de las 2 mediciones aproximadamente 5 minutos, tiempo -- en el que el helicóptero debe estar en vuelo estacionario.

Método Cubic. Autotape :

Con éste equipo se usa el mismo procedimiento que con el mé -- todo A.B.C., pero con la diferencia de que el equipo electró -- nico montado en el helicóptero es totalmente automático, dan -- do impresas y en pocos segundos una serie de medidas simultá -- neas a los vértices de apoyo básico, usados para calcular la -- intersección.

VI

**Selección del
procedimiento**

VI. SELECCION DEL PROCEDIMIENTO

Para la selección del procedimiento se hará un análisis de costo, tiempo y recursos en general, para cada uno de los tres métodos descritos.

METODO CONVENCIONAL

Brigada de observación

Personal	Sueldo	Importe mensual	
1 Operador de telurómetro - tránsito	\$ 6,500	\$	6,500
1 Operador de telurómetro	3,600		7,200
7 Peones aparateros	1,500		10,500
1 Cocinero	2,100		2,100
1 Chofer	3,000		<u>3,000</u>
		\$	29,300
Sueldos y gastos generales sobre sueldos	50% 14,700		
		\$	<u>44,000</u>
			\$ 44,000
Alquiler 3 bestias de carga a \$ 2,000/mes			6,000
 Equipo de una brigada	 Renta mensual	 Importe mensual	
1 Camioneta	\$ 12,000	\$	12,000
3 Telurómetros	1,800		5,400
1 Teodolito	500		<u>500</u>
		\$	17,900
			\$ 17,900

Alimentación 12 personas a \$ 40/día X 30 días	\$ <u>14,400</u>
T o t a l	\$ 82,300

Rendimiento :

- 1.0 Hr. en llegar al sitio
- 0.5 Hr. lectura telurómetro al 1er. punto
- 2.0 Hr. en llegar al 3er. punto mientras se lee teodolito
- 0.5 Hr. lectura telurómetro al 2do. punto
- 0.5 Hr. lectura telurómetro al 3er. punto
- 4.5 Hrs. por ciclo.

Considerando el tiempo perdido por comidas etc., se estima que se pueden hacer 1.25 puntos por día.

Considerando 20 días útiles al mes.

20 X 1.25 = 25 vértices/mes

menos 15% por conceptos de ligas = 4.5

menos 15% por conceptos de repeticiones 4.5

9.0

total de puntos útiles 25-9 = 16/mes

Costo por vértice = \$ $\frac{82,300}{16}$ = \$ 5,140

Brigada de situación, desmonte y monumentación

Personal	Sueldo	Importe mensual
1 Situador	\$ 3,600	\$ 3,600
1 Ayudante de situador	2,200	2,200
3 Peones brecheros	1,500	4,500

1 Oper. de motosierra	\$ 1,500	\$ 1,500
1 Chofer	3,000	3,000
1 Cocinero	2,100	2,100
		<u>\$ 16,900</u>
Gastos generales sobre sueldos 50%		\$ 8,450
		<u>\$ 25,350</u>

Equipo

1 Camioneta Pick-Up	\$ 12,000	
1 Prismáticos	s/c	
1 Brújula	s/c	
1 Cámara fotográfica	s/c	
1 Radio	<u>s/c</u>	
	\$ 12,000	\$ 12,000

Alimentación

8 Personas a \$ 40/día x 30 día		\$ <u>9,600</u>
	T o t a l	\$ 46,950

Una brigada de situación debe dar trabajo a
 Una brigada de observación, por lo tanto su-

Costo por vértice sera: \$ 46,950 \$ 2,350
 20

más un monumento de \$ 50 50
 \$ 2,400

Montaje de torres

Para el montaje de torres se usarán en principio, 2 brigadas de -
 montaje para cada brigada de observación: una para transportar -
 la torre y armarla y otra para transportarla de regreso.

Por brigada se tiene :

Personal	Sueldo	Importe mensual
1 Cabo	\$ 2,400	\$ 2,400
6 Peones	1,500	9,000
1 Cocinero	2,100	2,100
2 Guias	1,500	3,000
1/2 Chofer.	3,000	<u>1,500</u>
		\$ 18,000

Para ser 2 brigadas y tomando en cuenta un incremento de 50% - por gastos generales sobre sueldos se tiene:

1.5 X 2 X 18,000	\$ 54,000
Alimentación 40 X 21 X 30	25,200
1 Camión	<u>18,000</u>
T o t a l :	\$ 97,200
Costo por torre = $\frac{\$ 97,200}{20}$ =	\$ 4,860

Se considera que se usarán torres en el 60% de los vértices de poligonal por lo tanto :

Costo por vértice de poligonal = $0.6 \times 4,860$	\$ 2,900
---	----------

Nivelaciones :

Todas las nivelaciones se sub-contratarán ya que existe personal independiente y de alta calidad que se dedica exclusivamente a ésta actividad.

Se nivelarán las siguientes distancias en las zonas indicadas

Zona Tempoal

185 Km.

Zona Soto la Marina y la pesca (al Sur)	265 Km
Valles, Victoria y San Carlos	240 Km
Soto La Marina, Matamoros	320 Km
Las Norias	60 Km
Zona W	170 Km
	<hr/>
	1,240 Km

Costo

1,240 Km a \$ 350/ Km. \$ 434,000

Dirección :

1 Residente	\$ 14,000	\$ 14,000	
1 Sub-residente	12,000	12,000	
1 Administrativo	6,000	6,000	
2 Choferes	3,000	6,000	
1 Calculista	5,000	5,000	
1 Radio operador	2,500	2,500	
1 Cocinero	2,100	2,100	
1 Bodeguero	3,000	3,000	
1 Velador	2,100	<u>2,100</u>	
		\$ 52,700	
Gastos generales sobre sueldos 50%		<u>26,300</u>	
		\$ 79,000	\$ 79,000
2 Vehículos	\$ 5,000	\$ 10,000	\$ <u>10,000</u>
			\$ 89,000

Gastos varios mensuales :

Pasajes avión	\$ 8,000	
Pasajes autobús	3,500	
Pasajes local	4,000	
Teléfono	3,200	
Rentas	8,000	
Materiales	12,000	
Varios	16,000	
Gratificaciones	<u>6,000</u>	
	\$ 60,700	\$ 60,700

Equipos varios con amortización en obra :

	No.	Costo Unitario	Importe total
Torre de observación	15	\$ 20,000	\$ 300,000
Tiendas de campaña	15	2,000	30,000
Baterias 12 volts.	15	400	6,000
Prismáticos	5	1,500	7,500
Brújulas	15	800	12,000
Cámaras fotograficas			
instamatic	8	300	2,400
Botoquines	15	400	6,000
Antenas de radio	10	400	4,000
Planta de luz	1	20,000	20,000
Caja seguridad	1	2,000	2,000
Armas para vigilancia	3	2,400	7,200

Telurómetros MR 101	8	\$ 120,000	<u>\$ 960,000</u>	
				\$ 1'357,100 \$ 1'357,100

Equipo con amortización parcial en obra :

	No.	Costo U.	Importe total	
Trailers	3	\$ 80,000	\$ 240,000	
Oficina	1	120,000	<u>120,000</u>	
			\$ 360,000	
Cargo a obra 50%				\$ <u>180,000</u>
				\$ 1'537,000

Resúmen de Costo por Método Convencional

Costo por vértice con 780 vértices y dos radiaciones por c/u.

Obervación	780 X \$5,140	\$ 4'009,200
Situación y desmonte y monumentación	780 X \$2,400	1'872,000
Montaje de torres	780 X \$2,900	2'262,000
Nivelaciones		434,000
Dirección	89,000/mes X 16,5	1'468,500
Gastos varios	60,700/mes X 16,5	1'001,500
Equipo (cargo a obra)		<u>1'537,000</u>
		\$12'584,200

Duración de la Obra :

No. de Brigadas = 3

No. de puntos principales con 2 radiaciones c/u = 780

Rendimiento de una brigada al mes = 16 puntos

$$\text{Duración en meses} = \frac{780}{3 \times 16} = 16.25 \text{ meses}$$

Personal utilizado :

Observación :

Operadores de telurómetros tránsito	3	
Operadores de telurómetros	6	
Peones aparateros	21	
Cocineros	3	
Choferes	<u>3</u>	36

Situación, desmonte y monumentación :

Situadores	3	
Ayudante de Situadores	3	
Brecheros	9	
Operadores de motosierra	3	
Choferes	3	
Cocineros	<u>3</u>	24

Montaje de torres :

Cabos	3	
Peones	18	
Cocineros	3	
Guias	3	
Chofer	<u>1</u>	28

Dirección :

Residente	1	
Sub-residente	1	
Administrativo	1	
Choferes	2	
Radio-operadores	2	
Cocinero	1	
Bodeguero	1	
Velador	1	
Calculista	<u>1</u>	<u>11</u>
T o t a l		99 personas.

METODO A.B.C.

Duración :

No. de puntos de los que se tomarán lectura desde helicóptero = 2,340

Análisis del ciclo

Tiempo empleado en lectura	10 min
Tiempo en llegar de un punto a otro	3 min
Tiempo en localizar el sitio	<u>4 min</u>
Total por ciclo	17 min

Autonomía del helicóptero = 2.5 horas

Se considera que el helicóptero tarda 20 min. en llegar al sitio de trabajo y pierde adicionalmente 10 min. por cambio de tripulación: el tiempo útil se reduce en 30 min por lo que :

Tiempo útil = 2.5 h - 0.5 = 2 hrs.

No. de puntos por ciclo = $\frac{120 \text{ min}}{17 \text{ min/punto}} = 7$ puntos por ciclo

Pensando en el uso de 2 ciclos de helicóptero al día se tiene:

Total de puntos al día = 14

No. de días útiles al mes = 20

No. de puntos al mes = 14 X 20 = 280

No. de meses empleados en el trabajo = $\frac{2,340}{280} = 8.36$ mes ≈ 9 --
meses.

No. de horas helicóptero = 8.36 X 5 X 20 = 836 horas

Helicóptero :

Tipo Hiller F-1100

836 horas de uso en lecturas y 424 en servicio auxiliar = 1,260-
total, se considera que el helicóptero volará 7 horas diarias en
9 meses ó sea 7 X 9 X 20 = 1,260 horas

Costo helicóptero (por el tiempo que tarde la obra)

Depreciación	\$	800,000
Seguro 8% de su valor		240,000

Sueldos pilotos mecánicos

35,000 X 1.2 X 10 =	\$	420,000	
Viáticos 500 X 20 X 10		<u>100,000</u>	
	\$	1'560,000	\$ 1'560,000

Consumo y reparación :

1,260 hr X \$ 708 /hr	\$	<u>892,000</u>
		2'452,000

Equipo A.B.C. :

El equipo debe estar un mes antes para el entrenamiento del personal, por lo que se considera que el equipo A.B.C., - se usará 10 meses.

Estación maestra y 3 remotas \$ 25,000/mes X 10 meses =	\$ 250,000
Mantenimiento equipo A.B.C.	150,000
Mira y equipo especial helicóptero	<u>500,000</u>
	\$ 900,000

Observación :

Personal	Sueldo	Importe mensual	
1 Copiloto experto en situación como guía del helicóptero	9,000	\$ 9,000	
2 Operadores de telurómetro	3,600	7,200	
2 Operadores de T-2	6,500	13,000	
2 Auxiliares	1,500	3,000	
2 Choferes	300	6,000	
1 Cocinero	2,100	<u>2,100</u>	
		\$ 40,300	
Gastos generales sobre sueldos 50%		<u>20,150</u>	
		\$ 60,450	\$ 60,450
Alimentación 10 X 40 X 30			12,000

Equipo (cargo a obra)		\$	<u>339,900</u>
		\$	8' 149,900
Imprevistos 10%			<u>820,100</u>
		\$	8' 970,000

Personal utilizado :

Helicóptero

1 Piloto	2	
1 Mecánico	<u>1</u>	3

Observación :

Copiloto	1	
Operadores de telurómetro	2	
Operadores de T-2	2	
Auxiliares	2	
Choferes	2	
Cocinero	<u>1</u>	10

Monumentación y situación :

Situador de <u>1ra</u>	2	
Situador de <u>2da</u>	2	
Peones	4	
Chofer	1	
Cocinero	<u>1</u>	10

Montaje de torres :

Cabos	2	
-------	---	--

1 Camioneta	\$	12,000
80 Monumentos \$ 50.00 c/u		<u>4,000</u>
T o t a l	\$	62,950

Nivelaciones :

100% más que por el método convencional

2 X \$432,000	\$	864,000
---------------	----	---------

Dirección :

Idem. método convencional	\$	51,000
---------------------------	----	--------

Gastos varios :

Idem. método convencional	\$	30,350
---------------------------	----	--------

Equipo vario con amortización en obra :

	No.	Costo Unitario	C. Total
Torres de observa- ción	4	\$ 20,000	\$ 80,000
Tiendas de campaña	10	2,000	20,000
Bateria de 12 Volts ₃₀		400	12,000
Botiquines	10	400	4,000
Prismáticos	5	1,500	7,500
Brújulas	5	800	4,000
Camaras fotografi- cas	4	300	1,200

Planta de luz	1	\$ 20,000	\$ 20,000
Antenas de radio	5	400	2,000
Caja seguridad	1	2,000	2,000
Armas para vigilancia	3	2,400	<u>7,200</u>
			\$ 159,900
			\$ 159,900

Equipo con amortización parcial en obra :

	No.	C. Unitario	I. Total
Trailer dormitorio	2	120,000	\$ 240,000
Trailer oficina	1	120,000	<u>120,000</u>
			\$ 360,000
Cargo a obra = 50%			\$ <u>180,000</u>
	T o t a l		\$ 236,500

Resúmen :

Se consideró para el personal , la obra con una duración de 10 - meses para lograr el entrenamiento necesario.

Helicóptero		\$ 2'452,000
Equipo A.B.C.		900,000
Observación	10 X \$ 97,450	974,500
Montaje de torres	10 X \$ 48,600	486,000
Monumentación y situación		
	10 X \$ 62,950	629,500
Nivelaciones		864,000
Dirección	10 X \$ 89,000	890,000
Gastos Varios	10 X \$ 60,700	607,000

Equipo transporte y observaciones :

Equipo	Renta mensual	Importe mensual	
2 Vehiculos	\$ 12,000	\$ 24,000	
2 Teodolitos T-2	500	<u>1,000</u>	
		\$ 25,000	\$ <u>25,000</u>
			\$ 97,450

El trabajo dura 9 meses y 0,5 mes por entrenamiento = 9.5 meses.

Montaje de torres :

Idem. estudio para método convencional considerando una brigada al mes. \$ 48,600

Monumentación y situación :

Al hacer 14 puntos al día se necesita monumentar $14/3 = 4$ puntos para ello se requiere :

Personal	Sueldo	Importe mensual	
2 situadores de 1ra.	\$ 3,600	\$ 7,200	
2 guias (situadores de - 2da)	2,500	5,000	
4 Peones	1,500	6,000	
1 Chofer	3,000	3,000	
1 Cocinero	2,100	<u>2,100</u>	
		\$ 23,300	
Gastos generales sobre sueldos 50%		<u>11,650</u>	
		\$ 34,950	\$ 34,950
Alimentación 10 X 40 X 30 =			12,000

Peones	4	
Chofer	<u>1</u>	7
<u>Dirección :</u>		
Residente	1	
Sub-residente	1	
Administrativo	1	
Choferes	2	
Radio operadores	2	
Cocinero	1	
Bodeguero	1	
Velador	1	
Calculista	<u>1</u>	<u>11</u>
T o t a l		41 personas

METODO CUBIC AUTOTAPE

Duración :

No. de puntos de los que se tomarón lectura desde helicóptero -
2340

Tiempo empleado en lectura 3.5 min

Tiempo empleado en el traslado 3.0 min

Tiempo empleado en localización 4.0 min

Total por ciclo : 10.5 min

Autonomía del helicóptero 2.5 hrs.

Tiempo perdido en cada salida de helicóptero, en llegar al sitio

de trabajo y cambio de piloto = 30 min

Tiempo útil = 2.5 h - 0.5 h = 2.0 Hrs.

No. de puntos por ciclo = $\frac{120}{10.5}$ min = 11.4

Pensando en el uso de 2 ciclos de helicóptero al día, se tiene :

Total de puntos al día = 22.8

Total de puntos al mes = 456.0

No. de meses empleados en el trabajo = $\$ 2,340/456 = \underline{5.12 \text{ meses}}$

No. de horas de vuelo del helicóptero = $5.12 \times 20 \times 5 = 512 \text{ hrs.}$

Helicóptero :

Tipo Hiller F-1100

Horas de uso: 7 horas al día en 6 meses = $20 \times 6 \times 7 = 840 \text{ hrs.}$

Costo Helicóptero :

Depreciación de un año	$\underline{\$3'000,000}$	= \$ 600,000	
Seguro de un año 8% de su valor	⁵	240,000	
Sueldos = \$ 35,000 X 1.2 X 6 meses		252,000	
Viáticos = 500 X 20 X 6 meses		<u>60,000</u>	1'152,000

Reparaciones y consumos (costo horario)

Turbina	\$ 250,000/750 =	332	
Refacciones	160,000/ \$ 1,200 =	134	
Aspas	25,500/ \$ 1,200 =	22	
Consumos		140	
Servicios de mantenimiento		80	
	\$	<u>708</u>	/ hora.

840 hrs X 708 / hra. \$ 600,000
 1'750,000

Equipo Cubic Autotape :

Costo \$ 2'080,000
 Impuestos 15% 312,000
 2'392,000

Se cargará al trabajo 50% \$ 1'200,000
 Mira y accesorios del helicóptero 500,000
 \$ 1'700,000

Observación :

Personal	Sueldo	Importe mensual
1 Copiloto experto en situación	\$ 9,000	\$ 9,000
2 Operadores de T-2	6,500	13,000
2 Auxiliares	1,500	3,000
2 Choferes	3,000	6,000
1 Cocinero		<u>2,100</u>
		\$ 33,100
Gastos generales sobre sueldos 50%		<u>16,550</u>
		\$ 49,650 \$ 49,650
Alimentación 8 X 40 X 30		9,600

Equipo de transporte y observación :

	Renta mensual	Importe mensual
2 Vehículos	\$ 12,000	\$ 24,000

2 Teodolitos	\$ 500	\$ <u>1,000</u>	
		\$ 25,000	<u>25,000</u>
			\$ 84,250

Montaje de torres :

Idem. Método A.B.C. \$ 48,600/mes

Monumentación y situación :

Al hacer 24 puntos al día se necesita monumentar $24/3 = 8$ vértices

Para ello se requiere

3 situadores de 1ra	\$ 3,600	\$ 10,800	
2 guías de monumentación (situadores de 2da)	2,500	5,000	
4 Peones de monumentación	1,500	6,000	
1 Chofer		3,000	
1 Cocinero		<u>2,100</u>	
		\$ 26,900	
Gastos generales sobre sueldos 50%		<u>13,450</u>	
		\$ 40,350	\$ 40,350
Alimentación 11 X 40 X 30			\$ 13,200
1 Camión de 3 ton			\$ 18,000
160 monumentos a 50 c/u			\$ <u>8,000</u>
	T o t a l		79,500

Nivelaciones :

Idem. método A.B.C. (total) \$ 864,000

Dirección :

Idem. Método A.B.C. (mensual) \$ 89,000

Gastos Varios :

Idem. Método A.B.C. (mensual) \$ 60,700

Equipo vário idem. método A.B.C. (total) \$ 339,900

Resúmen :

Se considera para el personal de la obra una duración de 6 meses incluyendo el tiempo para lograr el entrenamiento necesario por lo que el costo será :

Helicóptero		\$1'752,000
Equipo Cubic.		1'700,000
Observación	6 X\$84,250	505,500
Montaje de torres	6 X 48,600	291,600
Monumentación y situación		
6 X \$ 79,550		477,300
Nivelaciones		864,000
Dirección	6 X\$89,000	534,000
Gastos varios	6 X 70,700	424,200
Equipos varios		<u>339,900</u>
		\$ 6,888,500
Imprevistos 10%		<u>688,500</u>
		\$ 7,577,000

Personal :

Se indica en el Capítulo VII (personal)

SELECCION DEL PROCEDIMIENTO :

Para la elección del procedimiento se hace un resumen de las características principales de cada uno de ellos, como son : - costo, tiempo y personal empleado.

De la observación de la tabla sig. se desprende que el procedimiento más conveniente es el "CUBIC AUTOTAPE", tanto por el costo total, como por el tiempo requerido para realizar los trabajos.

Método	Costo	Plazo (meses)	Personal Empleado
CONVENCIONAL	12'584,200	16.25	99
A.B.C.	8'970,000	9	41
CUBIC AUTOTAPE	7,577,000	6	39

VII

Organización

ORGANIGRAMA

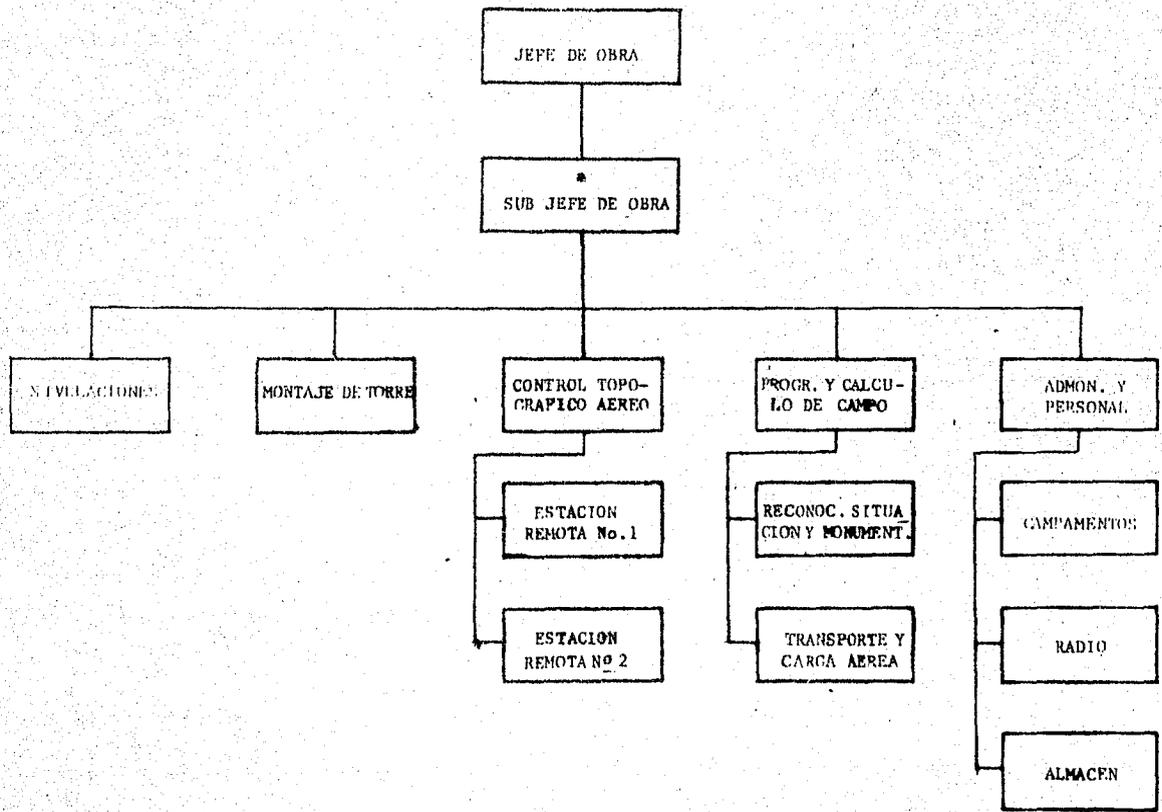


FIGURA No. 1

VII. ORGANIZACION Y DESCRIPCION DE ACTIVIDADES

Conocidos los pasos fundamentales que se explicaron en el capítulo IV, " alternativas para el apoyo Terrestre" y la composición de las brigadas, costo y rendimientos de cada una de las actividades que fué detallada en el capítulo V; se hará una breve explicación de la organización de los trabajos de acuerdo al organigrama de la Fig. 1 y de la forma como se llevan a cabo.

DIRECCION.- La dirección de la obra está a cargo del jefe de la misma, cuya función es la coordinación general de los trabajos, de acuerdo al proyecto y programa original; a las actualizaciones y modificaciones estudiadas por el departamento de programación y cálculo de campo.

PLANEACION.- La planeación, programación y cálculo de campo, estan a cargo del sub-jefe del departamento, que analiza el trabajo para cada una de las distintas áreas y programa las actividades que deben realizarse diariamente, a su cargo se encuentran las actividades de reconocimiento, situación y monumentación de vértices, cuyos reportes son indispensables para la planeación y programación.

CONTROL TOPOGRAFICO AEREO.- Este departamento está compuesto -- de las sig. brigadas.

Estación maestra .- Está comprendida por el personal de operación de la misma y la tripulación del helicóptero.- La función de ésta brigada, es la de realizar la medición de las distancias por el método de intersecciones, utilizando el Equipo Cubic de control topográfico aéreo; el procedimiento se describe a continuación: diariamente recibe la brigada E.M. el programa de trabajo en el que se indican los puntos de los que se tienen que tomar lecturas de las medidas para el cálculo de las intersecciones.

La brigada de la E.M. a bordo del helicóptero realizará las sig. operaciones.

Traslado a los puntos.- Se realiza por una ruta en la que se pueden ir identificando puntos localizados en fotografías aéreas. La altura de vuelo se estudia en cada caso, equilibrando la conveniencia de volar a gran altura para mayor seguridad y fácil identificación del terreno, contra el tiempo que se pierde en el ascenso y descenso.

Situación sobre el punto .- El helicóptero debe colocarse verticalmente sobre el objetivo, lográndose ésto gracias a un sistema de mira en circuito cerrado de T.V., la altura apropiada es de 20 a 50 mts.

Mediciones.- Una vez que el helicóptero se encuentra en una posición vertical sobre el punto, se realizan las mediciones-

que tienen una duración aproximada de un minuto, tomando tam bien lecturas de las condiciones climatológicas.

Fotografía.- Para una mejor identificación se debe tomar una fotografía con una cámara polaroid desde una altura aproximada de 100 mts., es conveniente que ésta operación se lleve a cabo durante la maniobra de aproximación; ya que permite - repetir la fotografía en caso de ser necesario, con menores pérdidas de tiempo.

Estaciones Remotas 1 y 2 .- Las brigadas de las Estaciones - Remotas (E.R.), tienen la función de operar el Equipo Cu - bic de respuesta, que se localiza en los vértices de apoyo - básico, así como operar los telurómetros y teodolitos que - se usan en las trilateraciones; deben llevar registros de - las condiciones climatológicas en las que se hacen cada una - de las medidas.

Nivelaciones.- Las brigadas de Nivelaciones darán cota a cada uno de los puntos de apoyo terrestre por el procedimiento de nivelación diferencial, a los vértices de trilateración - se les dará cota por medio de una radiación a un punto de -- elevación y distancia conocida.

Se proyectaron nivelaciones de tres tipos:

a).- Circuitos principales distribuidos sobre las principa - les carreteras y vías de F.C., que fueron la base del -

control altimétrico.

b).- Nivelaciones secundarias que se apoyaron en las anteriores y con las cuales se dió cota a los puntos topográficos de control aéreo.

c).- Nivelaciones intermedias proyectadas para el puenteo de los modelos fotogramétricos.

MONTAJE DE TORRES.- La brigada de montaje de torres, tiene la función de efectuar la erección de las mismas en los puntos previamente seleccionados, de acuerdo a la información proporcionada por los situadores. Estas torres fueron usadas principalmente en los puntos de apoyo básico, ya fueran éstos de triangulación o trilateración; empleándose sencillas en el caso de que se usen para hacer observaciones con equipo electrónico ó dobles si en ellas se hacen observaciones con teodolitos.

TRANSPORTE Y CARGA AEREA.- La decisión de en que puntos es necesario ó imprescindible el transporte en helicóptero, corresponde al área de planeación que basándose en la información de las brigadas de situación, programa este tipo de transporte, que por su alto costo se usa exclusivamente para la movilización de las brigadas de las estaciones remotas y ocasionalmente para el transporte de torres, que fueron diseñadas especialmente para este tipo de transporte.

El aprovisionamiento a personal que se encuentra en áreas de difícil acceso, se efectúa mediante el lanzamiento desde - una avioneta tipo Cessena 180 de bultos conteniendo latas empacadas en papel.

CAMPAMENTOS:-

Se establecieron dos tipos de campamentos:

- 1.- Campamento principal en Cd. Mante, centro geográfico del - área de trabajo, desde el cual se dirigió la ejecución de la obra, en el que se localizaron el archivo, los almacenes y un taller de reparación para el equipo electrónico.
- 2.- Campamento móvil destinado a los frentes de trabajo, que - sirvió de base al equipo de " control topográfico aéreo ", formado por unidades móviles especialmente diseñadas.

VIII

Personal

VIII. P E R S O N A L

Dentro del personal indicado en el estudio comparativo se debe destacar especialmente el siguiente, por requerir una selección y adiestramiento cuidadoso:

1.- Tripulación de helicóptero.

Se seleccionaron cuidadosamente 2 pilotos de helicóptero con más de 1000 horas de vuelo, un mecánico de helicóptero con alguna experiencia en motores de turbina.

2.- Técnico en electrónica.

Fué necesario adiestrar a un técnico en electrónica en el uso, mantenimiento y reparación del equipo " Auto Tape DM-40 ", la duración de éste entrenamiento fué de aproximadamente 30 días en la fabrica del equipo.

3.- Topógrafos:

Situador en helicóptero.

Se escogió un topógrafo con amplia experiencia en situación de vértices para triangulaciones y puntos de apoyo para restitución fotogramétrica; el candidato seleccionado ya había trabajado con anterioridad en la situación de puntos desde helicóptero. Se considera que este puesto es uno

de los más delicados y de quién depende en gran parte el éxito de los trabajos.

Operadores de estaciones remotas y T-2.

Para estos puestos, fueron escogidos después de una minuciosa selección 12 topógrafos, de un total de 40 posibles candidatos, para darles un curso de adiestramiento con una duración de 60 días, finalmente como resultado de exámenes efectuados, este grupo quedó reducido a 5 topógrafos.

La lista completa se detalla a continuación:

Personal	No.	Total
Helicóptero:		
Piloto	2	
Mecánico	<u>1</u>	3
Observación :		
Copiloto (situador y operador)	1	
Operador Autotape	2	
Operadores de Telurómetro	2	
Operadores de T-2	2	
Auxiliares	2	
Choferes	2	
Cocinero	<u>1</u>	10

Situación Desmontes y Monumentación :

Situadores	2	
Ayudantes de Situador	2	
Brecheros y Op. de motosierra	4	
Chofer	1	
Cocinero	<u>1</u>	10
Montaje de torres:		
Cabos	2	
Peones	4	
Chofer	<u>1</u>	7
Dirección :		
Residente	1	
sub-residente	1	
Administrativo	1	
Chofer	1	
Radio operador	1	
Cocinero	1	
Bodeguero	1	
Velador	1	
Calculista	<u>1</u>	<u>9</u>
T o t a l		39

IX

**Descripción
del equipo.**

IX. DESCRIPCION DEL EQUIPO

Se utilizó el siguiente equipo :

Equipo de control topográfico aéreo .- Dicho equipo, que es el más moderno que existe en la actualidad y que se utilizó para el apoyo fotogramétrico, está formado por las siguientes unidades.

a).- Auto-tape DM-40.- El cual es un doble sistema automático de medición electrónica de distancias por medio de comparación de fase de microondas, el cual está constituido de los siguientes elementos:

Interrogador ó estación maestra, diseñada para utilizarse a bordo de helicóptero.

Impresora.- Esta unidad, que también va montada en helicóptero registra las series de lecturas obtenidas por la estación maestra.

" Dos responders " ó estaciones remotas, localizadas en los puntos a los que se quiere obtener la distancia.

Helicóptero de Turbina .- Hiller FH-1100, equipado con un sistema automático de estabilización, radioaltímetro y gancho de carga; este helicóptero se empleó fundamentalmente como par

te integrante del equipo de control topográfico aéreo, también se utilizó como transporte de personal y equipo.

Mira .- Esta unidad constituida por un sistema cerrado de T.V., fué el resultado de una amplia investigación de varios sistemas existentes. La mira fué diseñada por el personal a cargo del proyecto, está formada por un sistema cerrado de T.V el cuál se empleó para ubicar el helicóptero sobre los puntos de los que se desea obtener su posición; éste sistema funcionó con una mayor precisión y seguridad que los otros sistemas actualmente empleados.

La rapidez con que funcionó el equipo de control topográfico aéreo, en la que la velocidad de las lecturas simultáneas de distancia varía de 1/3 a 1 seg., fué un factor que influyó notablemente en la rapidez con que se llevaron a cabo los trabajos fotogramétricos.

Equipo de Laboratorio Electronico.- Para asegurar la operación de los equipos electrónicos adquiridos especialmente para la elaboración de éste trabajo, fué necesario formar un laboratorio que cuenta con analizadores de alta ganancia y alta frecuencia, analizadores de espectro de frecuencia, analizadores-comparadores, monitores portátiles, minibolómetros, generadores de barrido de frecuencia de radar, además del usual periférico como: voltímetros, amperímetros, etc.

Torres de Observación .- Compuestas de dos cuerpos totalmente separados, una torre interior en la cual se montó el equipo de medición y observación y la otra exterior para el personal de operación.

Estas torres estaban formadas por secciones que se armaron in situ. Las torres interiores fueron diseñadas especialmente para este trabajo después de varias pruebas, en las cuales se valoraron sus giros y desplazamientos con distintas presiones de viento. Se dispuso de un total de 6 torres.

Equipo vario topográfico .

Para las trilateraciones y algunas poligonales se usó el siguiente equipo:

3 Electro tapes.- Equipo de alta precisión para medición de distancias por medio de comparación de fase de microondas, éste equipo es de operación manual, requiriéndose un par de ellos para medir distancias en un tiempo efectivo de medición de aproximadamente 10 minutos.

3 Teodolitos.- Wild T-2

2 Niveles.

Trailers.

Para el campamento se diseñaron especialmente dos unidades que fueron :

Dormitorio.- Se mando adaptar un camión urbano para pasajeros en dormitorios para 8 personas con sala y baño en la misma unidad.

Oficinas.- Una unidad similar se adaptó para gabinete de cálculo y proyecto.

Comunicaciones.

Para la comunicación entre cada una de las brigadas y los campamentos se dispuso de 7 radios de frecuencia modulada con una potencia de salida de 15 watts marca "PYE", el alcance de estos equipos variaba de 7 a 15 Km en terreno plano con vegetación, a 100 Km. entre puntos elevados.

X

Descripción de trabajos realizados.

X. DESCRIPCION DE TRABAJOS REALIZADOS

Para su ejecución la obra se dividió en 7 zonas que son las siguientes:

- ZONA 1 Comprendida entre las poblaciones de Aldama y Soto -
La Marina
- ZONA 2 Comprendida entre Aldama, Cd. Mante y Gómez Farías.
- ZONA 3 Comprendida entre Cd. Mante, Cd. Valles y Tamuín.
- ZONA 4 Comprendida entre Xicotencatl y Güemes
- ZONA 5 Comprendida entre Güemes y San Carlos

En cada una de las zonas anteriores se llevarón a cabo; de acuerdo al proyecto del apoyo terrestre; lecturas con el equipo de control topográfico aéreo, formando líneas de apoyo en dirección Norte-Sur, con una separación aproximada de 15 Km. - (Plano No. 1). La descripción del apoyo básico, nivelaciones principales y algunas poligonales que fueron necesarias llevar a cabo para completar el apoyo, se describen a continuación y se localizan en el plano No. 1.

- ZONA 1 Comprendida entre las poblaciones de Aldama y Soto -
La Marina, en Tamaulipas.

Apoyo Básico :

Vértices geodésicos Contrabando (527), Palma (565).
Vértices de trilateración Apichan (580), Cautivo --
(567), Zapotal (566).

Apoyo Fotogramétrico :

a).- Poligonal cerrada que pasa en el Norte por los --
vértices geodésicos anteriores y en el Sur por los vér-
tices de trilateración Zapotal (No. 566) y Cautivo -
(567).

b).- Nivelaciones.- Nivelación de precisión que pasan -
por el centro de la zona y parte de Tampico para cerrar
en Cd. Victoria.

ZONA 2 Entre las poblaciones de Aldama, Cd. Mante y Gómez Fa -
rías.

Apoyo Básico .

El apoyo básico lo representa la trilateración efectua-
da en esa zona que tiene los vértices de: Nacimiento -
(575), Loma Atravesada (576), Bernal - Microondas -
(577), San Andrés (578) Iglesia González (579), -
Apichan (580), Zapotal (566), Cautivo (567).

Además de los vértices geodésicos: Vista (519), Ber -

nal (517), Margarita (515).

Las líneas principales de nivelación son: Tampico, Cd. -
Mante, González - Aldama, González - Est. Lavín.

ZONA 3 Comprendida entre Cd. Mante y Cd. Valles.

Apoyo Básico .

Lo constituyen los vértices geodésicos Bernal (517) -
Nopal (509), El Habra (507), Pilas (512), vértices
de trilateración: Nacimiento (575) y San Andrés (578).

Apoyo Fotogramétrico :

Adicionalmente a los puntos de control topográfico aéreo
se realizaron radiaciones, poligonales y nivelaciones -
que forman 5 líneas de apoyo en la dirección Norte-Sur.

ZONA 4 Xicotencatl y Guemes.

Apoyo Básico.

Vértices geodésicos: Triángulo (522), Boquilla (521)
Llera (520), Castillo (518), Margarita (515), Vis-
ta (519), Elena (524) y Tetillas (523).

Apoyo Fotogramétrico .

Constituído por 2 poligonales, la primera al Oeste, -

apoyada en los primeros 4 vértices geodésicos mencionados anteriormente y la segunda al Oriente, apoyada en los últimos tres.

Además se cuenta con las nivelaciones principales Cd. Mante - Cd. Victoria, González - Est. Lavín, Villa de Casas - San Fco., Cd. Victoria - Soto La Marina.

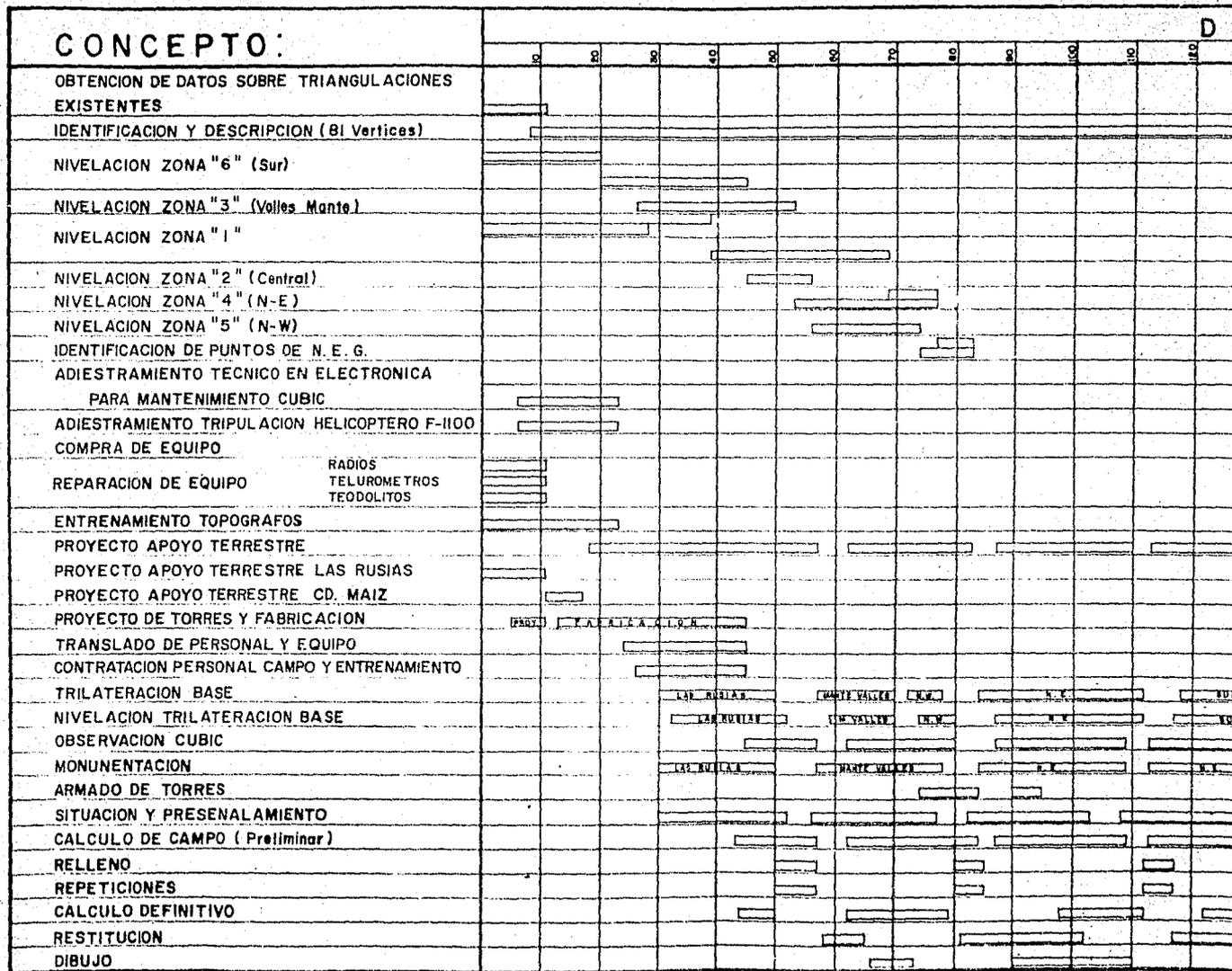
ZONA 5 Guemes y San Carlos.

Apoyo Básico .

Está constituido por los vértices geodésicos: Rastro (538), Tetillas (523), Tinaja (564) y Triangulo (522).

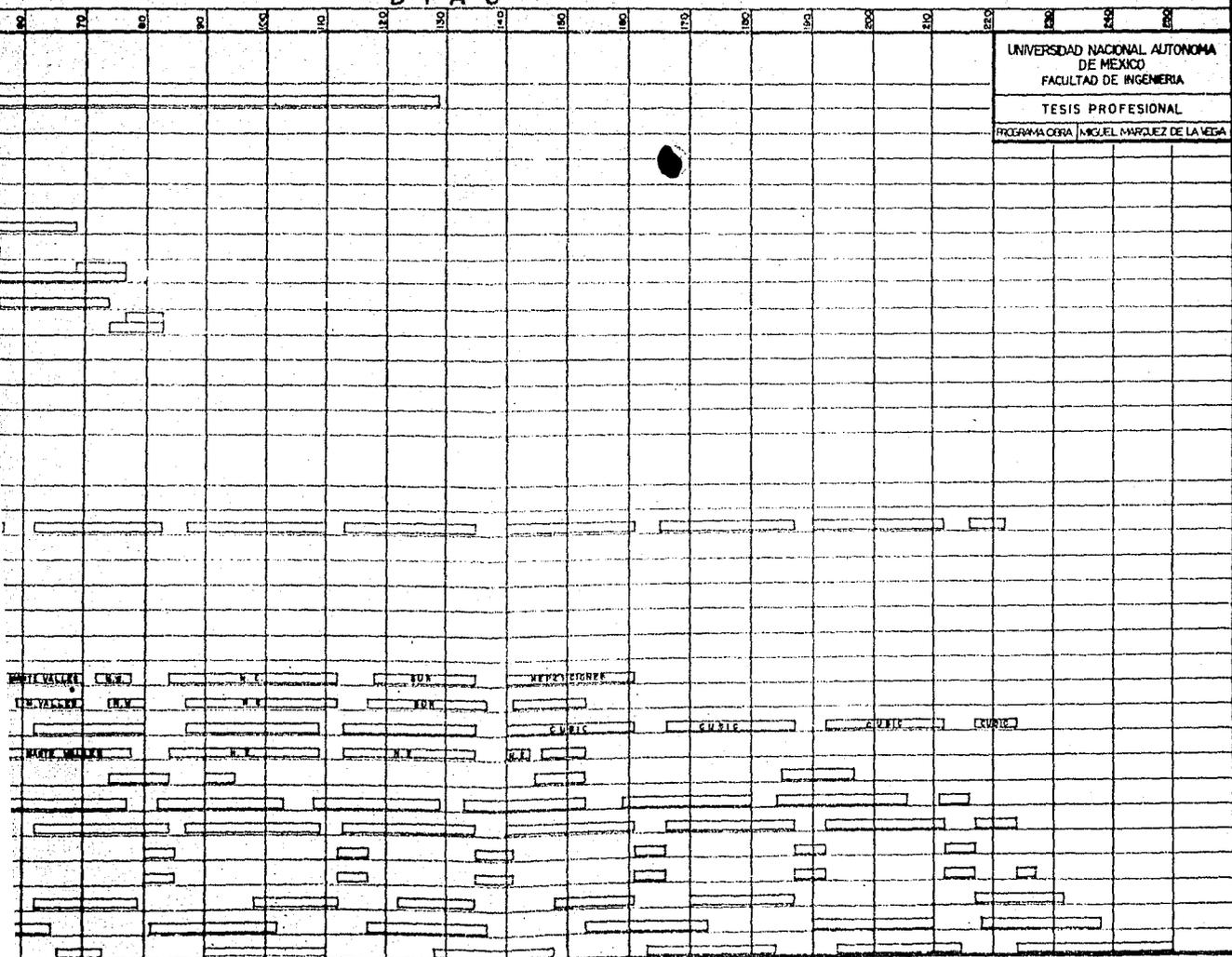
Apoyo fotogramétrico.

Se llevaron a cabo radiaciones y una poligonal de Rastro a Tetillas, que forman líneas de apoyo en dirección Norte-Sur, incluyendo dos nivelaciones de primer orden.



↑ INICIO OBS. CUBIC

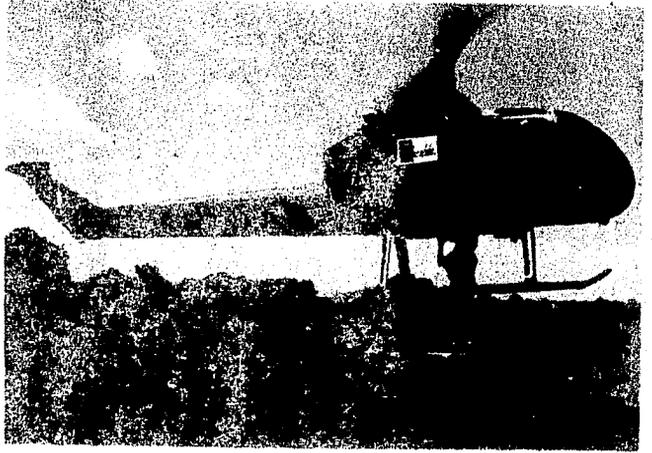
D I A S



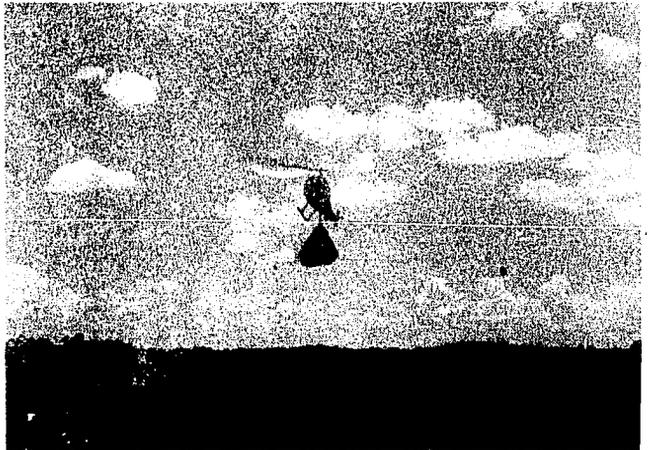
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA
DE MEXICO
FACULTAD DE INGENIERIA
TESIS PROFESIONAL
PROGRAMADORA MIGUEL MARQUEZ DE LA VEGA

XI

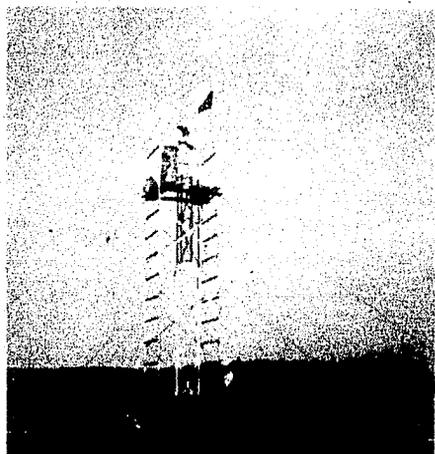
**Memoria
fotográfica**



Mánibras de transporte de
torres de observación. En
lugares donde no existen -
caminos, este tipo de trans-
porte es prácticamente im-
prescindible.



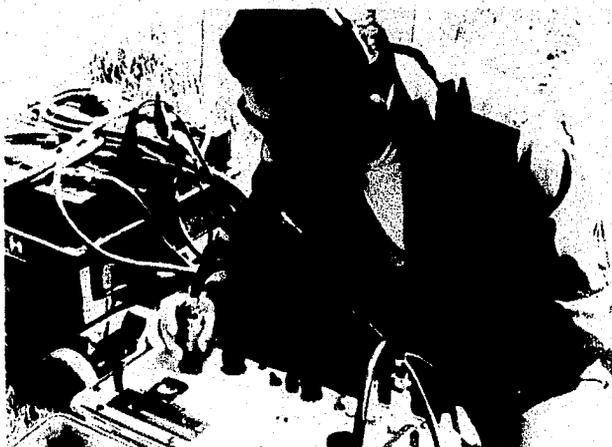
Zonas pantanosas en las cuales el uso del equipo de control topográfico aéreo es prácticamente imprescindible.



Torre de observación en el vértice Margarita. En la torre interior se aprecia la última sección que es telescópica para regular su altura.



Vértice de trilateración
El Nacimiento.



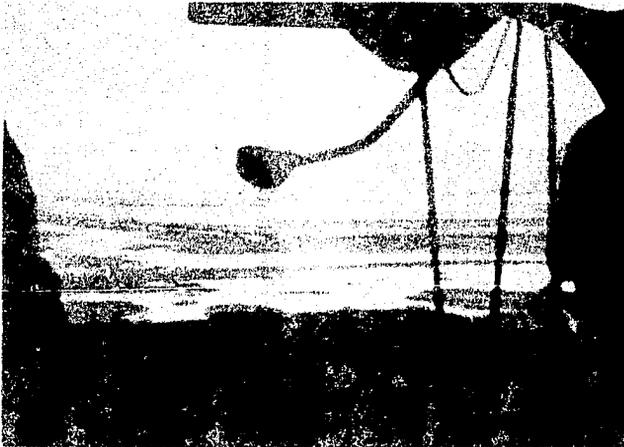
AUTO TAPE DE - 40

En la foto superior se aprecia la estación maestra. Abajo a la izquierda la estación remota con su antena y a la derecha la impresora.





Helicóptero con el Equipo Autotape DP-40 en Operación, en la que pueden observarse los sistemas de antena y televisión utilizados.



Vista Aérea en la Zona No. 6