

12
2ej



Universidad Nacional Autónoma de México

Facultad de Ingeniería

Topografía Aplicada
en el Salvamento de una zona Arqueológica

T E S I S

Que para obtener el título de:
Ingeniero Topógrafo y Geodesta

P R E S E N T A :

Fernando Gmo. Martínez Vargas



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTONOMA

Señor FERNANDO GUILLERMO MARTINEZ VARGAS,
P r e s e n t e .

En atención a su solicitud, me es grato hacer de su conocimiento el tema que aprobado por esta Dirección propuso el Profesor Ing. Alfonso A. Sánchez Rosales, para que lo desarrolle como TESIS para su Examen Profesional de la carrera de INGENIERO TOPOGRAFO Y GEODESTA.

"TOPOGRAFIA APLICADA EN EL SALVAMENTO DE UNA ZONA ARQUEOLOGICA"

- I. Generalidades.
- II. Anteproyecto de salvamento en la zona arqueológica "La Cadena"
- III. Requerimientos: topográficos, geodésicos y cartográficos.
- IV. Conclusiones.

Ruego a usted se sirva tomar debida nota de que en cumplimiento con 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 Coordinación de la Administración Escolar 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, a 15 de noviembre de 1985.
EL DIRECTOR.

DR. OCTAVIO A. RASCON CHAVEZ.

CONTENIDO

	Página
AGRADECIMIENTOS	V
LISTA DE MATERIAS	IX
LISTA DE FIGURAS	IX
Capítulo	
I. GENERALIDADES	1
Antecedentes	1
Introducción	2
II. ANTEPROYECTO DE SALVAMENTO EN LA ZONA ARQUEOLO--	
GICA "CADENA"	4
Objetivo	4
Localización	4
Clima y vegetación	5
Diseño y preanálisis	6
CONDICIONES	7
Trazo de perfiles	10
Coordenadas geográficas	16
Rigidez	18
Estimación preliminar del costo del levanta- -	
miento	21
III. REQUERIMIENTOS TOPOGRAFICOS, GEODESICOS Y CARTO-	
GRAFICOS	33
Reconocimiento y monumentación	33
Proyecto definitivo	34

	Página
Requerimientos Geodésicos	35
Observaciones de campo	43
Cálculos de campo	46
Estado de direcciones	50
Compensación angular	51
Lista de direcciones	52
Cálculo de Azimut y distancia	52
Cálculo de Coordenadas Pirámide de la Luna ...	58
Coordenadas "Cadena"	68
Requerimientos Cartográficos	70
Especificaciones	73
Cálculo de Coordenadas U.T.M.	75
Requerimientos Topográficos	78
Observaciones de campo	78
Cálculos de campo	79
Planimetría	81
Nivelación	93
Configuración y localización de asentamientos.	95
IV. CONCLUSIONES	98
REFERENCIAS	101
TABLAS	102

LISTA DE MATERIAS

Materia	Página
1. Normas Técnicas para Levantamientos Geodésicos y Levantamientos Aerofotográficos	2
2. Síntesis Geográfica del Estado de México	3

LISTA DE FIGURAS

Figura	Página
1. Estudio de Anteproyecto de identificación de vértices geodésicas (Mapa del Valle de Teotihuacan)	8
2. Representación perfil deducido línea Cerro Cotla - Pirámide de la Luna	13
3. Representación perfil deducido línea Pirámide de la Luna - Cerro Gordo	14

4.	Representación perfil deducido línea Cerro - Cotla - Cerro Gordo	15
5.	Triángulo para análisis de rigidez	18
6.	Referencia de marcas testigo vértice Cerro - Gordo	39
7.	Referencia de marcas testigo vértice Cerro - Cotla	40
8.	Referencia de marcas testigo vértice "Cadena"	42
9.	Señalización	45
10.	Representación de los azimutes línea Cerro - Gordo - Cerro Cotla, línea Cerro Cotla - Ce- rro Gordo	56
11.	Triángulo de referencia para cálculos de dis- tancias	57
12.	Mapa Topográfico del Valle de Teotihuacan con la ubicación de vértices Geográficos referi- dos al sistema Geodésico y U.T.M.:.....	69

Figura	Página
13. Elipsoide de referencia	70
14. Identificación de los parámetros geodésicos...	72
15. Representación de la Proyección Transversa de Mercator	73
16. Diagrama para identificación de zonas	74
17. Representación azimut línea "Cadena" - P.20 ..	85
18. Representación azimut línea P.20-P.21	88
PL-1 Plano general, ubicación e identificación de - asentamientos prehispánicos	97

CAPITULO I

GENERALIDADES

Antecedentes

La Planeación Nacional del Desarrollo ha sido concebida como la ordenación nacional y sistemática de acciones que, en materia de regulación y promoción de la actividad económica, social, política y cultural tiene como propósito la transformación de la realidad del país.

A través de la Planeación se fijan objetivos, metas, estrategias y prioridades; se asignan recursos, responsabilidades y tiempos de ejecución, se coordinan acciones y evalúan resultados.

En ese sentido la constante evolución del Sistema Nacional de Planeación, así como la formación profesional y política de quienes planifican acciones y ejecutan los programas nacionales, sectoriales, especiales y regionales exigen cada vez más frecuentemente, información geográfica veraz y oportuna que les permita la toma de decisiones.

Por lo mismo, y dado que los recursos naturales y humanos del país son fundamentales para su desarrollo, el Instituto Nacional de Antropología e Historia, órgano desconcentrado de la Secretaría de Educación Pública, coordina acciones tendientes a homogeneizar los procedimientos de captación de la información geográfica a fin de que los productos elaborados con esa base de datos sean suficientes, oportunos y confiables y tengan la posibilidad de integrarse a un Sistema Nacional, coadyuvando con ello a la racionalización del gasto público, a través de la optimización del uso de la información.

Por lo tanto, la información geográfica constituye un insumo básico para el desenvolvimiento de las actividades que se llevan a cabo en el proceso de planeación.¹

Introducción

Con el propósito de localizar asentamientos humanos de estructuras prehispánicas a identificar las características arqueológicas de la zona denominada "Cadena", aún inexplorada y próxima a la antigua localidad de Teotihuacan, La Unidad de Salvamento Arqueológico del Centro Regional del Estado de México, me encomendó la tarea de elaborar los estudios Topográficos requeridos, siendo el propósito inmediato de -

esta labor contar con la información básica que le permita orientar trabajos de excavación en el lugar para comprobar hipótesis prehistóricas.

Dada la importancia histórica, cultural y turística el desenvolvimiento de esta actividad se desarrolló, principalmente, desde un punto de vista técnico, para lo cual diseñó un anteproyecto basado en las normas, especificaciones y metodologías que se emplean en la elaboración de los diversos proyectos geográficos, simplificando costos de mano de obra y equipo sin bajar por ello la calidad del proyecto.

Es necesario hacer notar que un estudio de este tipo proporcionará en un futuro la información geográfica para determinar la ubicación de todas aquellas zonas inexploradas y aledañas a Teotihuacan. Por lo tanto se aportarán beneficios geográficos, culturales y económicos.

CAPITULO II

ANTEPROYECTO DE SALVAMENTO EN LA ZONA ARQUEOLOGICA "CADENA"

Objetivo

Establecer dos vértices geográficos apoyados en la Red Geodésica Nacional: Uno en la antigua ciudad de Teotihuacan y otro en la zona arqueológica "Cadena", transformando las - coordenadas geográficas a coordenadas U.T.M., las cuales ser virán de base para localizar las estructuras, terrazas, pla- taformas y jagüeyes prehispánicos. (Nombre que se le da a - los vasos de agua almacenada. En la actualidad sirven de - abrevadero).

Localización

La zona arqueológica "Cadena" está situada a una lati- tud Norte $19^{\circ} 42' 23''$ y longitud Oeste $98^{\circ} 53' 41''$.

Partiendo del Norte de la Ciudad de México, por la auto

pista México-Pachuca y sobre la desviación a las Pirámides - se encuentra la población de San Juan Teotihuacan a 3 Km. de ésta, siguiendo por la carretera libre a México se situa el poblado de Maquixco, lugar donde se ubica el casco de la Ex-hacienda "Cadena", lateralmente a ésta se halla la brecha a San Agustín Actipan, sobre la cual 2 Kms. al norte, del lado Oeste, se localiza la zona arqueológica "Cadena".

Clima y Vegetación

El Valle de Teotihuacan se caracteriza por un clima semiseco templado, con una precipitación de lluvias media -- anual de 500 a 600 mm. y un rango de término medio de temperatura entre 14 y 18° C. La máxima incidencia de lluvia se registra en el mes de julio entre 110 y 120 mm. y la mínima en febrero con un valor menor de 5 mm; el mes más cálido es junio con temperatura entre 18 y 19° C, y diciembre el mes -- más frío con una temperatura entre 11 y 12° C.

En vista de que este Valle se caracteriza en que la - evaporación excede a la precipitación y porque sus comunidades vegetativas se asocian más con las Xerófilas y los pastizales, al clima se le denomina también como seco estepa--rio.

Su vegetación es del tipo de pastizal inducido, definida como una comunidad herbácea que surge espontáneamente -- donde se ha eliminado la vegetación natural, ya sea por -- desmonte, abandono del área de cultivo, sobrepastoreo ó incendio.

Destaca entre su vegetación: el nopal, la viznaga y el pirul; su uso actual es la agricultura de temporal. ²

Diseño y preanálisis

Aspectos generales

Considerando que dentro del ámbito del Territorio Nacional existe una red geodésica establecida por monumentos permanentes que permitan su interconexión y determinación de la posición y altura geográfica, diseñé un estudio de preanálisis conveniente a las necesidades requeridas con el propósito de establecer una secuencia operativa en la que se contemplen todas aquellas etapas basadas tanto en la información obtenida, como en los aspectos técnicos a realizar para su buen desempeño.

CONDICIONES

Condición particular

Como el objetivo primordial es el posesionamiento de dos vértices geográficos, se opta por establecerlos en:

- La parte superior central de la Pirámide de la Luna - y
- En la parte más alta de la zona arqueológica "Cadena"

para ello, en base a las cartas Topográficas cuya historia al calce dicen respectivamente Texcoco (clave E14B21) y Tizayuca (clave E14B11), Escala 1:50,000; se identifican los vértices geodésicos que servirán de apoyo para el posesionamiento de nuevos puntos geodésicos (Figura No. 1)

Condición triangular

Cerro Gordo - Pirámide la Luna - Cerro Cotla

Para una triangulación de cualquier orden, las medidas angulares deberán estar comprendidas entre el intervalo de:

$$140^{\circ} \leq \alpha \leq 20^{\circ}$$

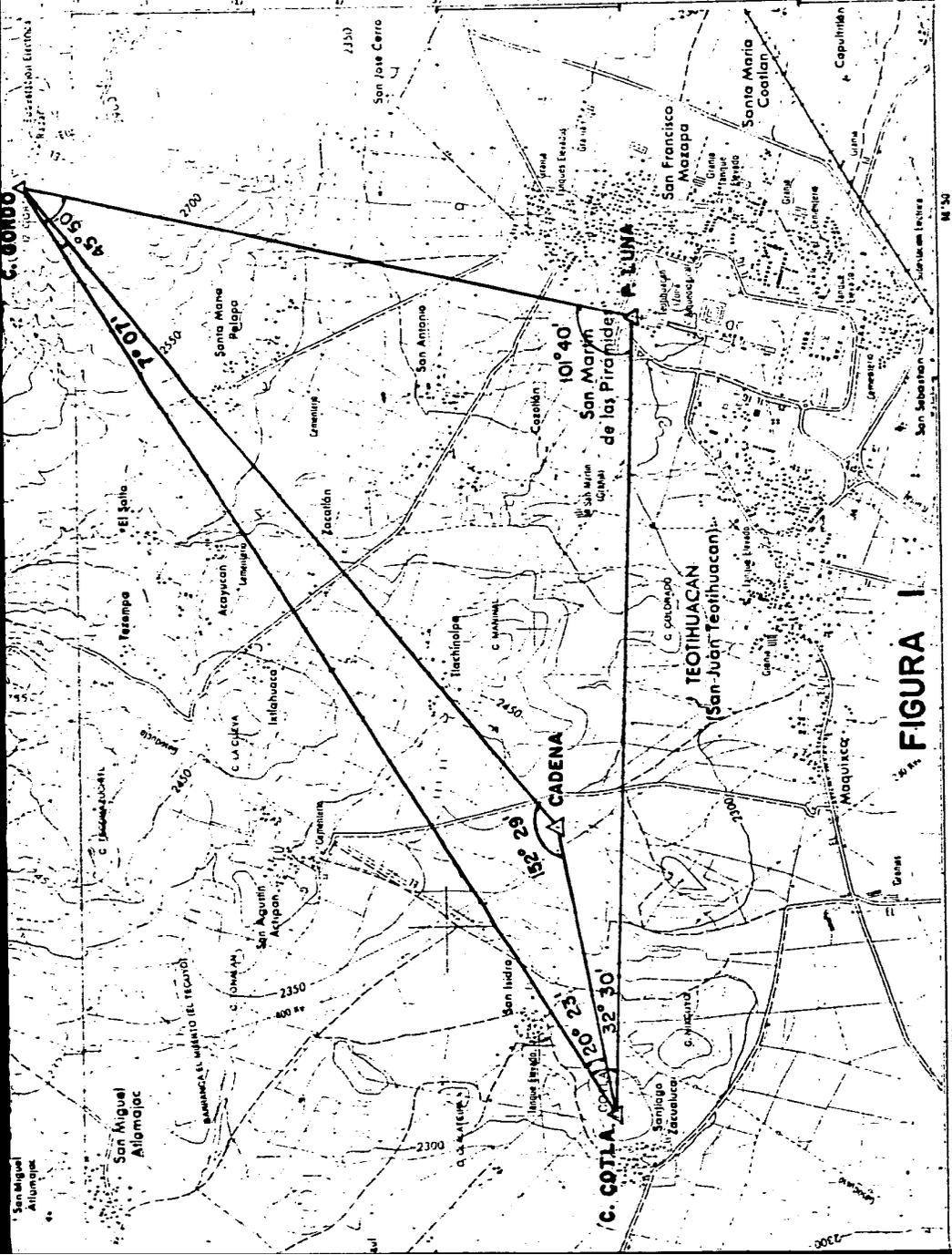


FIGURA I

gráficamente de la figura No. 1 tenemos:

Angulo int. vértice Cerro Gordo	45°	50'
Angulo int. vértice Pirámide de la Luna	101°	40'
Angulo int. vértice Cerro Cotla	32°	30'
	<hr/>	
Suma de ángulos interiores =	178°	120'

cumpliendo con la condición

$$\text{Suma de ángulos interiores} = 180^\circ$$

por lo tanto, las condiciones del triángulo están comprendidas dentro del intervalo especificado.

Condicionamiento Geométrico

Es un esquema en el cuál los vértices están situados a distancias relativamente uniformes, dentro de un rango según el orden de exactitud para que su rigidez se mantenga dentro de los límites especificados y de modo que la dirección del sistema sea sensiblemente uniforme. En síntesis, se requiere que la relación entre el lado más largo y el más corto no exceda de 2.5.

De la figura No. 1 sabemos que gráficamente

dist. Cerro Gordo - Cerro Cotla = 11,450 m.

dist. Cerro Gordo - Pirámide de la Luna = 6,300 m.

por lo tanto la relación

$$\frac{11,450}{6,300} = 1.82$$

no excede del límite especificado anteriormente.

Trazo de perfiles

Para obtener un registro de información básica de las visuales, se analizan los perfiles entre los vértices.

Altura de vértices

A partir de las curvas de nivel (Fig. No. 1) calculo la altura de los vértices.

La Pirámide de la Luna se localiza entre la curva de -- nivel superior de cota 2,310 m. y la curva de nivel inferior de cota 2,300 m.; por tanto, la base de la Pirámide se encuentra aproximadamente a un punto medio entre las curvas, - siendo este valor de 2,305 m. Y como la altura de la Pirámi de es de 42 m. (dato proporcionado por USACREM), entonces - tendremos que la altura del vértice Pirámide de la Luna será:

curva cota media + altura Pirámide Luna = Elev. vértice P.L.
o sea:

$$2,305 \text{ m.} + 42 \text{ m.} = 2,347 \text{ m.}$$

En virtud de que los vértices de Cerro Cotla y Cerro - Gordo se localizan sobre la última curva de nivel; ésta se - considerará la elevación de su vértice.

por lo tanto:

Elev. vértice Cerro Cotla = 2,410 m.

Elev. vértice Cerro Gordo = 3,030 m.

Distancia entre vértices

Cuando los puntos de las distancias no se encuentran a la misma altura no es suficiente calcularlas gráficamente.

En tal caso obtenemos estas diferencias del nivel entre los dos puntos aplicando el teorema de Pitágoras:

Si por gráfica

Dist. Pirámide Luna - Cerro Cotla = 8,400 m.

y

Dif. elev. Pirámide Luna - Cerro Cotla
= 2,347-2,410=63 m.

entonces:

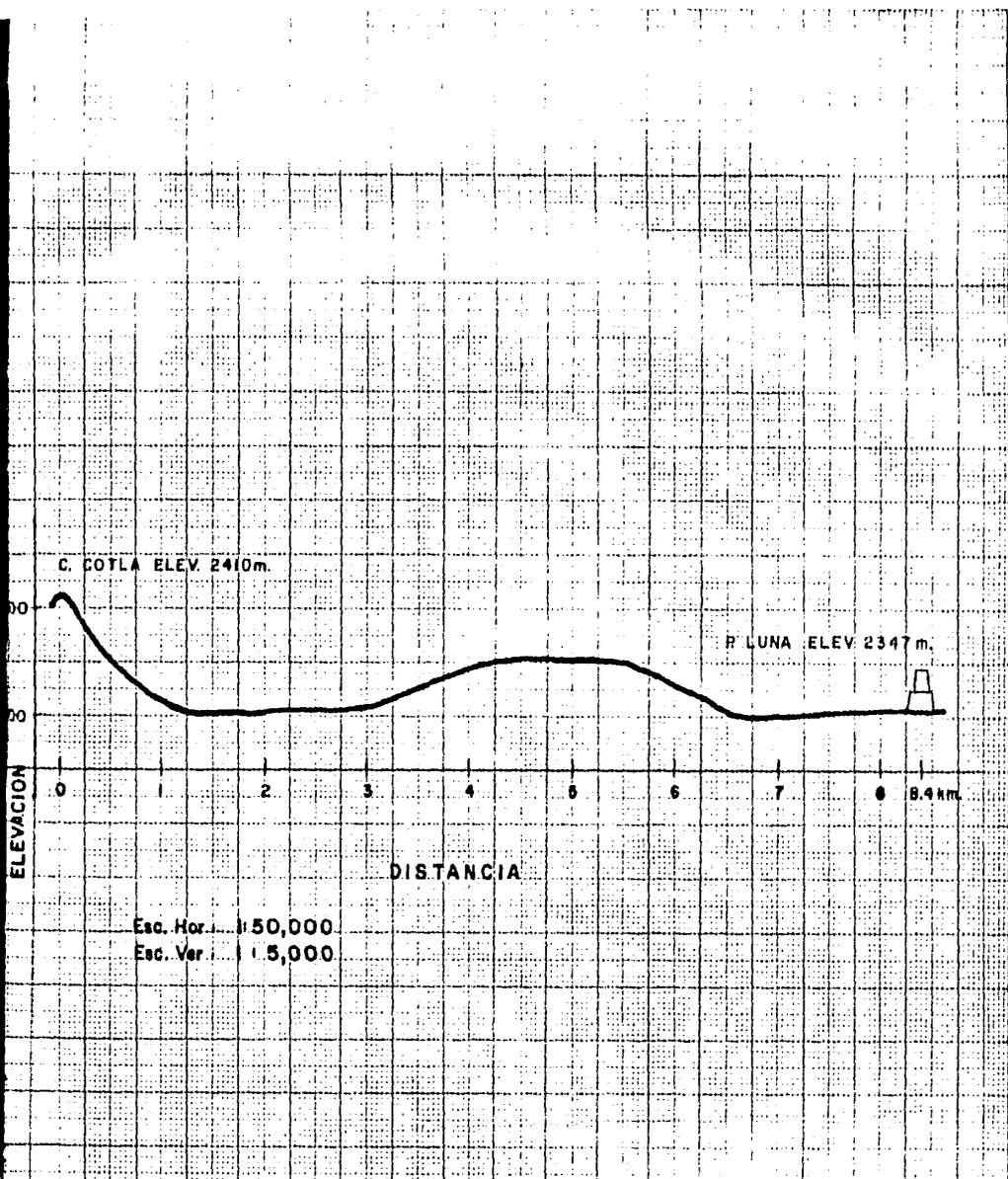
Dist. Pirámide Luna Cerro Cotla = 8,400.2 m.

de la misma forma:

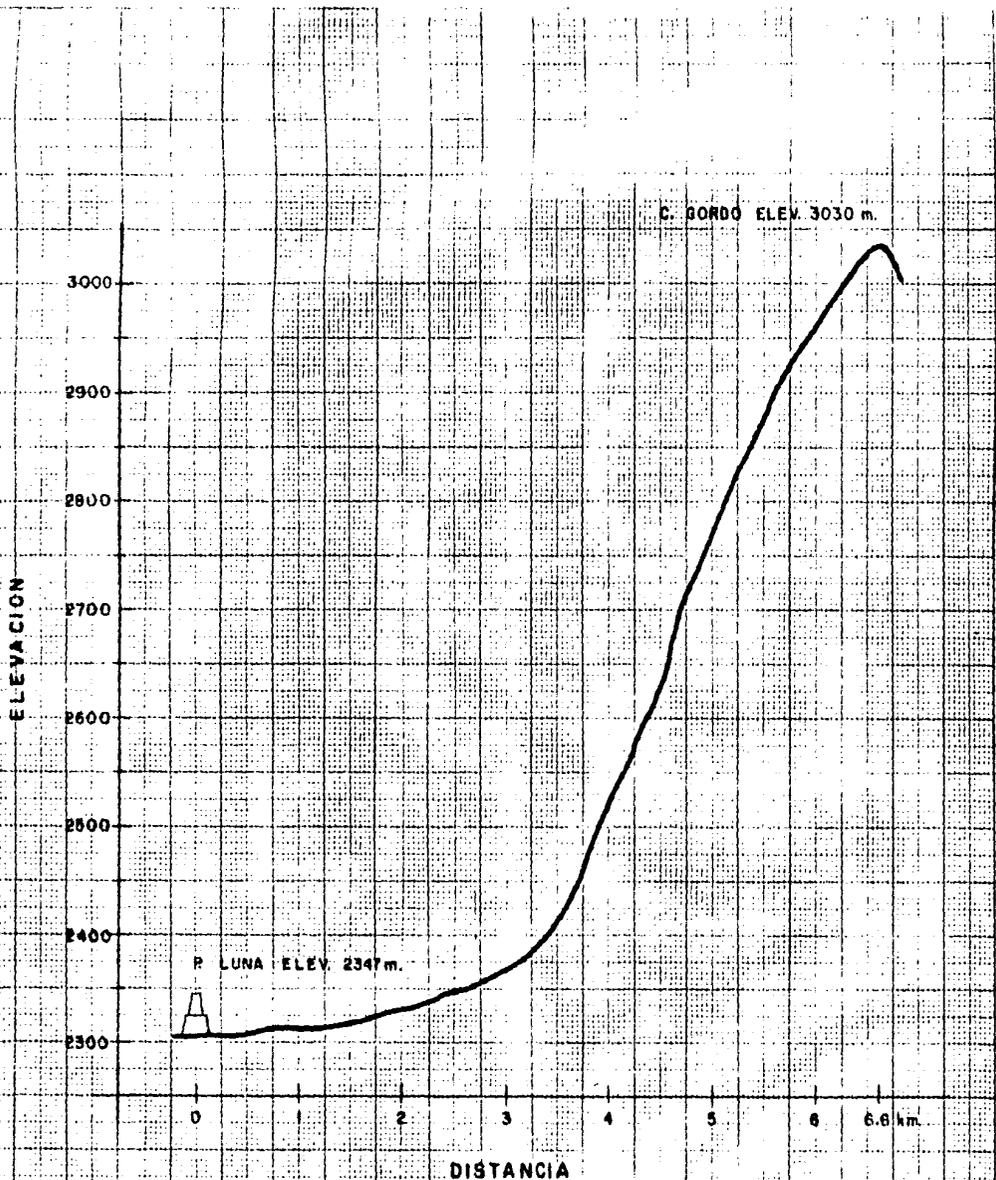
Pirámide Luna-Cerro Gordo = 6,636.9 m.

Dist. Cerro Gordo - Cerro Cotla =11,466.8 m.

Ver figuras Nos. 2, 3 y 4 ,respectivamente.



U N A M FACULTAD DE INGENIERIA	
PERFIL DEDUCIDO LINEA C. COTLA-P. LUNA	
TESIS PROFESIONAL FERNANDO MARTINEZ VARGAS	F-2



Esc. Hor. 1:50,000
 Esc. Ver. 1:5,000

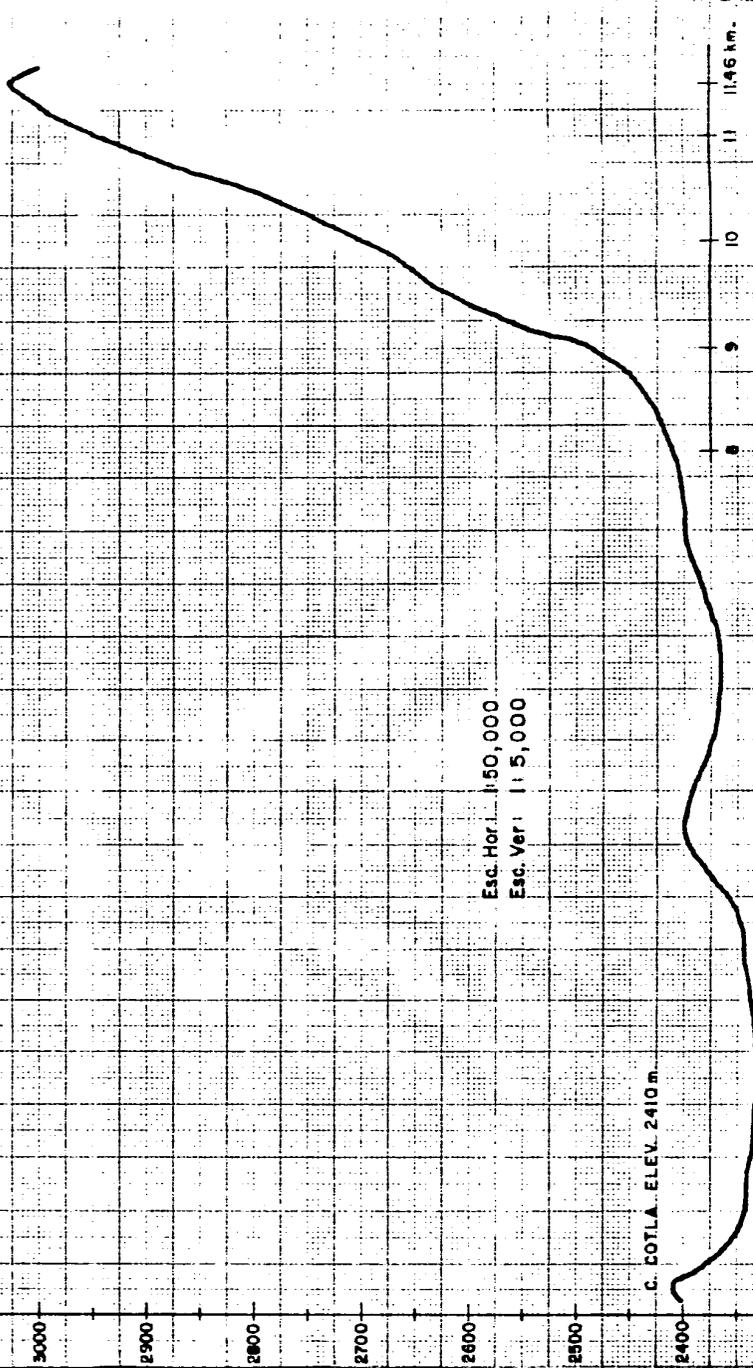
U N A M
FACULTAD DE INGENIERIA

PERFIL DEDUCIDO
 LINEA P. LUNA - C. GORDO

TESIS PROFESIONAL
FERNANDO MARTINEZ VARGAS

F-3

C. GORDO ELEV. 5030 m.



Esc. Hor. 1:50,000
Esc. Ver. 1:5,000

C. COTLA ELEV. 2410 m

11 10 9 8

11 10 9 8

0

7

6

5

4

3

2

1

0

U N A M
FACULTAD DE INGENIERIA

PERFIL DEDUCIDO
LINEA C. COTLA - C. GORDO

TESIS PROFESIONAL
FERNANDO MARTINEZ VARGAS

F-4

ELEV

DISTANCIA

Coordenadas geográficas

Gráficamente, el cálculo de las coordenadas se realiza en base a las referencias de márgenes del mapa en donde se indican los valores de Latitud y Longitud a cada 5' y subdivisiones al minuto.

Longitud Pirámide de la Luna

De la fig. No. 1 se determina el valor de la λ más próxima que se localiza al E del punto en cuestión:

λ más próxima	98° 50'
minutos que le suceden	<u>0</u>
λ Pirámide Luna	98° 50'

aproximando hasta segundos aplicando la regla de tres:

$$\frac{1'}{3.5} ; \frac{X}{2.18} \therefore X = 37''$$

por lo tanto:

$$\lambda \text{ Pirámide Luna} = 98^\circ 50' 37''$$

Latitud Pirámide de la Luna

De la fig. No. 1 se determina el valor de φ más próxima que se localiza al N del punto en cuestión.

φ más próxima	19° 45'
minutos que le suceden	<u> - 3'</u>
φ Pirámide Luna	19° 42'

aproximando hasta segundos aplicando la regla de tres:

$$\frac{1'}{3.7} ; \frac{X}{0.18} \therefore X = 3''$$

como la φ más próxima se encuentra al N entonces se resta

φ Pirámide Luna	<u>19° 41' 60"</u>
	<u> 3"</u>
φ Pirámide Luna	19° 41' 57"

así las coordenadas geográficas de la Pirámide de la Luna serán:

$$(\lambda, \varphi) \text{ Pirámide Luna} = (98^\circ 50' 37'', 19^\circ 41' 57'')$$

De la misma forma se calculan las coordenadas para Cerro Cotla y Cerro Gordo, por lo tanto:

$$(\lambda, \varphi) \text{ Cerro Cotla} = (98^\circ 55' 25'', 19^\circ 42' 05'')$$

$$(\lambda, \varphi) \text{ Cerro Gordo} = (98^\circ 49' 47'', 19^\circ 45' 17'')$$

Rigidez

Para el análisis de la Rigidez de figura aislada en triangulación,

de la figura:

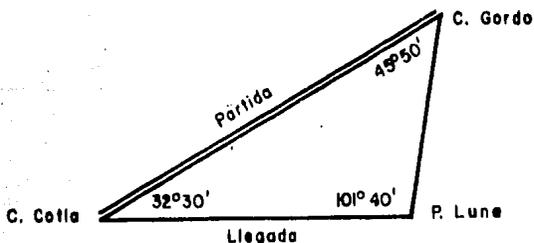


FIGURA 5

aplicando la ecuación:

$$R = \frac{D-C}{D} (d_1^2 + d_1 d_2 + d_2^2)$$

entonces:

$$d_1 = \log \operatorname{sen} 101^\circ 40' 01'' - \log \operatorname{sen} 101^\circ 40''$$

$$= 9.990933334 - 9.990933769$$

$$= -0.0000004348$$

$$= -0.435 \times 10^{-6}$$

$$d_2 = \log \operatorname{sen} 45^\circ 50' 01'' - \log \operatorname{sen} 45^\circ 50'$$

$$= 9.855712612 - 9.855710567$$

$$= 0.0000020451$$

$$= 2.0 \times 10^{-6}$$

Factor de forma

$$(d_1^2 + d_1 d_2 + d_2^2) = (0.189 + 0.87 + 4)$$

$$= 5.06$$

para $D=4$, $C=1$ entonces

$$\frac{D-C}{D} = \frac{4-1}{4} = \frac{3}{4} = 0.75$$

por lo tanto:

$$R = 0.75 (5.06) = 3.8$$

Por lo cual se concluye que para la triangulación -- Cerro Gordo - Pirámide de la Luna - Cerro Cotla, el orden del levantamiento se jerarquizará como de segundo Orden clase II, debido a las necesidades en levantamientos de propósitos específicos.

De la misma forma al observar la triangulación Cerro - Gordo - "Cadena" - Cerro Cotla (fig. No. 1), determinamos - que de acuerdo a sus condiciones el orden del levantamiento se clasificará como una triangulación de Tercer Orden clase I.

Ahora bien en base a estos vértices geodésicos se apoyará el estudio Topográfico requerido en la zona arqueológica "Cadena" referido al sistema de coordenadas definidas en el objetivo de la Tesis.

Estimación preliminar del costo del levantamiento

Aunque existen aranceles y precios unitarios que pueden ser retribuidos en función de la cantidad de horas hombre necesarias para su desarrollo, conviene conocer un método general aplicable a cada uno de los conceptos de los trabajos de Topografía, mencionando solamente costos directos e indirectos sin tomar en cuenta utilidad alguna.

En la programación de actividades se toma en cuenta los rendimientos del personal de las brigadas con el clima, irregularidad del terreno, vegetación y transporte en las zonas de trabajo por lo que la estimación de rendimiento se analiza para cada caso.

Los rendimientos relativos para la República Mexicana serán tomados como base de comparación la zona uno.

Los gastos de viaje, alimentación y hospedaje se sumarán al costo directo de los trabajos, los gastos de oficina se cargarán en forma de costo indirecto.

Considerando el período de trabajo de 45 h. por semana entonces; de acuerdo con la Ley Federal del trabajo:

Días laborables al año 285

Días no laborables al año 80

Si se paga al trabajador 383 días al año, entonces el costo de cada día laborado se incrementaría el 34.3%, o sea:

$$\frac{\text{Días pagados al año}}{\text{Días laborados al año}} = \frac{383}{285} = \underline{\underline{1.343}}$$

que será el factor de los días trabajados al año.

Ahora bien si las horas hombre laboradas al año son:

$$\begin{aligned} (285-52) \quad 8 &= 1864 \text{ h.} \\ \text{sábados } 52 \times 5 &= \underline{260 \text{ h.}} \\ \text{total h/hombre al año} &= 2124 \end{aligned}$$

entonces para conocer el sueldo real, al sueldo nominal se incrementan los costos por impuestos y prestaciones, por lo tanto; el factor será de 1.2285.

La evaluación y costo/hora del equipo se efectuó con precios de adquisición vigentes en el primer semestre de 1986, considerando conceptos como depreciación, interés del capital para su compra, costo de primas de seguros y mantenimiento.

si:	(VA)	=	Valor de adquisición
	(VR)	=	Valor de rescate
	(VLL)	=	Valor de llantas
	(i)	=	Tasa de interés
	(s)	=	Prima de seguro
	(HA)	=	Horas por año
	(VE)	=	Vida económica
	(Q)	=	Factor de mantenimiento
	(K)	=	Coefficiente de almacenaje

entonces, cargos fijos:

(D)	=	Depreciación	$D = \frac{VA-VR}{VE \times HA}$
(I)	=	Inversión	$I = \frac{VA+VR}{2HA} i$
(S)	=	Seguro	$S = \frac{VA+VR}{2HA} s$
(M)	=	Mantenimiento	$M = QD$
(A)	=	Almacenaje	$A = KD$

que sumados nos darán los cargos fijos por hora en su caso o bien, costo directo hora sin operación:

o sea;

Camioneta "Pick-up"

(VA)		\$ 4'200,000.00
(VR)	20%	840,000.00
(VLL)		24,000.00 c/u
(i)	54.5%	
(s)	5%	
(HA)	2124	
(VE)	8 años	
(Q)	0.4	
(K)	0.02	

cargos fijos:

$$D = \frac{VA - VR}{VE \times HA} = 197.74$$

$$I = \frac{VA + VR}{2HA} i = 646.61$$

$$S = \frac{VA + VR}{2HA} s = 59.32$$

$$M = QD = 79.10$$

Cargos fijos/hora \$ 982.77

Consumo camioneta "Pick-up"

combustible rendimiento 4 km/lt 85.00 \$ 21.25 km.

4

recorrido diario 30 km; 30 x 21.25 = \$ 637.50 dfa

637.50 \$ 79.69 h

8

(VLL) = 24,000.00 x 4 96,000.00

(HA) = (HV) = vida útil = 2124

LL = 96,000 = 45.20

2124

consumo / hora = 79.69 + 45.20 = 124.89

por lo tanto:

costo directo h/máquina (sin operación)

= 982.77 + 124.89 = \$ 1107.66

De la misma forma se calcula el costo directo/hora --
(sin operación) para el equipo.

Teodolito para posesionamiento geodésico con capacidad
de lectura de 1".0

costo directo p/h (sin operación) \$ 1917.50

Balizas (2) para base de señales

costo directo p/h (sin operación) \$ 5.80

Señales para observación diurna (geodésia)

costo directo p/h = \$ 4.03

Teodolito para levantamiento Topográfico del área en
estudio con capacidad de lectura de 1."

costo directo p/h (sin operación) = \$ 1037.71

Equialtímetro para puntos de la poligonal del área en
estudio.

costo directo p/h (sin operación) = \$ 141.05

Estadales para configuración

costo directo p/h (sin operación) = \$ 25.50

Cinta metálica de 30 m.

costo directo p/h (sin operación) = \$ 18.30

Plomadas (3) para alineamiento y medición de las distancias.

costo directo p/h (sin operación) = \$ 6.22

ahora bien estos factores nos permiten conocer el costo directo p/h brigada ó día/brigada, los cuales multiplicados por la duración de las actividades, determinan el monto del costo directo, al cuál hay que agregar el costo indirecto, siendo la utilidad un porcentaje del costo de los trabajos ejecutados.

Para conocer el costo directo en las triangulaciones -

geodésicas con el siguiente personal, si:

	Salario diario
Ing. Topógrafo	\$ 6,902.00
2 Aux. Topografía	7,364.00
3 Cadeneros "A"	9,660.00
1 Chofer	3,220.00
	<hr/>
salario diario p/brigada	\$ 27,146.00

al cual multiplicando por el factor de días trabajados al -
año y el factor de impuestos y prestaciones; obtenemos:

costo directo real por día/brigada = \$ 44,787.52

La estimación del costo por actividad será:

- A) Observaciones de ángulos de las triangulaciones
Cerro Gordo - P. Luna - Cerro Cotla y Cerro Gordo
"Cadena" - Cerro Cotla para determinar la posición
de los vértices.

A₁) Duración estimada: 2 días

2 x 44,787.52 = \$ 89,575.04

A₂) Costo del equipo:

2 días = 16 horas

Vehículo	16 x 1107.66 =	17,722.56
Teodolito	16 x 1917.50 =	30,680.00
Balizas	16 x 5.80 =	92.80
Señales	16 x 4.03 =	64.48
		<u> </u>
		\$ 48,559.84

B) Poligonal cerrada del área en estudio; medición de distancias entre vértices, localización de estructuras, nivelación y configuración a cada metro.

Para conocer el costo directo de la zona en estudio con el siguiente personal:

	Salario diario
Ing. Topógrafo	\$ 6,902.00
3 Cadeneros "A"	9,660.00
1 Chofer	<u>3,220.00</u>
salario diario p/brigada	\$ 19,782.00

que multiplicado por el factor de días trabajados al año y el de impuestos y prestaciones; obtenemos,

costo directo real por día/brigada = \$ 32,637.84

entonces la estimación del costo por actividad será:

B₁) Duración estimada: 2 días

$$2 \times 32,637.84 = \$ 65,275.68$$

B₂) Costo del equipo

2 días = 16 horas

Vehículo	16 x 1,107.66	=	17,722.56
Teodolito	16 x 1,037.71	=	16,603.36
Equialtímetro	8 x 141.05	=	1,128.40
Estadallas	8 x 25.50	=	204.00
Cinta	8 x 18.30	=	146.40
Plomadas	8 x 6.22	=	49.76
Balizas	8 x 5.80	=	46.40
			<hr/>
			\$ 35,900.88

C) Compensación y cálculo de las triangulaciones de los vértices geodésicos.

C₁) Personal; 1 calculista (1 día)

$$4,950.00 \times 1,343 \times 1,228 = \$ 8,163.56$$

D) Cálculo, compensación y dibujo del levantamiento
Topográfico.

D₁) Personal; 1 calculista (1 día)

$$4,950.00 \times 1,343 \times 1,228 = \$ 8,163.56$$

D₂) Dibujante (2 días)

$$3,450.00 \times 2 \times 1,343 \times 1,228 = \$ 11,379.51$$

D₃) Materiales de dibujo \$ 5,000.00

por lo tanto el costo directo del trabajo será:

Concepto	Costo
A ₁	\$ 89,575.04
A ₂	48,559.84
B ₁	65,275.68
B ₂	35,900.88
C ₁	8,163.56
D ₁	8,163.56
D ₂	11,379.51
D ₃	5,000.00
	<hr/>
	\$ 272,018.07

cabe mencionar que también se debe agregar el costo directo el reconocimiento efectuado antes del proyecto definitivo, así como también, los costos indirectos si los hay (oficina, secretaria, teléfono, etc.), además los gastos de viaje, -- alimentación y transportación, como la utilidad que corres-- ponda para su desarrollo.

CAPITULO III

REQUERIMIENTOS TOPOGRAFICOS, GEODESICOS Y CARTOGRAFICOS

Reconocimiento y Monumentación

Esta etapa consiste en realizar operaciones de campo - destinadas a verificar sobre el terreno las características definidas por el diseño y establecer las condiciones y modalidades no previstas por el mismo, siendo dichas operaciones las que desembocarán en el proyecto definitivo.

Reconocimiento

El reconocimiento requiere de una exploración directa de campo, para constatar datos proporcionados, así como - recolectar la información de cada sitio a fin de cumplir - con las condiciones de observación.

Una vez identificadas las zonas en las cartas se procede a analizar las fotografías aéreas por pares estereos-

cópicos enmarcándolas para situar nuestras posiciones, complementando por último con las brigadas de campo de las cuales se obtendrá la información básica para completar el -- proyecto definitivo.

Monumentación

El establecimiento físico de las marcas ó monumentos - quedará permanentemente asentado en el terreno, mediante el establecimiento de monumentos construídos de tal modo que - se asegure razonablemente su permanencia y estabilidad.

Por lo tanto la información obtenida por la brigada de campo se recopila de la siguiente manera:

- Visibilidad óptima para las observaciones de campo.
- Buena estabilidad para las condiciones de observación.

Proyecto definitivo

Una vez analizadas todas las alternativas de diseño en

el preanálisis y verificadas en el reconocimiento se elabora el proyecto definitivo, apegado en lo más posible al anteproyecto y a las normas y propósitos específicos requeridos en el levantamiento.

Requerimientos geodésicos

Por lo anterior se considerarán las siguientes etapas:

Levantamiento geodésico horizontal

Definido como el conjunto de procedimientos y operaciones de campo y gabinete destinado a determinar coordenadas geodésicas de puntos sobre terreno convenientemente elegido y demarcado, referidos al Datum Norteamericano de 1927.

Ligado además a consideraciones económicas y a la capacidad relativa para producir los resultados esperados que - de alguna forma deben contemplar los criterios en el preanálisis y diseño del anteproyecto.

Triangulación

Es el método clásico y universal que mediante procedimientos determinan las longitudes de los lados de un sistema de triángulos interconectados, con base en la medida de algunos lados y ángulos medidos en los vértices, tiene el propósito último de determinar las coordenadas de dichos vértices

En base a la información proporcionada por el INEGI y a la acumulada en campo, la triangulación se realiza en dos vértices geodésicos de primer orden ya establecidos; los cuales servirán de apoyo para establecer un nuevo vértice, cuyo propósito específico será la localización de la antigua Teotihuacan, el cual se establecerá en la cima de la Pirámide de la Luna, engendrando como primer término (fig. No. 1) una triangulación formada por los vértices:

Vértice Cerro Cotla	(conocido)
Vértice Cerro Gordo	(conocido)
Vértice Pirámide de la Luna	(a establecer)

En vista de que es una figura aislada, se deberán conformar observaciones en número suficiente que permita la rigidez y confiabilidad de la solución.

Como segundo término, se conformará otra triangulación cuyo vértice comprendido, en el interior de la primera, nos definirá la localización de la zona arqueológica "Cadena", la cuál debido a su amplia zona de distribución y a las condiciones Topográficas del terreno así como su estabilidad y visibilidad, se asentará en un punto que no será visible al vértice establecido con anterioridad, sino que al igual que el anterior, se apoyará en los mismos vértices ya conocidos.

Por lo anterior el establecimiento del vértice "Cadena" no se efectuará con la misma rigidez por encontrarse afecta da dentro del área de la primera triangulación, pero que - por su apoyo con las coordenadas conocidas tendrá la confiabilidad requerida por su propósito específico.

Clasificación de las triangulaciones

Cerro Gordo- Pirámide Luna- C. Cotla 2° orden Clase II

Cerro Gordo- "Cadena" - Cerro Cotla 3° orden Clase I

Descripción de puntos

Todo punto deberá contar con una descripción escrita.

1) Datos relativos al vértice denominado Cerro Gordo.

Localización del lugar: Se encuentra en el extremo - Oeste de Cerro Gordo en la parte superior de un pico denominado "Palo Hueco".

Estado a que pertenece: México.

Descripción del vértice: Monumento triangular de concreto en el que se halla incrustado un cilindro de fierro - de 10 cm. de diámetro.

Itinerario: San Juan Teotihuacan - Santiago Tolman - Radar (S.C.T.) y vértice.

Vías de comunicación: Autopista México - Tulancingo.

Orientación con respecto a la población más importante y cercana: al N de San Juan Teotihuacan.

Tipo de vegetación y clase de terreno: Boscosa, terreno de cultivo.

Propiedad: El cerro corresponde al poblado de San -- Cristóbal Colhuacan, municipio de Temascalapa.

Tiempo aproximado para llegar al vértice: 1 1/2 hora desde San Juan Teotihuacan.

Referencias de las marcas testigo: Mojoneras de concreto.

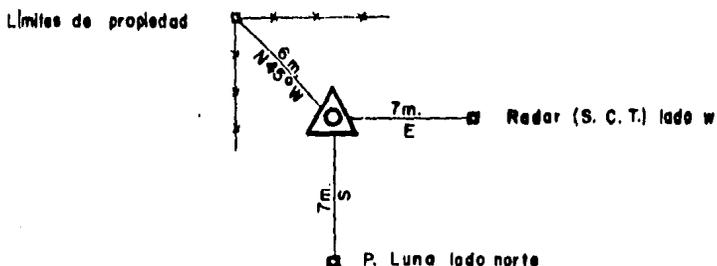


FIGURA 6

2) Datos relativos al vértice denominado Cerro Cotla.

Localización del lugar: Se halla a 50 m. al E de la parte más alta del cerro Tenestlacotla (Cotla).

Estado a que pertenece: México.

Descripción del vértice: Disco de bronce de 9 cm. de diámetro empotrado en un hueco de roca sólida.

Itinerario: San Juan Teotihuacan - Maquixco - Santiago Zacualuca y Vértice.

Vías de comunicación: Carretera libre a México-Pirámides.

Orientación con respecto a la ciudad más importante y cercana: Al W de San Juan Teotihuacan.

Tipo de vegetación y clase de terreno: Xerófilas, predomina el pirul, nopal y viznaga, terreno rocoso.

Propiedad: El cerro corresponde al poblado de Santiago Zacualuca, municipio de Tecamac.

Tiempo aproximado para llegar al vértice: Una hora desde San Juan Teotihuacan.

Referencia de las marcas testigo: Huecos en la misma roca sólida.

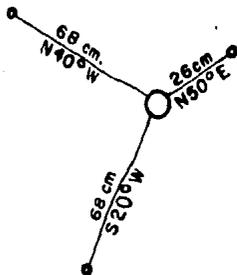


FIGURA 7

3) Datos relativos al vértice denominado "Pirámide de la Luna".

Localización del lugar: Se ubica en la parte superior y al centro de la misma.

Estado a que pertenece: México.

Descripción del vértice: Varilla empotrada.

Nota: Debido a que es un sitio único y conocido no se refieren más datos.

4) Datos relativos al vértice denominado "Cadena".

Localización del lugar: Se sitúa en la parte superior de la loma dentro de la zona arqueológica "Cadena".

Estado a que pertenece: México.

Descripción del vértice: Varilla empotrada en un hueco de roca sólida.

Itinerario: San Juan Teotihuacan - Maquixco - Zona Arqueológica "Cadena" y vértice.

Vías de comunicación: Autopista México - Pirámides, -
carretera libre a México, brecha a San Agustín Actipan.

Orientación con respecto a la ciudad más importante y -
cercana: Al W de San Juan Teotihuacan.

Tipo de vegetación y clase de terreno: Pastizal induci
do, predomina pirul, nopal y viznaga. Terreno rocoso.

Propiedad: Corresponde al poblado de Maquixco, munici-
pio de San Juan Teotihuacan.

Tiempo aproximado para llegar al vértice: 30 minutos -
desde San Juan Teotihuacan.

Referencias de las marcas testigo: Mojoneras con vari-
llas empotradas.

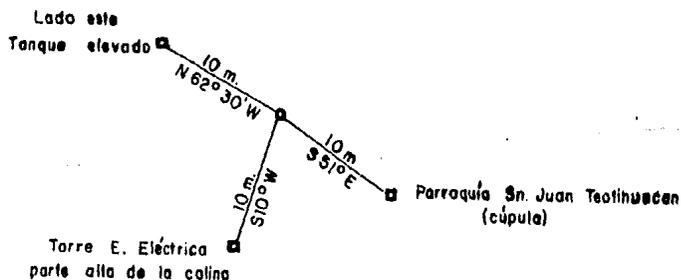


FIGURA 8

Observaciones de campo

El instrumental destinado para las observaciones de -- campo, será un Teodolito con capacidad de 1".0 aplicando el método de direcciones de Bessel con series de 8 posiciones - durante el período de iluminación diurna.

La lectura inicial de cada serie se desarrollará de la siguiente manera; si:

$$i = \frac{360}{nd}$$

donde:

n = núm. micrómetro del aparato
d = " de posiciones para observar

por lo tanto:

$$i = \frac{360}{8} = 45^\circ$$

$$1''(8)$$

lo cual quiere decir, que a cada 45° se deberá iniciar cada serie de observación.

Los tableros ó señales utilizables varían de acuerdo a las distancias, o sea:

$$d = \frac{2 D \tan 45''}{A}$$

A

donde:

A = poder amplificador del aparato

d = dimensión del tablero

D = distancia entre señal y aparato

si:

dist. Cerro Gordo - Pirámide de la Luna = 6336.9 m

A = 28 x

entonces:

$$d = \frac{2 (6,336.9) \tan 45''}{28} = 0.10 \text{ mts.}$$

28

que será la dimensión del tablero entre las estaciones Cerro Gordo - Pirámide Luna, Pirámide Luna - Cerro Gordo.

De la misma forma si:

dist. Cerro Gordo - Cerro Cotla = 11,466.8 m

entonces:

$$d = 0.18 \text{ mts.}$$

dimensión del tablero entre Cerro Gordo - Cerro Cotla, Cerro Cotla - Cerro Gordo.

si:

dist. Pirámide Luna - Cerro Cotla = 8,400.2 m

entonces:

$d = 0.13$ mt.

dimensión del tablero entre Pirámide Luna - Cerro Cotla, Cerro Cotla - Pirámide Luna.

Cada señalización de estación se apoyará sobre balizas - con banderas de 1 x 0.5 m. con colores contrastantes;

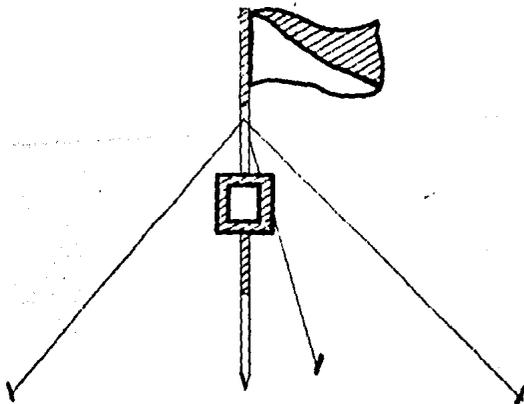


FIGURA 9

Cálculos de campo

Se refieren básicamente a la comprobación de Lecturas.

Las tolerancias angulares en las medidas de direcciones horizontales será:

$$T = \pm 3''$$

El promedio del cierre angular no debe exceder de:

$$\pm 3''$$

Medida de ángulos horizontales

Registro de las Observaciones

Observó: Fernando G. Martínez V. Calculó: Fernando G.M.V.

Estación: Cerro Gordo Revisó: Fernando G.M.V.

Nº SERIE	ESTACION VISADA	TELES- COPIO	LECTURA		MICROMETRO		LECTURA FINAL	PROMEDIO	DIRECCIONES
			1º	2º	1º	2º			
1	P. Luna	D	0° 0'	00"	00"	0° 0' 00"			
	"	I	180 0	3.2	4.7	180 00 3.95	0° 0' 1.98	0° 00' 00"	
	C. Collo	D	45 54	18.3	19.2	45 54 18.75			
	"	I	225 54	21.8	22.2	225 54 22	45 54 20.38	45 54 18.40	
2	P. Luna	D	45 00	00	0.3	45 00 0.15			
	"	I	225 00	2.7	3.3	225 00 3.0	45 00 1.58	0 00 00	
	C. Collo	D	90 54	17.5	18.3	90 54 17.9			
	"	I	270 54	20.5	20.9	270 54 20.7	90 54 19.3	45 54 17 23	
3	P. Luna	D	90 00	00	0.5	90 00 0.25			
	"	I	270 00	3.0	3.8	270 00 3.7	90 00 1.83	0 00 00	
	C. Collo	D	135 54	17.6	18.2	135 54 17.9			
	"	I	315 54	20.8	21.9	315 54 21.35	135 54 19.63	45 54 17.80	
4	P. Luna	D	135 00	00	0.2	135 00 0.1			
	"	I	315 00	2.9	3.6	315 00 3.25	135 00 1.68	0 00 00	
	C. Collo	D	180 54	17.9	18.1	180 54 18.0			
	"	I	00 54	21.3	22.0	00 54 21.65	180 54 19.83	45 54 18.15	
5	P. Luna	D	180 00	00	0.8	180 00 0.4			
	"	I	00 00	3.5	3.7	00 00 3.6	180 00 2.0	0 00 00	
	C. Collo	D	225 54	22.5	23.2	225 54 21.85			
	"	I	45 54	23.4	23.9	45 54 23.65	225 54 23.25	45 54 21.25	
6	P. Luna	D	225 00	00	0.8	225 00 0.4			
	"	I	45 00	2.2	3.5	45 00 2.85	225 00 1.63	0 00 00	
	C. Collo	D	270 54	20.3	21.2	270 54 20.75			
	"	I	90 54	21.1	22.5	90 54 21.6	270 54 21.28	45 54 19.65	
7	P. Luna	D	270 00	00	0.9	270 00 0.45			
	"	I	90 00	1.2	1.5	90 00 1.35	270 00 0.9	0 00 00	
	C. Collo	D	315 54	20.5	20.9	315 54 20.7			
	"	I	135 54	20.9	21.4	135 54 21.15	315 54 20.93	45 54 20.03	
8	P. Luna	D	315 00	00	0.4	315 00 0.2			
	"	I	135 00	1.8	2.3	135 00 2.1	315 00 1.13	0 00 00	
	C. Collo	D	00 54	18.8	19.2	00 54 19.0			
	"	I	180 54	20.0	20.4	180 54 20.2	00 54 19.6	45 54 18.48	

Observó: Fernando G. Martínez V. Calculó: Fernando G.M.V.
 Revisó: Fernando G. Martínez V.

Estación: Pirámide de la Luna

Nº SERIE	ESTACION VISADA	TELES- COPIO	LECTURA		MICROMETRO		LECTURA FINAL	PROMEDIO	DIRECCIONES
			1o	2o	1o	2o			
1	C. Colta	D	0° 0'	00"	0.1	0° 0' 0.05			
	"	I	180 00	0.8	0.9	180 00 0.9	0° 0' 0.5	0° 0' 00"	
	C. Gordo	D	101 42	49.8	48.3	101 42 49.1			
	"	I	281 42	48.7	48.1	281 42 48.9	101 42 48.73	101 42 48.28	
2	C. Colta	D	45 00	0.0	0.3	45 00 0.2			
	"	I	225 00	1.0	1.6	225 00 1.3	45 00 0.73	0 00 00	
	C. Gordo	D	146 42	50.2	50.8	146 42 50.5			
	"	I	326 42	49.1	49.9	326 42 49.5	146 42 50	101 42 49.28	
3	C. Colta	D	90 00	00	0.5	90 00 0.3			
	"	I	270 00	2.1	1.9	270 00 2.0	90 00 1.13	0 00 00	
	C. Gordo	D	191 42	50.0	50.3	191 42 50.2			
	"	I	11 42	50.9	51.4	11 42 51.2	191 42 50.45	101 42 49.53	
4	C. Colta	D	135 00	0.0	0.2	135 00 0.1			
	"	I	315 00	3.0	3.8	315 00 3.9	135 00 1.5	0 00 00	
	C. Gordo	D	236 42	49.9	50.8	236 42 50.35			
	"	I	56 42	51.1	51.6	56 42 51.35	236 42 50.85	101 42 49.35	
5	C. Colta	D	180 00	00	0.8	180 00 0.9			
	"	I	00 00	0.3	1.1	00 00 0.7	180 00 0.1	00 00 00	
	C. Gordo	D	281 42	50.0	51.1	281 42 50.55			
	"	I	101 42	50.2	49.9	101 42 50.05	281 42 50.3	101 42 49.75	
6	C. Colta	D	225 00	00	0.6	225 00 0.3			
	"	I	45 00	0.8	0.3	45 00 0.55	225 00 0.43	0 00 00	
	C. Gordo	D	326 42	49.9	50.1	326 42 50.0			
	"	I	146 42	49.3	49.5	146 42 49.4	326 42 49.7	101 42 49.28	
7	C. Colta	D	270 00	00	0.3	270 00 0.15			
	"	I	90 00	1.9	1.9	90 00 1.65	270 00 0.9	0 00 00	
	C. Gordo	D	11 42	50.0	50.3	11 42 50.15			
	"	I	191 42	51.3	51.9	191 42 51.6	11 42 50.85	101 42 49.98	
8	C. Colta	D	315 00	00	0.2	315 00 0.1			
	"	I	135 00	1.5	2.1	135 00 1.8	315 00 0.85	0 00 00	
	C. Gordo	D	56 42	50.8	49.9	56 42 50.35			
	"	I	236 42	50.5	51.6	236 42 51.1	56 42 50.7	101 42 49.75	

Observó: Fernando G. Martínez V. Calculó: Fernando G. M. V.
 Revisó: Fernando G. Martínez V.

Estación: Cerro Cotla

Nº SERIE	ESTACION VISADA	TELES- COPIO	LECTURA	MICROMETRO		LECTURA FINAL	PROMEDIO	DIRECCIONES
				1º	2º			
1	C. Gordo	D	0° 0'	00"	0.5	0° 0' 0.35		
	"	I	180 00	0.6	1.3	180 00 0.95	0° 00' 0.6	0° 0' 00"
	P. Luna	D	32 22	52.3	52.1	32 22 51.7		
	"	I	212 22	52.1	52.6	212 22 52.35	32 22 52.25	32 22 51.43
2	C. Gordo	D	45 00	0.0	0.7	45 00 0.35		
	"	I	225 00	0.8	1.3	225 00 1.05	45 00 0.7	0 00 00
	P. Luna	D	77 22	52.0	52.4	77 22 52.2		
	"	I	257 22	52.8	53.1	257 22 52.95	77 22 52.58	32 22 51.88
3	C. Gordo	D	90 00	0.0	0.3	90 00 0.15		
	"	I	270 00	1.3	1.6	270 00 1.45	90 00 0.8	0 00 00
	P. Luna	D	122 22	52.1	52.5	122 22 52.3		
	"	I	302 22	52.5	52.8	302 22 52.65	122 22 52.98	32 22 52.18
4	C. Gordo	D	135 00	0.0	0.5	135 00 0.25		
	"	I	315 00	0.2	0.6	315 00 0.4	135 00 0.33	0 00 00
	P. Luna	D	167 22	52.3	52.0	167 22 52.65		
	"	I	347 22	52.2	52.9	347 22 52.55	167 22 53.1	32 22 52.78
5	C. Gordo	D	180 00	0.0	0.3	180 00 0.15		
	"	I	00 00	0.2	0.7	00 00 0.45	180 00 0.3	0 00 00
	P. Luna	D	212 22	52.8	52.7	212 22 52.25		
	"	I	32 22	52.3	52.9	32 22 52.6	212 22 52.93	32 22 52.63
6	C. Gordo	D	225 00	0.0	0.8	225 00 0.4		
	"	I	45 00	0.8	1.2	45 00 1.0	225 00 0.7	0 00 00
	P. Luna	D	257 22	51.9	52.0	257 22 52.45		
	"	I	77 22	52.1	52.4	77 22 52.25	257 22 52.85	32 22 52.15
7	C. Gordo	D	270 00	0.0	0.2	270 00 0.1		
	"	I	90 00	1.3	1.7	90 00 1.5	270 00 0.8	0 00 00
	P. Luna	D	302 22	52.1	52.7	302 22 52.9		
	"	I	122 22	52.9	52.3	122 22 52.1	302 22 52.25	32 22 52.45
8	C. Gordo	D	315 00	0.0	0.3	315 00 0.15		
	"	I	135 00	0.5	1.2	135 00 0.9	315 00 0.5	0 00 00
	P. Luna	D	347 22	51.5	51.9	347 22 51.7		
	"	I	167 22	52.3	52.7	167 22 52.5	347 22 52.1	32 22 51.80

Estado de direcciones

Estación: Cerro Gordo

VUELTAS	VERTICES OBSERVADOS	
	Pirámide de la Luna	Cerro Cotla
	0.00	45.54
1	0.00	18.4
2	0.00	17.725
3	0.00	17.8
4	0.00	18.15
5	0.00	21.25
6	0.00	19.65
7	0.00	20.025
8	0.00	18.475
SUMAS	0.00	151.475
PROMEDIO	0.00	18.934
DIRECCION	0° 00' 00"	45° 54' 18.934

Estación: Pirámide Luna

VUELTAS	VERTICES OBSERVADOS	
	Cerro Cotla	Cerro Gordo
	0° 00'	101° 42'
1	0.00	48.275
2	0.00	49.275
3	0.00	49.525
4	0.00	49.35
5	0.00	49.75
6	0.00	49.275
7	0.00	49.975
8	0.00	49.75
SUMAS	0.00	395.175
PROMEDIO	0.00	49.397
DIRECCION	0° 00' 00"	101° 42' 49.397

Estación: Cerro Cotla

VUELTAS	VERTICES OBSERVADOS	
	Pirámide de la Luna	Cerro Cotla
	0° 00'	32° 22'
1	0.00	51.425
2	0.00	51.875
3	0.00	52.175
4	0.00	52.775
5	0.00	52.625
6	0.00	52.15
7	0.00	52.45
8	0.00	51.6
SUMAS	0.00	417.075
PROMEDIO	0.00	52.134
DIRECCION	0° 00' 00"	32° 22' 52.134

Compensación angular

La compensación de un triángulo cuando los tres ángulos son medidos con igual precisión debe cumplir con la condición:

$$\sum \text{ang. int. } \Delta = 180^\circ$$

como, la suma de los ángulos interiores de las direcciones suma

$$180^\circ 00' 00''.465$$

entonces, como la medición angular es mayor; la corrección será:

$$c = \frac{0''.465}{3} = -0''.155$$

por lo tanto los ángulos corregidos serán:

Angulo int. Cerro Gordo	=	45° 54' 18".779
Angulo int. Pirámide Luna	=	101 42 49 .242
Angulo int. Cerro Cotla	=	32 22 51 .979

cumpliendo la condición.

Lista de direcciones

Observó: Fernando G. Martínez V. Calculó: Fernando G.M.V.

Revisó: Fernando G. Martínez V.

ESTACION	EST. OBSERVADA	DIRECCION AJUSTADA
Cerro Gordo	Pirámide de la Luna	00° 00' 00"
	Cerro Cotla	45 54 18.779
Pirámide de la Luna	Cerro Cotla	00 00 00
	Cerro Gordo	101 42 49.242
Cerro Cotla	Cerro Gordo	00 00 00
	Pirámide de la Luna	32 22 51.979

Cálculo de Azimut y distancia:

Triangulación Cerro Gordo-Pirámide de la Luna-Cerro Cotla

En base a los vértices de coordenadas conocidos y con el apoyo de las observaciones angulares obtenemos los azimuts y distancias en forma directa e inversa a fin de dar confiabilidad al proyecto.

Por otro lado, debido a los complejos procedimientos del cálculo, se hace inevitable el uso de minicomputadoras

que facilitan con precisión la rapidez y solución del problema.

Azimut Cerro Gordo - Cerro Cotla

sean los datos:

$$\begin{array}{rcl}
 \varphi = 19^{\circ} 45' 17''.4521 & \text{C. Gordo} & \lambda = 98^{\circ} 49' 47''.3036 \\
 \varphi' = 19 \ 42 \ 04 \ .6968 & \text{C. Cotla} & \lambda = 98 \ 55 \ 25 \ .1558 \\
 \varphi' - \varphi = & - 3 \ 12 \ .7553 & \lambda' - \lambda = \quad 5 \ 37 \ .8522 \\
 (\varphi' - \varphi)'' = & 192'' \ .7553 &
 \end{array}$$

y aplicando la ecuación:

$$\tan \alpha = \frac{-X}{-Y} \text{ donde;}$$

$$-X = N' \sin \Delta \lambda \cos \varphi'$$

$$\text{Normal mayor en X} \quad N' = \frac{a}{(1 - e^2 \sin^2 \varphi')^{1/2}}$$

$$\text{para } -Y = -R_m \sin 1'' (\Delta \varphi'' + C X^2 + (\delta \varphi'')^2 D + E \Delta \varphi'' X^2) \quad \text{si}$$

$$\text{Radio del meridiano} \quad R_m = \frac{a(1 - e^2)}{(1 - e^2 \sin^2 \varphi')^{3/2}}$$

$$C = \frac{\tan \psi}{2NRm \sin 1''}$$

$$D = \frac{3e^2 \sin \psi \cos \psi \sin 1''}{2(1 - e^2 \sin^2 \psi)}$$

$$E = \frac{1 + 3 \tan^2 \psi}{6N^2}$$

Normal mayor en

$$N = \frac{a}{(1 - e^2 \sin^2 \psi)^{1/2}}$$

si los valores de:

semieje mayor del elipsoide

(Clarke 1866) $a = 6,378,206.4$

exentricidad del elipsoide $e^2 = 0.006768658$

por lo tanto; azimut Cerro Gordo - Cerro Cotla

$$\alpha = 58^\circ 56' 53''.459$$

Distancia Cerro Gordo - Cerro Cotla

si:

$$S = \frac{X}{\sin \alpha}$$

entonces;

$$S = 11,485.263 \text{ m.}$$

a su vez comprobando:

$$S = \frac{Y}{\cos \alpha} = 11,485.263 \text{ m.}$$

Azimut Cerro Cotla - Cerro Gordo

sean los datos:

$\varphi = 19^{\circ} 42' 04'' .6968$	C. Cotla	$\lambda = 98^{\circ} 55' 25'' .1558$
$\varphi' = 19 \quad 45 \quad 17 .4521$	C. Gordo	$\lambda' = 98 \quad 49 \quad 47 .3036$
$\varphi - \varphi' = \quad 3 \quad 12 .7553$		$\lambda - \lambda' = \quad 5 \quad 37 .8522$
$(\varphi - \varphi')'' = \quad 192 .7553$		

resolviendo de la misma forma que el anterior; obtenemos -
el azimut Cerro Cotla-Cerro Gordo:

$$\alpha = 58^{\circ} 54' 59'' .415$$

Distancia Cerro Cotla - Cerro Gordo

$$S = \frac{X}{\text{sen } \alpha} = 11,485.263 \text{ m.}$$

comprobando:

$$S = \frac{Y}{\cos \alpha} = 11,485.263 \text{ m.}$$

por lo tanto:

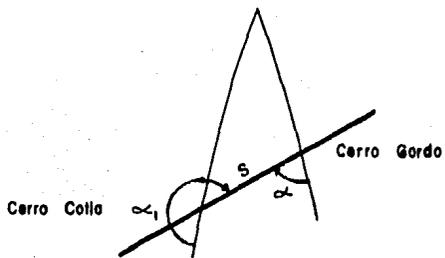


FIGURA 10

$$\alpha = 58^\circ 56' 53''.459$$

$$\alpha_1 = 238^\circ 54' 59''.415$$

dist. C. Gordo - C. Colla = dist. C. Colla - C. Gordo

$$11,485.263 \text{ m.} = 11,485.263 \text{ m.}$$

l.q.q.d.

Azimut Cerro Gordo-Pirámide de la Luna

$$\sphericalangle \text{ línea C. Gordo- C. Cotla} = 58^{\circ} 56' 53''.459$$

$$\sphericalangle \text{ int. C. Gordo} = \underline{45 \quad 54 \quad 18 \quad .779}$$

$$\sphericalangle \text{ línea C. Gordo- P. Luna} = 13^{\circ} 02' 34''.680$$

Azimut Cerro Cotla-Pirámide de la Luna

$$\sphericalangle \text{ línea C. Cotla- C. Gordo} = 238^{\circ} 54' 59''.415$$

$$\sphericalangle \text{ int. C. Cotla} = \overset{+}{\underline{32 \quad 22 \quad 51 \quad .979}}$$

$$\sphericalangle \text{ línea C. Cotla- P. Luna} = 271^{\circ} 17' 51''.394$$

Cálculo de distancias

sea la gráfica:

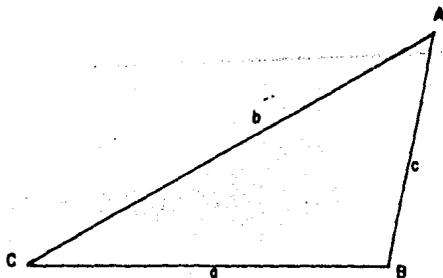


FIGURA II

A = \sphericalangle int. C. Gordo , a = dist. P. Luna -C. Cotla

B = \sphericalangle int. P. Luna , b = dist. C. Gordo -C. Cotla

C = \sphericalangle int. C. Cotla , c = dist. C. Gordo -P. Luna

aplicando la Ley de los Senos;

$$\frac{a}{\text{senA}} = \frac{b}{\text{senB}} = \frac{c}{\text{senC}}$$

dist. Cerro Gordo - Pirámide de la Luna

$$c = \frac{b \text{senC}}{\text{senB}} = 6,281.734 \text{ m.}$$

dist. Pirámide de la Luna - Cerro Cotla

$$a = \frac{b \text{senA}}{\text{senB}} = 8,424.033 \text{ m.}$$

Cálculo de Coordenadas Pirámide de la Luna

Línea Cerro Gordo - Pirámide de la Luna

Diferencia de Latitud

sean los datos:

$$\begin{aligned} \varphi \text{ C. Gordo} &= 19^\circ 45' 17''.4521 \\ \lambda \text{ C. Gordo} &= 98 \ 49 \ 47. \ 3036 \\ \alpha (\text{Azimut}) \text{ Línea C. Gordo-P. Luna} &= 13^\circ 02' 34''. \ 680 \\ S (\text{dist.}) \text{ C. Gordo - P. Luna} &= 6,281.734 \text{ m.} \\ a = 6,378,206.4 & \quad e^2 = 0.006768658 \end{aligned}$$

y aplicando la ecuación:

$$\Delta \varphi = B \cos \alpha + (S^2 \operatorname{sen}^2 \alpha + (D \varphi'')^2 D - E h s^2 \operatorname{sen}^2 \alpha)$$

donde:

$$B = \frac{1}{R \operatorname{sen} 1''}$$

$$h = s B \cos \alpha$$

por lo tanto, la diferencia de Latitud será:

$$\Delta \varphi = - 199''.0243$$

ahora bien:

$$\begin{aligned} \varphi \text{ Cerro Gordo} &= 19^\circ 45' 17''.4521 \\ \Delta \varphi &= \frac{- \quad 3 \ 19 \ .0243}{} \\ \varphi \text{ P. Luna} &= 19^\circ 41' 58''.4278 \end{aligned}$$

Diferencia de Longitud

sean los datos:

$$\begin{aligned} \psi' \text{ Pirámide de la Luna} &= 19^\circ 41' 58''.428 \\ \alpha \text{ (azimut) línea C.Gordo - P.Luna} &= 13^\circ 02' 34''.680 \\ S \text{ (dist.) C. Gordo - P. Luna} &= 6,281.734 \text{ m.} \\ a = 6'378,206.4 & \quad e^2 = 0.006768658 \end{aligned}$$

y aplicando la ecuación:

$$\Delta\lambda = \text{arc sen} \left(\frac{\text{sen} S \cdot 180}{N} \text{sen} \alpha \text{sec} \psi' \right)$$

por lo tanto, la diferencia de longitud será:

$$\Delta\lambda = + 48''.6773$$

ahora bien:

$$\begin{aligned} \lambda \text{ Cerro Gordo} &= 98^\circ 49' 47''.3036 \\ \Delta\lambda &= \quad \quad \quad + 48''.6773 \\ \hline \lambda \text{ P. Luna} &= 98^\circ 50' 35''.9809 \end{aligned}$$

Línea Cerro Cotla - Pirámide de la Luna

El cálculo se realiza de la misma manera que el problema anterior.

Diferencia de Latitud

sean los datos:

φ Cerro Cotla	=	19° 42' 04".6968
\propto línea C. Cotla - P. Luna	=	271° 17' 51".394
S dist. C. Cotla - P. Luna	=	8,424.033 m.
a = 6'378,206.4	e ² =	0.006768658

y aplicando la ecuación; el resultado será:

$$\Delta \varphi = 6''.2688$$

ahora bien:

φ Cerro Cotla	=	19° 42' 04".6968
$\Delta \varphi$	=	<u> 6''.2688</u>
φ P. Luna	=	19° 41' 58".4280

Diferencia de Longitud

sean los datos:

$$\varphi' \text{ Latitud P. Luna} = 19^{\circ} 41' 58''.428$$

$$\alpha \text{ lfnea C.Cotla-P.Luna} = 271^{\circ} 17' 51''.394$$

$$S \text{ dist. C.Cotla-P.Luna} = 8.424.033$$

$$a = 6'378,206,4 \quad e^2 = 0.006768658$$

y aplicando la ecuación enunciada, el resultado será:

$$\Delta\lambda = - 4' 49''.175$$

ahora bien:

$$\lambda \text{ Cerro Cotla} = 98^{\circ} 55' 25''.1558$$

$$\Delta\lambda = \underline{\quad - \quad 4' 49''.1746 \quad}$$

$$\lambda \text{ P. Luna} = 98^{\circ} 50' 35''.9812$$

comprobándose la confiabilidad del resultado por cualquier lfnea de azimut.

por lo tanto:

	φ	λ
Pirámide de la Luna	19° 41' 58".428	98° 50' 35".981

Triangulación Cerro Gordo - "Cadena" - Cerro Cotta

Efectuada de una manera independiente, ésta se desarrolla de la misma manera, con direcciones de 4 posiciones iniciando cada serie de observaciones a múltiplos de 90°, con el apoyo de las mismas señales que la triangulación anterior, y con los mismos límites de tolerancia angular, tenemos:

Medidas de ángulos horizontales

Registro de las observaciones

Observó: Fernando G.M.V.
Revisó: Fernando G.M.V.

Calculó: Fernando G.M.V.

Estación: Cerro Gordo

Nº SERIE	ESTACION VISADA	TELES- COPIO	LECTURA	MICROMETRO		LECTURA FINAL	PROMEDIO	DIRECCIONES
				1a	2a			
1	"Cadena"	D	0° 0'	00"	0"6	0° 0' 0.3		
	"	I	180 00	1.9	2.3	180 00 2.1	0° 0' 1.2	0° 0' 00"
	C. Cotta	D	7 07	35.9	35.8	7 07 35.85		
	"	I	187 07	37.1	37.7	187 07 36.65	07 07 36.63	7 07 35.43
2	"Cadena"	D	90 00	00	0.3	90 00 0.15		
	"	I	270 00	2.0	2.2	270 00 2.1	90 00 1.13	0° 00' 00"
	C. Cotta	D	97 07	36.1	36.9	97 07 36.25		
	"	I	277 07	37.5	38.1	277 07 37.8	97 07 37.03	7 07 35.90
3	"Cadena"	D	180 00	00	0.8	180 00 0.4		
	"	I	00 00	1.6	2.1	00 00 1.85	180 00 1.13	0 00 00
	C. Cotta	D	187 07	36.3	36.9	187 07 36.6		
	"	I	07 07	37.2	37.8	7 07 37.5	187 07 37.05	7 07 35.93
4	"Cadena"	D	270 00	00	0.1	270 00 0.1		
	"	I	90 00	8.5	1.1	90 00 0.8	270 00 0.43	0 00 00
	C. Cotta	D	277 07	35.7	36.2	277 07 35.95		
	"	I	97 07	37.0	37.3	97 07 37.15	277 07 36.55	7 07 36.13

Estación: "Cadena".

Nº SERIE	ESTACION VISADA	TELES- COPIO	LECTURA	MICROMETRO		LECTURA FINAL	PROMEDIO	DIRECCIONES
				1a	2a			
1	C. Cojta	D	0° 0'	00"	0.9	0° 0' 0.5		
	"	I	180 00	0.9	1.3	180 00 1.1	0° 0' 0.78	0° 0' 00"
	C. Gordo	D	152 29	4.8	5.2	152 29 5.0		
	"	I	332 29	5.8	6.1	332 29 5.95	152 29 5.48	152 29 4.7
2	C. Cojta	D	90 00	00	0.2	90 00 0.1		
	"	I	270 00	0.8	1.4	270 00 0.1	90 00 0.6	0 0 00
	C. Gordo	D	242 29	5.1	5.4	242 29 5.25		
	"	I	62 29	6.5	6.8	62 29 6.65	242 29 5.25	152 29 5.35
3	C. Cojta	D	180 00	00	1.2	180 00 0.6		
	"	I	00 00	1.2	1.5	0 00 1.35	180 00 0.78	0 00 00
	C. Gordo	D	332 29	5.2	5.8	332 29 5.5		
	"	I	152 29	6.4	6.9	152 29 6.65	332 29 6.08	152 29 5.10
4	C. Cojta	D	270 00	00	0.5	270 00 0.25		
	"	I	90 00	1.2	1.8	90 00 1.5	270 00 0.88	0 00 00
	C. Gordo	D	62 29	5.2	5.5	62 29 5.35		
	"	I	242 29	6.0	6.3	242 29 6.15	62 29 5.75	152 29 4.88

Estación: Cerro Cojta

Nº SERIE	ESTACION VISADA	TELES- COPIO	LECTURA	MICROMETRO		LECTURA FINAL	PROMEDIO	DIRECCIONES
				1a	2a			
1	C. Cojta	D	0° 0'	0"	1.2	0° 0' 0.3		
	"	I	180 00	1.8	2.2	180 00 2.0	0° 0' 1.3	0° 0' 00"
	"Cadena"	D	20 23	19.3	19.9	20 23 19.6		
	"	I	200 23	21.3	21.8	200 23 21.55	20 23 20.58	20 23 19.28
2	C. Gordo	D	90 00	00	0.8	90 00 0.4		
	"	I	270 00	1.9	2.1	270 00 2.0	90 00 1.2	0 00 00
	"Cadena"	D	110 23	19.1	19.9	110 23 19.5		
	"	I	290 23	21.0	21.7	290 23 21.35	110 23 20.48	20 23 19.23
3	C. Gordo	D	180 00	00	0.5	180 00 0.25		
	"	I	00 00	1.4	2.0	00 00 1.7	180 00 0.78	0 00 00
	"Cadena"	D	200 23	19.0	19.6	200 23 19.3		
	"	I	20 23	21.8	21.6	20 23 21.2	200 23 20.25	20 23 19.28
4	C. Gordo	D	270 00	00	0.7	270 00 0.35		
	"	I	90 00	1.0	1.5	90 00 1.25	270 00 0.8	0 00 00
	"Cadena"	D	290 23	19.1	20.2	290 23 19.65		
	"	I	110 23	21.0	21.6	110 23 21.3	290 23 20.48	20 23 19.68

Estado de direcciones

Estación: Cerro Gordo

VUELTAS	VERTICES	OBSERVADOS
	"Cadena"	C. Cotla
	0° 00'	7° 7'
1	0"0	35.425
2	"	35.900
3	"	35.925
4	"	36.125
SUMA	"	143.375
PROMEDIO	"	35.844
DIRECCION	0°00' 00"	7° 07' 35.344

Estación: "Cadena".

VUELTAS	VERTICES	OBSERVADOS
	C. Cotla	C. Gordo
	0° 00'	152° 29'
1	0"0	4.700
2	"	5.350
3	"	5.100
4	"	4.875
SUMA	"	20.025
PROMEDIO	"	5.006
DIRECCION	0°00' 00"	152°29' 05.006

Estación: Cerro Cotla

VUELTAS	VERTICES	OBSERVADOS
	C. Gordo	"Cadena"
	0° 00'	20° 23'
1	"	19.275
2	"	19.225
3	"	19.275
4	"	19.675
SUMA	"	77.450
PROMEDIO	"	19.363
DIRECCION	0° 00' 00"	20° 23' 19.363

Compensación Angular

La compensación de un triángulo cuando los tres ángulos son medidos con igual precisión debe cumplir con la condición:

$$\sum \text{int } \Delta = 180^\circ$$

como la suma de ángulos interiores de las direcciones suma:

$$179^\circ 59' 59''.713$$

entonces, como la medición angular es menor, la corrección será:

$$c = \frac{0.287}{3} = + 0.0956$$

por lo tanto, los ángulos corregidos serán:

Angulo int. Cerro Gordo	=	7° 07' 35".440
Angulo int. "Cadena"	=	152 29 05 .101
Angulo int. Cerro Cotla	=	20 23 19 .459

cumpliendo la condición.

Lista de direcciones

Observó: Fernando G. Martínez V. Calculó: Fernando G. Martínez V.

Revisó: Fernando G. M. V.

ESTACION	ESTACION OBSERVADA	DIRECCION AJUSTADA
CERRO GORDO	CADENA	00° 00' 00"
	CERRO COTLA	7 07 35 .44
CADENA	CERRO COTLA	00 00 00
	CERRO GORDO	152 29 05 .101
CERRO COTLA	CERRO GORDO	00 00 00
	CADENA	20 23 19 .459

Como esta triangulación se efectuó de la misma forma - que la anterior, solo daré a conocer los cálculos principales y el resultado final:

o sea:

Línea Cerro Gordo - "Cadena".

$$\alpha = 51^{\circ} 49' 18".019$$

$$S = 8,661.165 \text{ m.}$$

$$\Delta \varphi = 174".150$$

$$\Delta \lambda = 3' 53".786$$

Línea Cerro Cotla - "Cadena"

$$\alpha = 259^{\circ} 18' 18''.874$$

$$S = 3,084.234 \text{ m.}$$

$$\Delta\varphi = 18''.606$$

$$\Delta\lambda = 1' 44.066$$

por lo tanto las coordenadas geográficas de "Cadena" serán:

	φ	λ
" CADENA "	$19^{\circ} 42' 23''.303$	$98^{\circ} 53' 41''.090$

finalmente las coordenadas de los vértices Pirámide de la -
Luna y "Cadena", se representan en la figura No. 12.

Requerimientos Cartográficos

Aspectos generales

Debido a la complejidad que tienen las operaciones con valores angulares se procede a la transformación de coordenadas geodésicas (φ, λ) a coordenadas planas (X,Y) de la Cuadrícula Universal Transversa de Mercator (U.T.M.)

Siendo la tierra un geoide, la geodésica adopta la figura de la misma, con un elipsoide de referencia definido por dos parámetros.

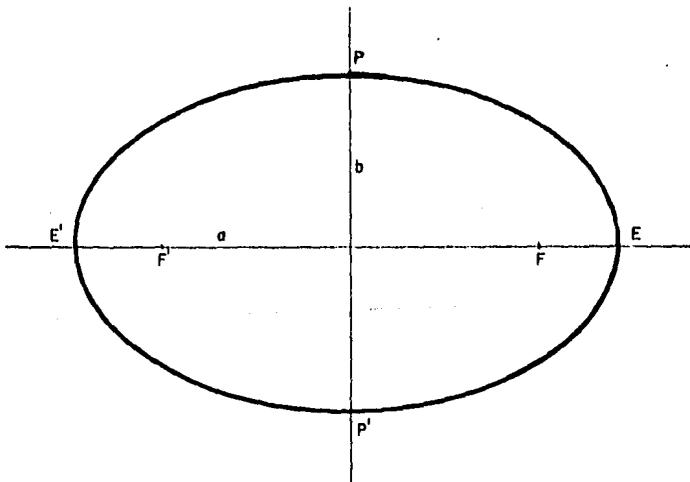


FIGURA 13

donde:

- a = Semieje mayor
- b = " menor
- E-E' = Ecuador
- P-P' = Eje polar
- F, F' = Focos

Para indicar la posición de un punto cualquiera de la superficie de la tierra. Se supone está surcada por una red imaginaria de círculos máximos que pasan por los polos, llamados meridianos, que a su vez son cortados en ángulos rectos por otros círculos paralelos al Ecuador, denominados paralelos. Los primeros determinan la Longitud, en tanto los segundos la Latitud.

La Longitud (λ) de un punto se define por el ángulo que se forma entre el plano del meridiano origen (Greenwich) y el plano del meridiano referido en el elipsoide (fig. 14) y se mide a uno y otro lado del meridiano origen de 0-180°, siendo positiva al Este y negativa al Oeste.

La Latitud de un punto está definida por el ángulo que se forma entre el plano del Ecuador y la Normal de dicho punto sobre el elipsoide (fig. No. 14) y se mide de 0-90°,

siendo positiva al Norte y negativa al Sur del Ecuador.

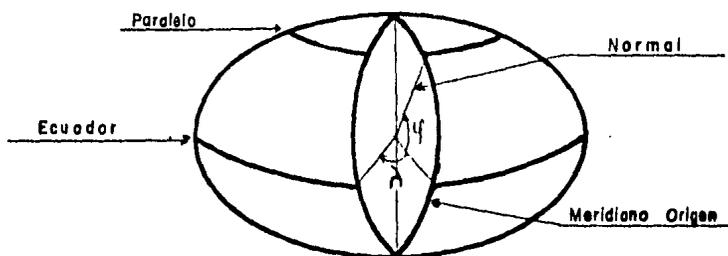


FIGURA 14

La geodesia se auxilia de la cartografía para expresar sus resultados, representando a la tierra sobre un plano, - sin que ésta sufra grandes deformaciones a través de las - Proyecciones cartográficas.

La mayoría de éstas proyecciones son modificaciones de otros sistemas de proyección geométrica, ya sean cónicas, - cilíndricas o azimutales, como es el caso de la Proyección Transversa de Mercator (T.M.) que es una modificación de la misma proyección girada 90° , o sea, el cilindro tangente a los polos (fig. No. 15) y que es utilizada en la cartografía a mediana y gran escala para la República Mexicana.

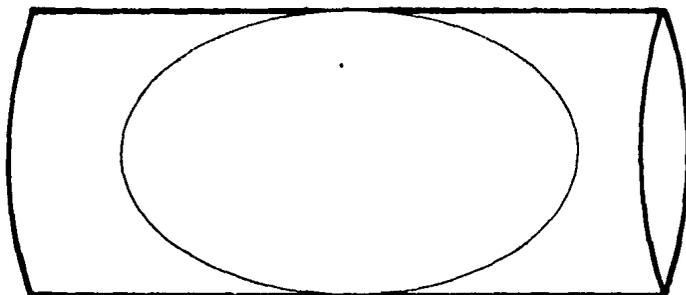


FIGURA 15

Especificaciones

- 1) Proyección: Transversa de Mercator tipo Gauss Kruger.
En zonas de 6° de amplitud.
- 2) Esferoide: Clarke 1866.
- 3) Longitud de origen: Meridiano central en cada zona, -
para la Rep. Mexicana son: 87° , 93° , 99° , 105° , 111° y
 117° al Oeste del Meridiano de Greenwich.
- 4) Latitud de origen: 0° , el Ecuador.
- 5) Unidad: Metro
- 6) Falsa ordenada: Cero metros en el Ecuador para el he-
misferio Norte y diez millones de metros para el hemis-
ferio Sur.
- 7) Falsa abscisa: 500,000 m. para el meridiano central -
de cada zona.

- 8) Factor de escala para el meridiano central: 0.9996
- 9) Numeración de las zonas: Comenzando con el número 1 - para la zona comprendida entre los meridianos 180° W a 174° W y continuando hacia el Este en numeración consecutiva hasta llegar al número 60 que corresponde a la zona situada entre los meridianos 174° E a 180° E. - (fig. No. 16).
- 10) Límite de Latitud del sistema: Norte; 80° N y Sur - 80° S.
- 11) Límites de zonas y sobreposición: Las zonas están limitadas por meridianos, cuyas longitudes son múltiplos de 6° W ó 6° E de Greenwich.

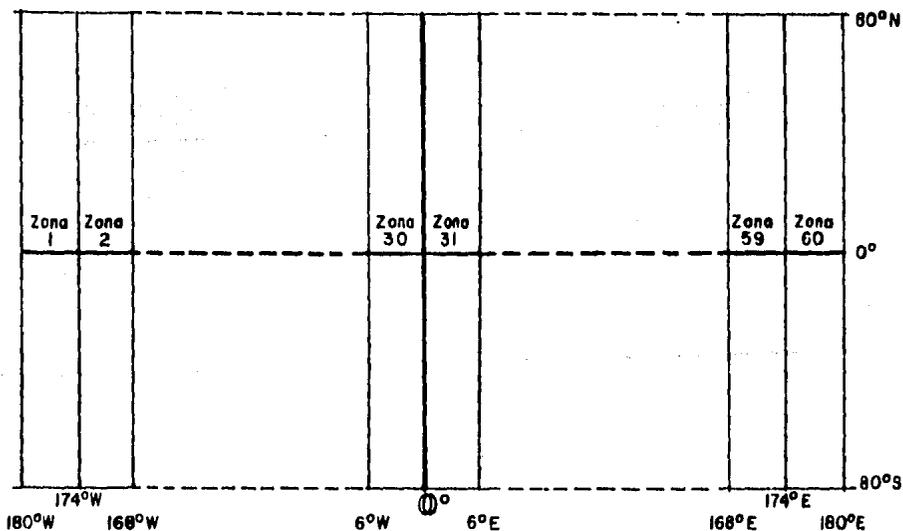


FIGURA 16

Cálculo de Coordenadas U.T.M.

La transformación de las coordenadas se efectúa de acuerdo a las especificaciones anteriores y aplicando las tablas para la conversión de coordenadas Geográficas a U.T.M. Elipsoide Clarke 1866, representando el resultado en las hojas de cálculo adjuntas, y cuya posición de vértices se observa en la fig. No. 12.

COORDENADAS DE LA CUDRICULA UNIVERSAL TRANSVERSA DE MERCATOR U.T.M

ESTACION PIRAMIDE DE LA LUNA LOCALIZACION MCPIO. SN. JUAN TEOTIHUACAN, MEXICO.
 ZONA 14 ESFEROIDE CLARKE 1866 UNIDAD METRO

LATITUD	ϕ	19°	41'	58".428	P	0.0564019	LONGITUD	λ	98°	50'	35".981
De la tabla IV igual minuto que ϕ		291	151	105	P2	0.0031811	Meridiano Central	10	99	00	00
Interpolación para segundos de ϕ			-29	337	P3	0.0001794		$\Delta \lambda$		9	24.019
Δ^2 IV de la gráfica			0	000	P4	0.0000101					564".019
(IV)		291	121	768			De la tabla I igual minuto que ϕ	ψ	2	176,309.	848
De la tabla V igual minuto que ϕ			88	788			Interpolación para segundos de ψ	ψ		1,795.	858
Interpolación para segundos de ϕ			-0	050				(I)	2	178,105.	706
(V)			88	738			De la tabla II igual minuto que ϕ	ψ	2,377.	185	
(IV)P		16	419	821			Interpolación para segundos de ψ	ψ	1.	642	
(V)P3				016			(II)	2,378.	827	(III)P2	7.567
B5			0	000			De la tabla III	2.034	(III)P4	0.000	
E' Del Meridiano C.		16	419	837			De la gráfica		A6	0.000	
Falso Este		500	000	000							
E		516	419	837					N	2178,113.	273

Fecha de cálculo: 31-Agosto-1986 Por: Fernando Gmo. Mtz. V. Revisa: Fernando Gmo. Mtz. Vargas

COORDENADAS DE LA CUDRICULA UNIVERSAL TRANSVERSA DE MERCATOR U.T.M.

ESTACION "CADENA" LOCALIZACION MCPIO. SN. JUAN TEOTIHUACAN, MEXICO.
 ZONA 14 ESFEROIDE CLARKE 1866 UNIDAD METRO

LATITUD	φ	19° 42'	23" 303	P	0.0378910	LONGITUD λ	96° 53'	41" 09
De la tabla IV igual minuto que φ	291	120	978	P2	0.0014357	Meridiano Central λ ₀	99	00 00
Interpolación para segundos de φ		-11	710	P3	0.0000544	Δλ	6	1891
Δλ IV de la gráfica		0	003	P4	0.0000020			378" 91
(IV)	291	109	271			De la tabla I igual minuto que φ	2'	178, 154.023
De la tabla V igual minuto que φ		88	736			Interpolación para segundos de φ		716 248
Interpolación para segundos de φ		-0	020			(I)	2'	178, 870.271
(V)		88	716			De la tabla II igual minuto que φ		
(IV)P	1103	0421				Interpolación para segundos de φ		
(V)P ³		0	005			(II)	2,	379.527
De la gráfica		0	000			De la tabla III		2.035
Este Del Meridiano C.	E'	1103	0426			De la gráfica	A ₆	0.000
Falso Este	EE	500	000	000				
€	511	030	426				N	2'178, 873.687

Fecha de cálculo: 31-Agosto-1986 Por: Fernando Gmo. Miz. Vargas Reviso: Fernando Gmo. Miz. Vargas

Requerimientos topográficos

Puesto que uno de los objetivos principales de la Tesis es la descripción de la zona arqueológica "Cadena", se requerirá de los conocimientos básicos de la Topografía, - considerando las siguientes etapas:

Reconocimiento

Al igual que el reconocimiento geodésico, enmarcado - en fotografías aéreas y localizado en las cartas topográficas, el recorrido directo en el campo se destina para establecer las condiciones de trabajo, ubicando para ello un - estacamiento a fin de localizar asentamientos estructurales prehispánicos con una poligonal de apoyo a cabo de analizar las condiciones del terreno.

Observaciones de campo

Con el propósito de obtener la información descrita - con anterioridad, el levantamiento topográfico se llevará a cabo con el siguiente instrumental:

- 1 Teodolito con capacidad de 1"
- 1 Equialtimetro
- 1 Longimetro de 30 mts. de acero
- 2 Estadales
- 3 Plomadas de 6 onzas c/u.
- 12 Fichas topográficas
- 1 Nivel de mano
- 2 Balizas

Los ángulos horizontales se medirán internos y en el sentido derecho, aplicando el método de repeticiones de - 2 series.

La distancia entre los vértices se medirán en cada - puesta de aparato en ida y regreso.

Se efectuará una nivelación de circuito por los vértices de la poligonal.

La localización de asentamientos y configuración se efectuará por medio del método estadimétrico.

Cálculos de campo

Dado el propósito específico el levantamiento se hará

de forma ordinaria, considerando como base los errores - máximos admisibles.

La tolerancia en medidas de distancias en ida y regreso;

$$T = 2Em.$$

Tolerancia de cierre angular

$$T = \pm a \sqrt{n}$$

aplicando la condición;

$$\sum \pm \text{int} = 180(n-2)$$

por lo cual la tolerancia en el cierre de la poligonal será mínima de 1:5,000

Por lo que respecta a la configuración, la nivelación de vértices se registrará bajo la tolerancia Topográfica:

$$T = 1\text{cm} \sqrt{L}$$

Planimetría

Medidas de ángulos y distancias

Un antecedente importante dentro del reconocimiento preliminar, son las observaciones de direcciones efectuadas con brújula (apoyada sobre tripié), midiendo los rumbos hacia atrás y hacia adelante en cada vértice, para que por diferencia de rumbos se calcula en cada punto el valor aproximado del ángulo interior, es decir:

Est.	P.V.	Rumbro Magnético	Croquis	Angulo interior
1	21	S 60° 00' W		171° 00'
	2	N 70 00 E		

de la misma forma, los ángulos interiores de los vértices serán:

Estación	Angulo interior
2	193° 30'
3	156 00
4	178 00
5	190 30
6	106 00
7	164 00
8	173 00
9	156 00
10	197 00
11	164 00

Estación	Angulo interior
12	155° 00'
13	149 30
14	162 30
15	112 00
16	180 30
17	199 30
18	167 00
19	161 00
20	183 30
21	102 30

si aplicamos la condición;

$$\sum \angle_{int} = 180^\circ (n-2)$$

y la tolerancia;

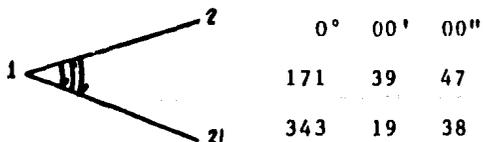
$$T = \pm a \sqrt{n}$$

entonces

$$T = \pm 30' \sqrt{21} = 2^\circ 17'$$

como la suma de ángulos interiores resulta 3422° y la condición establece 3420° , entonces la diferencia de 2° es aceptada dentro de la tolerancia especificada.

La medición angular con Teodolito se efectuó por el método de repeticiones con 2 series, es decir; para el vértice 1 tenemos:



$$\therefore \frac{343^\circ 19' 38''}{2} = 171^\circ 39' 49''$$

de la misma forma se obtienen los ángulos interiores de todos los vértices:

Estación	Angulo interior
2	192° 33' 47"
3	155 56 26
4	178 48 59
5	190 29 49
6	105 41 07
7	164 45 13
8	172 54 05
9	155 57 47
10	196 15 29
11	164 04 45

Estación	Angulo interior
12	155° 21' 35"
13	148 53 41
14	162 24 05
15	111 30 35
16	179 38 22
17	200 32 20
18	166 35 41
19	160 27 41
20	183 15 53
21	102 12 56

donde la suma de ángulos interiores suma 3420° 00' 05" ; -
si la tolerancia especificada es:

$$T = \pm a \sqrt{n} = 46''$$

entonces se considera que es aceptable.

En la medición de distancias se utilizó para su horizontalidad un nivel de mano y plomadas en los extremos, - marcándose los tramos intermedios con fichas topográficas. Si se observa como regla general en campo, que la discre--

pancia de medición es: 1 mm. por cada 10 m. entonces, a -
 100 m. la discrepancia a tolerar será de 1 cm. Por lo --
 cuál, se tomará como medida la media aritmética para cálcu
 lo de planilla, o sea, para lado 1-2 será:

$$\overrightarrow{L_1} = 68.102$$

$$\overleftarrow{L_2} = 68.098$$

como la discrepancia entre los 2 es de 0.004, se encuentra
 dentro de la regla anunciada, por lo cuál la media aritmé-
 tica será:

$$L = 68.100$$

de la misma manera se obtienen las demás distancias, o sea:

Lado	dist.
2-3	77.460
3-4	81.760
4-5	52.143
5-6	35.617
6-7	30.210
7-8	43.518
8-9	54.030
9-10	58.935
10-11	106.503
11-12	82.545

Lado	dist.
12-13	63.297
13-14	80.421
14-15	80.205
15-16	61.045
16-17	91.580
17-18	64.153
18-19	55.216
19-20	62.363
20-21	41.147
21-1	54.167

Cálculo del rumbo línea 20-21.

El cálculo de rumbos de la poligonal se efectúa en base a los azimutes geodésicos, es decir, haciendo estación en el vértice "Cadena" observamos un punto de la poligonal principal y el vértice geográfico Cerro Cotla, con observaciones de repetición de 4 series, obteniendo por tanto:

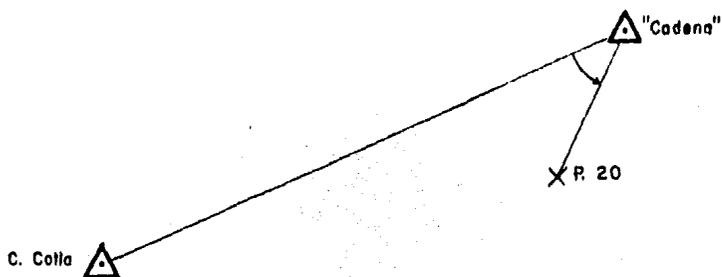


FIGURA 17

sean los datos:

Azimut C. Cotla - "Cadena" = $259^{\circ} 18' 18''.874$

dist. "Cadena" - P. 20 = 75.639 m.

\angle ob. P.20 - C. Cotla = $23^{\circ} 53' 59''.4$

C. Cotla (φ, d) = ($19^{\circ} 42' 04''.697$, $98^{\circ} 55' 25''.156$)

"Cadena" (φ, d) = ($19 42 23.303$, $98 53 41 .090$)

obtenemos el azimut inverso "Cadena" - C. Cotla por la ecuación:

$$-\Delta\alpha = \Delta d \frac{\text{sen } Y_m + \Delta d}{\cos \frac{\Delta\varphi}{2}} \cdot F$$

si

$$F = \frac{1}{12} \operatorname{sen}^4 \psi_m \cos^2 \psi_m \operatorname{sen} l''$$

por lo tanto:

$$-\Delta\alpha = 35''.2$$

si azimut inverso "Cadena" - Cerro Gotla

$$\alpha' = \alpha + \Delta\alpha'' - 180^\circ$$

$$\alpha' = 79^\circ 17' 43''.674$$

ahora bien para conocer el azimut lfnea "Cadena" - P.20
tendremos

$$\alpha' = -79^\circ 17' 43''.674$$

$$\neq \text{ob.} = \frac{23^\circ 53' 59''.4}{}$$

$$\text{azimut } \alpha'' = 55^\circ 23' 44''.274$$

se calculan las coordenadas geográficas del Punto 20.

si:

$$\varphi \text{ "Cadena"} = 19^\circ 42' 23''.303$$

$$\lambda \text{ "Cadena"} = 98 \quad 58 \quad 41.090$$

azimut línea "Cadena" - P.20 = 55 23 44.274

dist. "Cadena" - P.20 = 75,639 m.

$a = 6'378,206,4$ $e^2 = 0,006768658$

y aplicando las ecuaciones enunciadas en las pág. 59 y 60
tenemos:

diferencia de Latitud:

$$\Delta\psi = - 1''.397$$

ahora bien:

$$\psi \text{ "Cadena" } = 19^\circ 42' 23''.303$$

$$\Delta\psi = \underline{\quad - 1.397 \quad}$$

$$\psi \text{ P.20 } = 19^\circ 42' 21''.906$$

diferencia de Longitud:

$$\Delta\lambda = 0''.000$$

por lo cual la Longitud no varía

$$\lambda \text{ P.20 } = 98^\circ 53' 41''.090$$

conocidas las coordenadas del punto 20 obtenemos el azimut inverso Línea P.20-"Cadena", o sea;

$$\alpha'' = 235^{\circ} 23' 44''.274$$

como se observa el azimut no varfa porque su $\Delta\alpha = 0$.

ahora bién:

Est.	P.V.	\ominus	Observaciones
20	21	$0^{\circ} 00' 00''$	Promedio de las observaciones de repetición de 4 series
	"Cadena"	$80^{\circ} 00' 05''.3$	

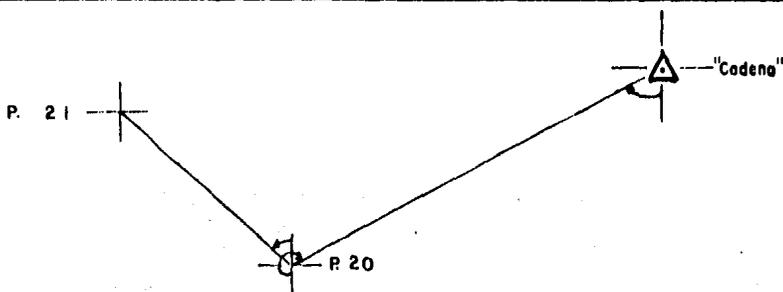


FIGURA 18

por lo tanto, el azimut Línea 20-21 será:

$$\text{azimut inverso línea 20- "Cadena"} = 235^{\circ} 23' 44''.274$$

$$\angle \text{interior punto 20} = \underline{80 \quad 00 \quad 05''.300}$$

$$\text{Azimut línea 20-21} = 155^{\circ} 23' 38''.974$$

que equivale al rumbo:

N 24° 36' 21",026 W

con el cuál se calculará la planilla.

Cálculo de coordenadas U.T.M.

Se calculan las coordenadas aplicando las tablas para la conversión de coordenadas Geográficas a U.T.M. Elipsoide Clarke 1866, o sea:

E = 511,030.453

N = 2'178,830.748

de la misma forma se calculan las coordenadas de los demás vértices.

Compensación angular

Los ángulos interiores de la poligonal principal se compensan repartiendo el error en los ángulos cuyos lados son menores, o sea;

que los ángulos compensados serán:

Est.	Angulo interior
4	178° 48' 58
5	190 29 48
6	105 41 06
7	164 45 12
20	183 15 52

se presenta en seguida la planilla de cálculo de la poligonal principal, a fin de obtener la precisión deseada.

Para el cálculo de esta planilla se utiliza el rumbo geográfico deducido, distancias de la pág. 84 y ángulos compensados, por lo tanto:

PLANILLA DE CALCULO

Observ6: Fernando G. Martfnez Calcul6: Fernando G. Martfnez Revis6: Fernando G. Mtz.

EST.	PK.	DIST.	CURBO	PROYECCIONES S/C			CORRECCIONES			PROYECCIONES CORR.			
				E	W	N	S	X	Y	E	W	N	S
1	2	68.100	N61.3053714E	59.856		32.919		-0.006	-0.003	59.850		32.916	
2	3	77.980	N98.5706974E	58.417		50.867		-0.005	-0.009	58.412		50.863	
3	4	81.760	N73.000974E	78.182		23.889		-0.007	-0.002	78.185		23.887	
4	5	52.143	N79.112974E	50.172		19.202		-0.005	-0.001	50.167		19.201	
5	6	35.617	N63.4154974E	31.930		15.782		-0.003	-0.001	31.927		15.781	
6	7	30.210	S41.5711026E	20.209		22.955		-0.002	+0.002	20.207		22.957	
7	8	43.548	S26.4423026E	19.580		38.864		-0.002	+0.003	19.578		38.867	
8	9	54.230	S19.3828026E	18.161		50.886		-0.002	+0.004	18.159		50.890	
9	10	58.895	S 4.2344974W		9.517	58.742		0.000	0.005	9.517		58.767	
10	11	106.503	S11.5144026E	21.893		104.229		-0.002	+0.009	21.891		104.238	
11	12	82.545	S 9.0330974W		5.842	82.338		+0.001	+0.007	5.843		82.345	
12	13	63.297	S28.9155974W		30.396	55.521		+0.003	+0.005	30.399		55.526	
13	14	80.421	S59.9814974W		69.509	40.948		+0.006	+0.003	69.625		40.951	
14	15	80.205	S77.4909974W		78.274	17.492		+0.007	+0.001	78.281		17.493	
15	16	61.045	N39.0625026W		34.230	50.545		+0.003	-0.004	34.233		50.541	
16	17	91.580	N33.4447026W		50.874	76.449		+0.005	-0.006	50.879		76.443	
17	18	64.153	N54.1707026W		52.088	37.499		+0.005	-0.003	52.083		37.496	
18	19	55.216	N 40.5946026W		36.138	41.748		+0.003	-0.003	36.141		41.745	
19	20	62.363	N21.20249026W		22.695	58.087		0.002	-0.005	22.697		58.082	
20	21	41.147	N24.3621026W		17.133	37.411		+0.002	-0.003	17.135		37.408	
21	1	54.167	N53.1042494E	23.361		32.484		-0.004	-0.003	23.357		32.461	
SUMAS		1344.915		901.771	901.648	971.012	970.995	0.075	0.277	901.733	901.733	971.034	971.034

Regla del Trfnsito

$EX = 0.075$ $EY = 0.077$
 $EX^2 = 0.005625$ $EY^2 = 0.005929$
 $EX = \frac{\sum EX + EY}{\text{POTENCIA}} = \frac{0.1074695}{1.12,500}$
 $EX = 0.000081352$
 $CX = 0.000933455$

$\sum N + \sum S = 942.067$
 $\sum E + \sum W = 803.967$

Coordenadas Ortogonales:

VERTICE	X	Y
1	510,994.390	2'178,900.600
2	511,054.240	2'178,933.076
3	511,112.652	2'178,983.939
4	511,190.837	2'179,007.826
5	511,241.004	2'179,022.027
6	511,272.931	2'179,037.808
7	511,293.138	2'179,015.351
8	511,312.716	2'178,976.484
9	511,330.875	2'178,925.594
10	511,326.358	2'178,866.827
11	511,348.249	2'178,762.589
12	511,342.406	2'178,680.244
13	511,312.007	2'178,624.718
14	511,242.492	2'178,584.267
15	511,164.211	2'178,566.774
16	511,129.978	2'178,617.315
17	511,079.099	2'178,693.458
18	511,027.006	2'178,730.904
19	510,990.865	2'178,772.649
20	510,968.168	2'178,830.731
21	510,951.033	2'178,868.139

Nivelación

Una vez conformada la poligonal, se realiza la nivelación sobre todos los puntos de la poligonal a fin de - que sirvan de apoyo para la configuración; por esto, se - efectúa una nivelación de circuito por el método diferencial. (por alturas).

Dado el propósito específico del levantamiento se - considerará una cota arbitraria sobre el vértice No. 1 - con el solo propósito de tener un banco de nivel como referencia.

Registro de niveles

Observó: Fernando G. Martínez

EST.	ALRAS +	π	DELANTE -	ELEVACION	OBSERVACIONES
BN ₁	2.147	102.147		100.000	Est. Poligonal
2	0.878	100.999	2.032	100.115	
3	0.875	99.243	2.625	98.368	
PL1	0.695	97.803	2.135	97.108	
4	0.827	96.547	2.093	95.760	
PL2	0.643	95.086	2.149	94.443	
5	0.357	92.816	2.627	92.459	
PL3	0.923	91.963	2.276	90.540	
6	0.405	89.838	2.030	89.433	
7	0.161	86.978	3.021	86.817	
PL4	1.073	85.347	2.709	84.219	
8	0.238	83.779	1.806	83.541	
9	1.500	82.886	2.393	81.386	
10	1.046	81.889	2.093	80.843	
11	2.273	80.647	3.515	78.379	
12	2.505	80.222	2.930	77.717	
13	1.983	80.118	2.087	78.135	
14	2.379	82.305	0.192	79.926	
PL5	2.797	84.805	0.297	82.008	
15	2.426	87.204	0.027	84.778	
PL6	2.647	89.431	0.420	86.769	
16	2.684	91.562	0.553	88.878	
PL7	2.056	93.270	0.348	91.214	
PL8	1.757	94.294	0.933	92.337	
17	2.821	96.538	0.571	93.717	
18	1.576	97.872	0.242	96.296	
PL9	2.694	99.601	0.965	96.907	
19	2.739	100.952	1.388	98.213	
20	1.489	101.425	0.936	100.016	
21	2.665	101.768	2.322	99.103	
1			1.767	100.001	BN ₁
Σ	49.379	-	49.378	= 0.001	Comprobación
si $t = 0.01 \sqrt{1.344415} = 0.011$ $E = 0.001$ es aceptable					

Configuración y localización de asentamientos.

Al conformarse la poligonal y nivelar sus vértices, se procede a configurar el terreno, identificando además las estructuras prehispánicas, definidas por sus diferentes formas.

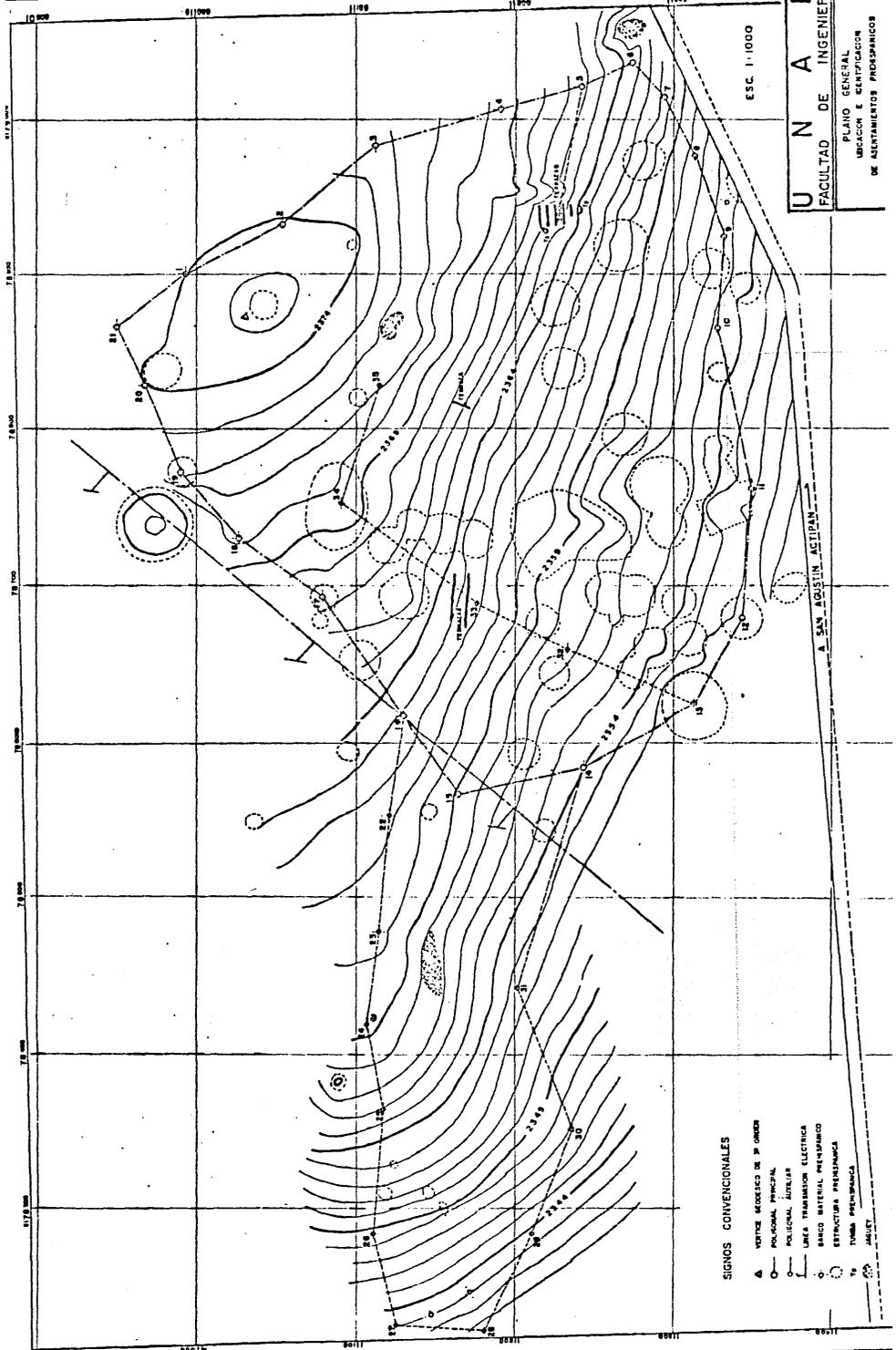
Dada la complejidad de la localización de las estructuras prehispánicas, se identifican por montículos, los cuales se observan por una dirección al centro y otra al extremo inferior si su forma es circular, en caso contrario se localizan con tantas direcciones como sean necesarias.

La configuración y la localización de los asentamientos prehispánicos, se efectúa apoyándose sobre los vértices de la poligonal, de los cuales se radia a criterio.

Se complementa además la configuración con una poligonal abierta hacia el centro de la poligonal principal debido a las condiciones Topográficas del terreno, a fin de completar la información. Cabe mencionar también que se efectuó otra poligonal auxiliar apoyada sobre la principal.

Por lo cual el método de Estadia se utilizó, tanto en la localización de asentamientos, así como en las poligonales auxiliares (fig. PL-1).

La elevación de las curvas de nivel se deduce de la -
carta Topográfica.



SIGNOS CONVENCIONALES

- ▲ VERTICE GEODESICO DE 3ª ORDEN
- POLIGONO PRINCIPAL
- POLIGONO ADJUNTO
- LINEA TRANSMISION ELECTRICA
- BARRIO MATERIAL PRENSAMICO
- ESTRUCTURA PRENSAMICA
- Ts TUBERIA PRENSAMICA
- ▲ JALLET

U N A M
 PLANO GENERAL
 DIRECCION E DISEÑO
 DE ASISTENTES PROFESORALES

ESC. 1:1000

A. SAN AGUSTIN ACTIVAN

CAPITULO IV

C O N C L U S I O N E S

Siendo obligación de los profesionales de la Ingeniería Topográfica obtener el mayor beneficio posible de las actividades que realizan y en virtud de los escasos y costosos recursos con que cuentan, hubo necesidad de recurrir a métodos ya desarrollados y de creación específica para el trabajo que garantizarán la eficacia de la labor, poniendo especial interés en la mejor utilización de la información Topográfica elaborada, por ser el punto de partida para el desarrollo de nuevos proyectos. El uso de la minicomputadora también resultó un factor importante en la simplificación del trabajo y en el procesamiento de la información al reducir costos y tiempos en la elaboración del cálculo.

Considerando que existen vértices de primer orden -- dentro de la red geodésica Nacional que permitan la ubicación e interconexión de coordenadas geográficas se determinaron vértices de segundo y tercer orden a fin de lograr una óptima confiabilidad al proyecto, describiendo la localización de asentamientos.

Para esto, en base a dos vértices de primer orden se proyecta una triangulación considerada como figura aislada y precisándola hasta diezmilésimas dando confiabilidad más adecuada a fin de que se aproveche al máximo la precisión. Al considerar como base de la triangulación al lado entre las dos vértices de coordenadas conocidas simplificamos el trabajo de campo hasta un 70% puesto que se reduce a la observación de ángulos de las triangulaciones conformando así la condición triangular, reduciendo el trabajo de gabinete a cálculo de azimutes, los cuales al trabajarlos en sus dos direcciones (Cerro Gordo - Pirámide de la Luna y Cerro Cotla - Pirámide de la Luna) se comprueba la eficiencia del proyecto.

Puesto que el levantamiento se efectúa con propósitos específicos y dada la rigidez de las triangulaciones, las observaciones se efectúan con series de 8 y 4 respectivamente que si bien tienden a bajar su confiabilidad, ésta se estabiliza por el apoyo geodésico de primer orden, así como por la capacidad de lectura del instrumento utilizado (Wild T-2), reduciendo a su vez hasta milésimos los cálculos precedentes. Además en apoyo a los azimutes se simplifica el cálculo de las direcciones de la poligonal, la cuál se encuentra íntimamente ligada.

Con la transformación de coordenadas la información

del proyecto queda complementado para su fácil manejo y -- comprensión.

El levantamiento topográfico de la poligonal se efectúa de forma tradicional, así como también la configuración.

Por otra parte se observó que la diferencia entre el anteproyecto y el proyecto fué mínima: de $\pm 1''$, lo cual demuestra la confiabilidad de la información.

Es así como se elimina la duplicidad de esfuerzos -- utilizando la información disponible.

Finalmente quedó demostrada la importancia de la Topografía en las distintas ramas de la ciencia, no sólo en las ciencias exactas, sino también en las sociales, como es el caso de la Arqueología.

REFERENCIAS

- Anderson, J. Durston, B. y Poole, M. 1984. Redacción de -
Tesis y Trabajos Escolares (11a. ed.) México: Diana.
- Apuntes de Clase
- Caire L. Jorge, 1986. La Proyección Cartográfica para la
República Mexicana (1a. ed.) México: Unam.
- Glosario de Términos Geodésicos, 1977. Argentina: Institu-
to Panamericano de Geografía e Historia.
- Higashida M. Sabro, 1972. Topografía General.
- Montes De Oca Miguel, 1978. Topografía (4a. ed.) México:
Representaciones y servicios de Ingeniería.
- Normas Técnicas Para Levantamientos Geodésicos y Levanta-
mientos Aerofotográficos, 1985. México: Diario Oficial -
de la Federación.
- Sainz de Robles F.C. 1981. Diccionario Español de Sinóni-
mos y Antónimos (8a. ed.) España: Aguilar.
- Síntesis Geográfica del Estado de México, 1984. México: -
INEGI.

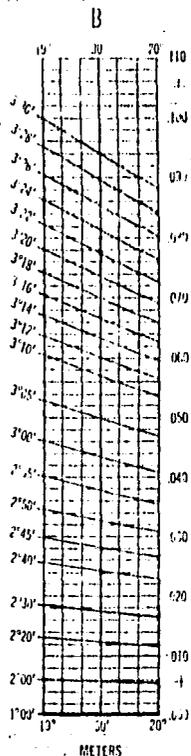
Year	Ch	Dir	(Ch)	Dir	(Ch)
19 01	2 17 317.7	30.73400	2 307.777	0.02805	1.994
02	2 17 317.7	30.73400	2 307.777	0.02805	1.994
03	2 17 317.7	30.73400	2 307.777	0.02805	1.994
04	2 17 317.7	30.73400	2 307.777	0.02805	1.994
19 05	2 17 317.7	30.73420	2 315.932	0.02859	1.999
06	2 17 317.7	30.73427	2 317.647	0.02857	2.000
07	2 17 317.7	30.73432	2 319.762	0.02856	2.001
08	2 17 317.7	30.73437	2 321.076	0.02855	2.002
09	2 17 317.7	30.73443	2 322.788	0.02854	2.003
19 10	2 119 142.117	30.73448	2 324.501	0.02852	2.004
11	2 120 986.186	30.73455	2 325.212	0.02851	2.005
12	2 122 830.259	30.73460	2 327.923	0.02850	2.006
13	2 124 674.335	30.73465	2 329.632	0.02848	2.007
14	2 126 518.414	30.73472	2 331.341	0.02847	2.008
19 15	2 128 362.497	30.73477	2 333.049	0.02846	2.009
16	2 130 206.583	30.73482	2 334.757	0.02844	2.010
17	2 132 050.672	30.73488	2 336.463	0.02843	2.011
18	2 133 894.766	30.73493	2 338.169	0.02842	2.012
19	2 135 738.862	30.73500	2 339.874	0.02840	2.013
19 20	2 137 582.962	30.73505	2 341.579	0.02839	2.014
21	2 139 427.065	30.73512	2 343.282	0.02838	2.015
22	2 141 271.172	30.73517	2 344.985	0.02836	2.016
23	2 143 115.282	30.73522	2 346.687	0.02835	2.017
24	2 144 959.395	30.73528	2 348.388	0.02834	2.018
19 25	2 146 803.512	30.73533	2 350.088	0.02833	2.019
26	2 148 647.632	30.73540	2 351.788	0.02831	2.020
27	2 150 491.756	30.73545	2 353.486	0.02830	2.021
28	2 152 335.883	30.73550	2 355.184	0.02829	2.022
29	2 154 180.013	30.73557	2 356.881	0.02827	2.023
19 30	2 156 024.147	30.73562	2 358.578	0.02826	2.023
31	2 157 868.294	30.73568	2 360.273	0.02825	2.024
32	2 159 712.425	30.73573	2 361.968	0.02823	2.025
33	2 161 556.569	30.73580	2 363.662	0.02822	2.026
34	2 163 400.717	30.73585	2 365.355	0.02821	2.027
19 35	2 165 244.863	30.73590	2 367.048	0.02819	2.028
36	2 167 089.023	30.73597	2 368.749	0.02818	2.029
37	2 168 933.181	30.73603	2 370.430	0.02817	2.030
38	2 170 777.343	30.73608	2 372.120	0.02815	2.031
39	2 172 621.503	30.73613	2 373.809	0.02814	2.032
19 40	2 174 465.676	30.73620	2 375.497	0.02813	2.033
41	2 176 309.848	30.73625	2 377.185	0.02811	2.034
42	2 178 154.023	30.73630	2 378.872	0.02810	2.035
43	2 179 998.201	30.73637	2 380.558	0.02809	2.035
44	2 181 842.383	30.73643	2 382.243	0.02807	2.036
19 45	2 183 686.569	30.73648	2 383.927	0.02806	2.037
46	2 185 530.758	30.73655	2 385.611	0.02805	2.038
47	2 187 374.951	30.73660	2 387.293	0.02803	2.039
48	2 189 219.147	30.73665	2 388.975	0.02802	2.040
49	2 191 063.346	30.73672	2 390.657	0.02801	2.041
19 50	2 192 907.549	30.73677	2 392.337	0.02799	2.042
51	2 194 751.755	30.73683	2 394.016	0.02798	2.043
52	2 196 595.965	30.73690	2 395.695	0.02797	2.044
53	2 198 440.179	30.73695	2 397.373	0.02795	2.045
54	2 200 284.396	30.73700	2 399.050	0.02794	2.045
19 55	2 202 128.616	30.73707	2 400.726	0.02792	2.046
56	2 203 972.840	30.73713	2 402.402	0.02791	2.047
57	2 205 817.069	30.73718	2 404.077	0.02790	2.048
58	2 207 661.299	30.73723	2 405.750	0.02788	2.049
59	2 209 505.533	30.73730	2 407.423	0.02787	2.050
20 00	2 211 349.771		2 409.096		2.051

CLARKE 1866 SPHEROID
METERS

$$E = (IV)p + (V)p^2 + B_5$$

p = 0.001 Δh "

(IV)	Diff. 1"	(V)	Diff. 1"
292 365.144	-0.48531	90.876	-0.00084
292 336.026	0.48572	90.825	0.00094
292 306.883	0.48613	90.775	0.00084
292 277.715	0.48654	90.725	0.00084
292 248.522	0.48695	90.674	0.00084
292 219.315	-0.48736	90.624	-0.00084
292 190.095	0.48777	90.573	0.00084
292 160.877	0.48818	90.523	0.00084
292 131.566	0.48859	90.472	0.00084
292 102.191	0.48900	90.422	0.00084
292 072.851	-0.48941	90.371	-0.00084
292 043.486	0.48982	90.320	0.00084
292 014.096	0.49023	90.270	0.00084
291 984.682	0.49064	90.219	0.00085
291 955.244	0.49105	90.168	0.00085
291 925.780	-0.49146	90.118	-0.00085
291 896.292	0.49187	90.067	0.00085
291 866.780	0.49228	90.016	0.00085
291 837.243	0.49269	89.965	0.00085
291 807.681	0.49311	89.914	0.00085
291 778.095	-0.49351	89.863	-0.00085
291 748.484	0.49392	89.812	0.00085
291 718.848	0.49433	89.761	0.00085
291 689.188	0.49474	89.710	0.00085
291 659.504	0.49515	89.659	0.00085
291 629.795	-0.49556	89.608	-0.00085
291 600.061	0.49597	89.557	0.00085
291 570.302	0.49638	89.505	0.00085
291 540.519	0.49679	89.455	0.00085
291 510.712	0.49720	89.404	0.00085
291 480.880	-0.49761	89.353	-0.00085
291 451.023	0.49802	89.301	0.00085
291 421.142	0.49843	89.250	0.00085
291 391.236	0.49884	89.199	0.00086
291 361.306	0.49925	89.148	0.00086
291 331.351	-0.49966	89.096	-0.00086
291 301.371	0.50007	89.045	0.00086
291 271.367	0.50048	88.994	0.00086
291 241.338	0.50089	88.942	0.00086
291 211.285	0.50130	88.891	0.00086
291 181.207	-0.50170	88.839	-0.00086
291 151.105	0.50211	88.788	0.00086
291 120.978	0.50252	88.736	0.00086
291 090.827	0.50293	88.685	0.00086
291 060.651	0.50334	88.633	0.00086
291 030.451	-0.50375	88.581	-0.00086
291 000.226	0.50416	88.530	0.00086
290 969.976	0.50457	88.478	0.00086
290 939.702	0.50498	88.426	0.00086
290 909.404	0.50538	88.375	0.00086
290 879.081	-0.50579	88.322	-0.00086
290 848.733	0.50620	88.271	0.00086
290 818.361	0.50661	88.219	0.00086
290 787.964	0.50702	88.167	0.00086
290 757.543	0.50743	88.115	0.00087
290 727.097	-0.50784	88.064	-0.00087
290 696.627	0.50824	88.012	0.00087
290 666.132	0.50865	87.960	0.00087
290 635.613	0.50906	87.908	0.00087
290 605.070	0.50947	87.856	0.00087
290 574.501		87.804	



Δ'(IV) A.
METERS

