

13  
201

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA  
DE MEXICO

ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES  
ARAGON



"MANUAL DE PRACTICAS DE  
TOPOGRAFIA"

**T E S I S**

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:  
INGENIERO CIVIL  
P R E S E N T A :  
ALEJANDRINA GUERRERO SAAVEDRA

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN





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 está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

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

# I N D I C E

	Pag.
Introducción	
Capítulo I. GENERALIDADES . . . . .	1
1.1 Definición de Topografía . . . . .	1
1.2 Actividades Topográficas . . . . .	2
1.3 Estudio de los Errores . . . . .	2
1.4 Manera de Mejorar las Mediciones . . . . .	6
1.5 Elementos que debe contener un reporte de prácticas.	7
1.6 Práctica No. 1 "Conocimiento del Equipo de Topografía". . . . .	9
Capítulo II. PLANIMETRIA . . . . .	41
2.1 Práctica No. 2 "Mediciones Lineales y Angulares" . . . . .	41
2.2 Práctica No. 3 "Levantamiento con Cinta" . . . . .	57
2.3 Práctica No. 4 "Levantamiento con cinta de un predio sin construir" . . . . .	73
2.4 Práctica No. 5 "Levantamiento con brújula de un predio sin construir" . . . . .	86
2.5 Práctica No. 6 "Levantamiento urbano o levantamiento con tránsito y cinta" . . . . .	105
Capítulo III. ALTIMETRIA . . . . .	138
3.1 Práctica No. 7 "Nivelación Diferencial" . . . . .	138
3.2 Práctica No. 8 "Nivelación de Perfil y Secciones Transversales" . . . . .	150
3.3 Práctica No. 9 "Anteproyecto de una vía de comunicación". . . . .	163
Capítulo IV. PLANIMETRIA Y ALTIMETRIA SIMULTANEAS . . . . .	184
4.1 Práctica No. 10 "Levantamiento Taquimétrico". . . . .	184

	Pag.
Capítulo V. ENLACE ENTRE TANGENTES . . . . .	194
5.1 Práctica No. 11 "Curva Horizontal" . . . . .	194
Capítulo VI. FOTOGRAMETRIA . . . . .	205
6.1 Práctica No. 12 "Fotogrametría". . . . .	205
Capítulo VII. CONCLUSIONES . . . . .	219
7.1 Conclusiones Generales y Aplicaciones en Ingeniería Civil. . . . .	219
Referencias . . . . .	228

## I N T R O D U C C I O N

Considerando que el área de la Topografía es de gran aplicación dentro de la Ingeniería, ha sido mi preocupación desde el momento en que me enfrenté a ella, el tener un documento accesible a los alumnos, ya que su estudio y ejecución requieren dedicar un constante número de horas-trabajo-conocimiento para de esta manera, llegar al éxito y coronar nuestro esfuerzo.

Por otra parte notemos que la mayoría de los libros de Topografía, nos presentan la teoría donde podemos apreciar la estrecha relación que existe con otras ramas del conocimiento, que en muchos casos son esenciales, pues se convierten en instrumentos y/o herramientas para éstas. El vincular, el amalgamar estas materias presentadas así como hasta el momento las hemos estudiado resulta la prueba más palpable a nuestra inteligencia, ya que de vemos despertar habilidades manuales, técnicas y científicas.

Por tal motivo, presento este trabajo para el estudiante -- con la finalidad de complementar la exposición verbal del profesor de Teoría y de la ejecución de las prácticas guiadas por el profesor de Prácticas a fin de que sea más expedita su participación en el proceso enseñanza-aprendizaje. Esto debido a que esta materia en la mayoría de los casos es completamente nueva e imaginada por los estudiantes, al tomar el curso por primera vez, ya que deben tener la responsabilidad de realizar esta actividad con un espíritu de competencia y honestidad; porque si éste es -

negligente en su trabajo será considerado como el único responsable de los errores cometidos en los estudios y proyectos en que participe.

El presente trabajo proporciona todos los elementos necesarios para cada una de las prácticas, abarcando desde material, - equipo, procedimiento de ejecución (en campo), la manera de elaborar los registros de campo, métodos de cálculo (explicando detalladamente como se efectúa cada uno y su correcto ajuste si es que existiera algún error (tolerable), planillas de cálculo y materialización gráfica de todo el trabajo topográfico que es el dibujo (se incluye un ejemplo de éstos).

El manual contiene algunas prácticas de gabinete (teóricas) donde se efectúan cálculos con los datos obtenidos en las prácticas de campo anteriores, mostrándose claramente su aplicación en la carrera, tal es el caso del proyecto geométrico de una vía de comunicación entre otras.

Este volumen no pretende ser una obra de referencia exhaustiva, ni debe considerarse como el texto que debe seguirse al pie de la letra, por el contrario, fue escrito y adaptado para satisfacer la necesidad de un tratamiento comprensible y significativo de la Topografía Básica. Con este fin y para cada tema importante se presentan ejemplos numéricos detallados, explicados - paso a paso del procedimiento de cálculo.

Por otra parte no quisiera que en un momento dado, este ma-

nual ocasiones perca mental en el alumno, es decir, que lo trate copiar; sino que por el contrario investigue un poco más acerca de cada tema.

Por último, para que este texto sea aprovechado al máximo - se necesita de la ayuda del profesor; el cual decidirá en el momento oportuno lo que debe ampliarse o reducirse, teniendo en cuenta su amplia experiencia; la cual le indicará el valor efectivo del manual para el fin que se diseñó. Pero basta de presentación, veamos su contenido.

## C A P I T U L O 1.

### GENERALIDADES.



## CAPITULO 1

## GENERALIDADES

1.1 Definición de Topografía.

Es la ciencia que trata de los principios y métodos empleados para determinar las posiciones relativas de los puntos sobre la tierra, por medio de medidas y usando tres elementos en el espacio (distancia, elevación y dirección) o una combinación de éstos. Elaborando planos, configurándolos, determinación de áreas, volúmenes, etc.

Del griego "TOPÓS", lugar y "GRAPHEIN", describir.

División de Topografía. Para su estudio se divide en:

Topología.- Estudia las leyes que rigen las formas del terreno.

Topometría.- Establece los métodos geométricos de medida.

Planografía.- Es la representación gráfica de los resultados y constituye el dibujo topográfico.

Para que sea completa una parte de la superficie terrestre, debe contener:

a) La forma general del terreno: perimetro, detalles; como construcciones, caminos, puentes, ríos, etc.

b) La diferencia de elevación que guardan los puntos del terreno con respecto a una superficie de referencia.

c) La superficie del terreno (área).

Por lo tanto la Topografía, según las operaciones que reali

za para representar el terreno, se divide en:

Planimetría. - Estudia los diversos procedimientos e instrumentos que tienen como finalidad el proyectar sobre una superficie plana horizontal, la posición de los puntos del terreno. Sus operaciones fundamentales son el levantamiento y el trazo.

Altimetría. - Determina los procedimientos que proporcionan la posición relativa de los puntos de la superficie terrestre en proyección vertical, es decir, su altura con respecto a un nivel de referencia. Su operación fundamental es la nivelación.

Agrimensura. - Comprende los métodos empleados para medir el área de los terrenos y el fraccionamiento.

### 1.2 Actividades Topográficas

De campo. - Se refiere a todas aquellas que se lleven a cabo para la obtención de datos topográficos, como levantamientos (topográficos o geodésicos), nivelación (diferencial, de perfil o de secciones transversales), trazo de curvas (horizontales, verticales o simultáneas), levantamientos taquimétricos, etc.

De Gabinete. - Comprende el análisis de los datos obtenidos en -- campo, reducidos a una forma útil mediante cálculos matemáticos ajustados y con frecuencia convertidos a modalidades gráficas de expresión, como cartas topográficas y planos.

### 1.3 Estudio de los errores.

Ninguna magnitud es exacta, por lo tanto las mediciones to-

pográficas tampoco lo son, entonces el topógrafo trata con errores continuamente. Si quiere realizar un buen trabajo debe comprender las fuentes de error, clases de error y como afectan éstos en sus resultados; por lo tanto, debe efectuar ajustes en los datos originales, de manera que el error sea eliminado y se obtengan los valores más probables de las cantidades observadas.

Fuentes de error. - En la Topografía no es posible tener el valor exacto a causa de los inevitables errores ajenos al operador, a la clase de instrumentos empleados y a las condiciones con que se efectúa la medida, por lo que la clasificación de los mismos es la siguiente:

Errores instrumentales. - Son los ocasionados por las imperfecciones de los instrumentos, por diferencias en su manufactura o por relaciones inadecuadas entre las distintas partes.

Por ejemplo; el ajuste deficiente de los niveles de burbuja en un tránsito o la longitud incorrecta de una cinta de acero.

Errores personales. - Son provocados por el observador, por fallas en los sentidos de la vista y del tacto, por la falta de habilidad para manipular los instrumentos. Como ejemplo se tiene la lectura de una cinta, la fijación de la visual de un tránsito sobre un objeto dado.

Errores naturales. - Se originan por los fenómenos de la naturaleza como la temperatura, la humedad, el viento, la gravedad, la refracción atmosférica y la declinación magnética.

Clases de errores. - Los errores pueden ser sistemáticos y acci-

dentales, como a continuación se definen:

Error sistemático.- Son acumulativos y éstos son los que siguen siempre una ley definida física o matemática, mientras las condiciones en que se llevan a cabo las medidas permanecen invariables, tendrán la misma magnitud y el mismo signo algebraico.

Error accidental.- Corresponden a aquellos que vienen de una combinación que se encuentran fuera del control del observador por lo cual no es posible su eliminación. Estos tienen las mismas -- probabilidades de ser positivos o negativos, entonces tienden a ser infinitos y el error es infinitamente pequeño, por lo tanto se elimina. Ejemplo: la fijación de fichas al final de la cinta cuando se mide una distancia, se pretende fijar la misma frente a la marca final de la cinta, pero existiendo la probabilidad -- que aquella sea fijada más atrás o más adelante de la marca final provocando un error positivo o negativo.

Error verdadero.- Es la diferencia entre el valor verdadero de una cantidad y el observado, el valor verdadero siempre será desconocido, por lo tanto, sólo se llega al valor más probable o -- bien al más cercano.

Error residuo.- Es la diferencia entre el valor más probable y el observado.

Discrepancia.- Es la diferencia entre dos mediciones de una cantidad dada como pueden ser: distancias, ángulos o desniveles.

Valor verdadero.- El valor verdadero de una magnitud, es aquel -- que está exento de todo error, por lo mismo será siempre descono

cido.

Valor observado.- Es el que resulta de la observación después de realizadas todas las correcciones instrumentales y del medio en que se trabaja.

Valor más probable.- Este valor es con respecto a una cantidad y es el que más se acerca al valor verdadero de acuerdo con las observaciones hechas y medidas tomadas.

Equivocación.- Es una falla involuntaria originada por el mal criterio, falta de cuidado o de conocimientos, distracción o confusión en la mente del observador. Las equivocaciones se encuentran y se eliminan solo comprobando el trabajo.

Las equivocaciones no pertenecen al campo de la teoría de los errores y, a diferencia de éstos, no pueden controlarse y estudiarse, por lo tanto para el correcto entendimiento de las mismas se darán a continuación algunos conceptos:

Precisión.- Es el cuidado y el grado de refinamiento con que se efectúa una medición física o el número de cifras con que se realiza el cálculo para dar un resultado con determinado grado de refinamiento, como se ha requerido. Está relacionado con la destreza de manipulación del observador y la capacidad (aproximación) del instrumento empleado.

Comprobaciones.- En todo trabajo de Topografía se debe buscar la manera de comprobar las medidas y los cálculos ejecutados, con el objeto de descubrir equivocaciones y errores y, así determinar el grado de precisión obtenido.

*Tolerancia.* - Es el error máximo admisible en las observaciones de ángulos, distancias y desniveles.

#### 1.4 Manera de mejorar las mediciones.

- Hacer la medición y anotarla inmediatamente en la libreta correspondiente;
- El anotador debe estar junto a la persona que está realizando la medición;
- Conocimiento y familiarización del equipo, previo a la práctica;
- Concentración en el trabajo a realizar;
- Recordar y estudiar dibujo y matemáticas en las áreas de Álgebra y Trigonometría principalmente;
- Espíritu de realizar bien las prácticas aunque se repitan varias veces las mediciones;
- Llevar el material necesario para cada práctica (pintura, crayones, lupa, cinta, estacas, estoperoles, etc.);
- Poner atención a la explicación teórica de la práctica, para de esta manera saber lo que se va a llevar a cabo;
- Apegarse al horario de las prácticas;
- Preguntar al profesor cuantas veces se requiera en caso de tener alguna duda, para evitar equivocaciones (no deberá el alumno quedarse con la incertidumbre por pena o negligencia);
- Tratar de lograr una integración y ser dinámico dentro del equipo de trabajo, para que de esta manera las actividades de la brigada reditúe en resultados apropiados.

### 1.5 Elementos que debe contener un reporte de prácticas.

1. Todo reporte debe tener una presentación aceptable y estar de acuerdo al nivel educativo que aquí se estudia.
2. Deberá elaborarse a tinta, en hojas blancas tamaño carta y en regarse en una carpeta.
3. La primera hoja del reporte (cartula) debe contener los siguientes datos:
  - Nombre de la Institución Educativa de la cual se forma parte.
  - Nombre de la materia.
  - Título de la práctica.
  - Nombre del alumno (a).
  - Brigada de prácticas.
  - Fecha del trabajo.
4. La segunda hoja y subsecuentes contendrán los objetivos de las prácticas y el desarrollo de las mismas (en forma breve). El desarrollo se realizará en función de las actividades de campo y de las de gabinete donde se reportará:
  - La descripción de la ejecución del levantamiento.
  - Las fórmulas empleadas en los cálculos.
  - Las memorias y croquis de todos los elementos del cálculo, siempre en forma tabulada.
5. Las conclusiones, incluirán el resumen de los cálculos, el dibujo, anexo al reporte y las observaciones que a juicio del -

alumno sean trascendentes y dignas de consideración.

6. En la última hoja se pondrá la bibliografía consultada y si se transcriben citas textuales y comentarios no propios, debe incluirse la fuente del comentario con su respectiva referencia.



"CONOCIMIENTO DEL EQUIPO DE TOPOGRAFIA"Objetivo.

Que el alumno conozca el equipo empleado en las prácticas de Topografía así como los usos a que se destinan, tomando en cuenta que será una ayuda para su capacitación profesional en el campo de los levantamientos topográficos.

Desarrollo.

Considerando que el alumno llega a la escuela con una ignorancia casi completa del equipo y de la materia de Topografía, se procederá a dar una clasificación global en forma alfabética para facilitar la localización de cada elemento; sin embargo, al final de la práctica se presenta un cuadro en el cual se clasifica el equipo de acuerdo con su clase y que determinan el área de utilización (gabinete o campo) y el equipo complementario.

Baliza.- Es una barra que mide 2.00, 2.50 ó 3.00 metros de largo, está pintada de color blanco y rojo alternados en tramos de 50 cms., además consta de un regatón metálico en su extremo inferior.

Usos.- Señal de puntería en los puntos intermedios y extremos de una línea, para terreno irregular o cuando se requiere baja precisión.

Báscula.- Es un instrumento topográfico de mano que puede apoyarse en un trípode, en un bastón, en una vara o simplemente en las

manos del observador, sus partes principales son:

- *Carátula.*- Que lleva un círculo graduado de  $0^{\circ}$  a  $360^{\circ}$  en el sentido contrario a las manecillas del reloj (Azimutal), o de  $0^{\circ}$  a  $90^{\circ}$  en ambas direcciones del "N" y del "S" y los puntos "E" y "W" (de rumbos), los cuales se encuentran invertidos debido al movimiento relativo de la aguja respecto a la caja.
  - *Plnula.*- Es una varilla que mide aproximadamente 8 cm. y sirve como mirilla la cual se va a dirigir al punto observado.
  - *Aguja imantada.*- Es una aguja con imán que mide aproximadamente 5 cm. tiene un pivote y siempre se dirige hacia el norte. La punta "S" lleva un contrapeso para contrarrestar la atracción magnética en el sentido vertical por encontrarnos en el hemisferio norte (ángulo de inclinación).
  - *Nivel circular.*- Este es un casquete esférico que contiene alcohol y éter con una burbuja de aire y sirve para ver que esté en correcta posición la brújula, es decir, mantener el círculo en un plano horizontal.
  - *Especjo.*- Sólo lo tienen las brújulas de mano en la tapa de la caja, y sirve para manejarlas con rapidez.
- Usos. La brújula es útil solamente para hacer levantamientos aproximados, se emplea para los siguientes casos:
- Levantamientos secundarios,
  - Para el levantamiento de detalles en el relleno de planos a pequeña escala,
  - Tomar radiaciones en trabajos de configuración,

- Reconocimientos preliminares,
- Exploraciones militares.

**Ventajas del uso de la brújula.** - Es ligera, se carga con facilidad y demanda poco tiempo para visar y leer, un error en la dirección de una línea no afecta necesariamente a las demás líneas rectas a través de un obstáculo, pues puede instalarse salvando éste y continuar después con el rumbo directo leído anteriormente.

**Desventajas.** - Los rumbos o azimutes no pueden obtenerse con una aproximación mayor de 15 minutos, la aguja es insegura y en algunos casos nula a causa de las atracciones locales, por tanto, no debe usarse en poblaciones y en la proximidad de vías férreas, - estructuras metálicas, líneas de alta tensión, etc.

**Calculadora de bolsillo.** - Es una máquina electrónica portátil o de bolsillo, que es rápida, fácil de usar, exacta y muy versátil. Las características de operación y las capacidades relativas de las diferentes marcas y modelos varían mucho en un amplio rango de precios. La calculadora que permite resolver problemas científicos o de ingeniería, brinda las funciones trigonométricas más usuales: seno, coseno y tangente; sus funciones inversas, tanto en grados sexagesimales decimalizados, como en grados centesimales y radianes; y puede convertir coordenadas rectangulares a -- coordenadas polares, y viceversa. Con una sola tecla calcula recíprocos, cuadrados y raíces cuadradas. Además tiene funciones estadísticas para determinar valores medios y desviación estándar (error medio). Debe tener además registros o memorias que -- permiten el almacenamiento automático de resultados intermedios

para ser empleados posteriormente. El manual del propietario proporcionado por el fabricante es el mejor informador respecto a los procedimientos de operación.

Usos. La calculadora ya sea de bolsillo o de escritorio, representa un gran avance en cuanto a la velocidad, exactitud, confiabilidad y factibilidad en los cálculos de campo y de gabinete.

Ha incrementado la productividad del personal de oficina, ha hecho posible efectuar cálculos preliminares de campo con el fin de descubrir equivocaciones en las medidas y, en general, ha reducido el costo del trabajo de gabinete de la Topografía.

Cinta de Acero.- Esta cinta se encuentra en una caja en la que se enrolla cuando se termina de usar; está graduada en metros y submúltiplos. Llega a medir 10, 15, 20, 30 ó 50 metros de largo usándose generalmente la de 20 ó 30 metros; su sección es de un centímetro de ancho; su espesor varía entre 0.5 y 0.6 mm.

Uso. Sirve para realizar medidas directas de distancias horizontales e inclinadas, para medir poligonales, terrenos; en general es un instrumento indispensable para realizar levantamientos y trazos.

Cinta de fibra de vidrio.- Como su nombre lo dice está constituida por fibras de vidrio, y tiene las mismas graduaciones que la anterior.

Usos. Se utiliza para medir distancias de poca precisión tales como: radiaciones de detalles de poca importancia y en secciones transversales.

Cinta de Lienzo.- Está constituida por tela (lienzo) con una trama de hilos de cobre, tiene las mismas medidas de la cinta de -- acero y graduaciones similares.

Usos. Suelen ser en la práctica los mismos de la cinta de fibra de vidrio.

Cinta Invar.- El invar es una aleación de acero y níquel a la -- que le afectan poco los cambios de temperatura, ya que tiene un coeficiente de dilatación térmica de aproximadamente un trigésimo del que tiene el acero, y suelen emplearse cuando las especificaciones de medición con cinta estipulan un alto orden de exactitud.

Usos. Es exclusivamente para trabajos muy precisos, ya que la relativa insensibilidad a los cambios de temperatura y el hecho -- que no se decoloran ni oxidan con facilidad al contacto con los elementos, las hacen muy adecuadas para trabajos topográficos importantes. Sin embargo como es relativamente blanda, debe tenerse especial cuidado para evitar que se tuerza o se rompa.

Clisímetro.- Es un aparato semejante al nivel de mano, pero con la diferencia que éste lo tiene móvil, para poder marcar en un círculo graduado el ángulo vertical o la pendiente que se necesita, y así al centrar la burbuja, la visual tendrá la pendiente -- marcada.

El de uso más común consta esencialmente de un tubo para dirigir visuales, de un nivel de burbuja que puede girar alrededor de un eje normal al semicírculo vertical que lleva doble gradua-

ción, una exterior para ángulos verticales y otra interior en -- tantos por ciento, de un vernier cuyo índice se mueve junto con el nivel y marca en la doble graduación el valor del ángulo.

Uso. En los reconocimientos topográficos se emplean para medir -- ángulos verticales.

Coordinatógrafo.- Mesa de dibujo sobre la cual se mueve una barra que se desplaza paralelamente sobre el eje "X" y un punzón -- apoyado en la barra que se desplaza en el eje "Y" provisto de ma nivelas y un vernier.

Sin embargo con el que cuenta la escuela es un equipo más -- práctico y sencillo, constando solamente de una lámina de acero inoxidable, la cual se encuentra perforada a cada 10 cm. y de un punzón con el que se marca en el papel una retícula precisa.

Uso. Para establecer gráfica y mecánicamente la posición de un -- punto de coordenadas conocidas o para medir coordenadas sobre un plano.

Curvómetro.- Instrumento de gabinete que tiene el tamaño aproxima-- do de 10 cm., en su parte superior consta de un mango delgado -- de 7 cm. de largo, que sirve para el manejo correcto de éste, -- posteriormente viene una carátula de dos caras, en una de ellas, y alrededor de ésta, se encuentran graduaciones a diferentes es-- calas y en la otra en centímetros, en el centro una pequeña mane-- cilla que gira con el movimiento de un círculo estriado que se -- encuentra en la parte inferior, siendo éste con el que se despla-- za el instrumento.

Usos. Para medir horizontalmente las curvas o líneas de itinerario con cambio constante de curvatura, como son: la longitud de un río, de carreteras, veredas, etc.

Distanciómetro. - Este instrumento corresponde al equipo EDM (mediciones electrónicas de distancias), está incluido dentro de -- los instrumentos Electro-ópticos para medición de distancias comprende a los que emplean la luz visible, incluyendo a los láseres y a los que usan radiación infrarroja.

Siendo los más económicos y redituables aquellos que procuran alta precisión, rango de medición amplio, sencillez de operación, adaptabilidad a cualquier teodolito, bajo mantenimiento y bajo precio tratándose de eliminar elementos complicados y sofisticados, así como aquellos diseños de aplicación única.

El RED-1 es compacto, no requiere cables ya que se usa batería cassette, es adaptable a cualquier teodolito, tiene alcance hasta de 2 Km. y alta precisión, los elementos que lo constituyen y el equipo necesario para operarlo es el siguiente:

Elementos standard.- Batería, cargador de batería, marco de montaje, tabla de corrección atmosférica, calculadora de mano, manual de operación;

Equipo de montaje y reflexión. Para operar el distanciómetro y cuando se trate de colocarlo sobre un teodolito de cualquier tipo se utilizarán los siguientes elementos: adaptador para teodolito, prisma simple, adaptador rotativo, tribrach con plomada óptica, trípode de extensión de marco amplio.

Pero cuando se trata de operarlo sin teodolito se usará el siguiente equipo: base azimutal (tribrach), trípode de extensión de marco amplio, siendo éste el equipo para el distanciómetro; y para el equipo de reflexión, se usará el prisma, adaptador rotativo.

Especificaciones del RED - 1 :

Rango . . . . .	1400 - 2000 - 3200 M.
Precisión . . . . .	5mm. 5 ppm. de $-10^{\circ}\text{C}$ a $-40^{\circ}\text{C}$ . 5mm. 10 ppm. de $-20^{\circ}\text{C}$ a $-50^{\circ}\text{C}$ .
Lectura . . . . .	7 Dígitos hasta 1999.999 m.
Tiempo de medición. . . . .	menos de 6 segundos
Corrección atmosférica. . . . .	automática -90 ppm. cada 10 ppm.
Sincronización . . . . .	audio
Sistema repetidor . . . . .	automático
Batería . . . . .	cassette, recargable DC12v NiCd 12 w. duración continua 1 hora.
Mira óptica . . . . .	8 X, erecta.
Dimensiones . . . . .	160 X 90 X 180 mm.
Peso. . . . .	3.5 Kg. con batería.
Angulo de movimiento . . . . .	$-30^{\circ}$

Usos. Medición de distancias (longitudes), con el principio fundamental de operación basado en que la distancia es igual al producto de la velocidad por el tiempo. Entonces, si se conoce una onda de luz, se determina también el tiempo requerido para que la onda viaje de un punto a otro, podrá calcularse la distancia correspondiente.



Estacas.- Forman parte del equipo complementario para el campo y tienen como material la madera, formándose de las siguientes dimensiones: 4 X 4 cm. de sección y de 25 cm. (aproximadamente) de largo, con la punta desvanecida para facilitar su hincado.

Uso. Para colocar los puntos fijos e invariables, para establecer los vértices de la poligonal.

Estadal.- Es una regla graduada, de madera, de 3 ó 4 metros de largo y de 4, 5, 8 ó 10 centímetros de ancho, por 2 centímetros de espesor, existiendo una amplia gama de modelos a escoger, en algunos se pueden leer hasta milímetros, por medio del uso del vernier, que va fijo a una rodela la cual se puede correr a lo largo del estadal. También es llamado Mira de nivelación.

Uso. Este aparato es necesario para realizar las nivelaciones, ya que da la cifra de la lectura del nivel o la nivelación del terreno. También es usado como mira para las lecturas de Estadia.

Esteroscopia.- Son aparatos ópticos que pueden ser de bolsillo o de espejos; los de bolsillo son prácticos y se pueden llevar al campo, y el de espejos se utiliza en el gabinete junto con la barra de paralelaje. Siendo muy semejantes a diferencia de la anotada anteriormente.

Este aparato permite que el observador sea capaz de percibir sensaciones espaciales, es decir, tres dimensiones en un campo visual de manera que cada uno de sus ojos percibe una sola imagen.

Esta percepción se debe al tamaño aparente de los objetos

cercanos y lejanos, los efectos de luz y sombra, pero una condición importante, es que un objeto dado sea observado simultáneamente con los dos ojos que están separados en el espacio; por -- tanto, los rayos de visión convergen en un ángulo [llamado de paralelaje] sobre el objeto observado.

La barra de paralelaje es complemento del estereoscopio de espejos, ya que por medio de ésta se mide la diferencia de paralelajes con un micrómetro.

Uso. Este aparato ayuda al operador a lograr la impresión mental de un modelo tridimensional al observar fotografías de traslape, determinar el desnivel mediante paralelajes estereoscópicos, medir elevaciones de puntos, trazar curvas de nivel, etc.

Fichas. - Son varillas de acero que miden de 25 a 40 centímetros de largo, y en la parte superior forma un pequeño círculo, sobre el cual se coloca la plomada cuando se requiere para realizar la medición.

Uso. Para marcar los extremos de la cinta durante el proceso de la medida de la distancia entre dos puntos que tienen una separación mayor que la longitud de la cinta empleada. Se ocupan en -- juegos de 11 fichas.

Geodímetro 76. - Instrumento que corresponde al equipo EDM (Medición Electrónica de Distancias) incluido dentro de los instrumentos Electro-ópticos, que emplean la luz visible incluyendo a los lasers.

Utiliza un rayo laser que por ser visible, facilita la pun

tenía sobre la mira. Se adapta a los trípodes de los tránsitoes o teodolitos más comunes y pesa 3 Kg. incluyendo su bastidor.

Especificaciones. El fabricante señala que el error medio cuadrático, en un rango de temperatura de  $-20^{\circ}\text{C}$  a  $50^{\circ}\text{C}$ , es de más-menos [1 cm. más 1 ppm], con resolución de 1 mm. usa un reflector de plástico para distancias cortas, un solo prisma de la misma marca, para longitudes intermedias y un prisma triple para su alcance máximo. Las distancias pueden leerse en metros o pies, mediante un selector del tablero en una pantalla brillante de 7 dígitos.

Uso. Su operación es del todo automática y sirve para realizar mediciones de distancias, teniendo un rango que va de algunos metros a más de 3 Km.

Heliótopos. - Están constituidos por una base de madera, un tubo que tiene dos argollas, una en cada extremo y un espejo; la argolla es una mirilla por la cual se hace pasar la luz del sol a través de su línea de colimación, que a su vez está dirigida al vértice donde se encuentra el aparato.

Uso. Se utiliza para dirigir señales, ya que por el anteojo se vea el punto lejano fácilmente, después se mueve el espejo que tiene arriba, para que el reflejo pase por el arco o guía, como especie de arma de fuego. Si el sol queda por la espalda se utiliza un espejo auxiliar para mandar el rayo luminoso al espejo principal.

Instrumentos de dibujo. - Este equipo debe ser de excelente cali-

dad profesional y el más usual es el siguiente:

Compás de bomba. Se ocupa para dibujar pequeños círculos que - - usualmente no se pueden dibujar con un compás normal.

Compás de regla. Se utiliza para dibujar arcos de los círculos, con radios mayores de 15 cm.

Escala metro. Generalmente son triangulares, cuentan con seis escalas distintas y sirve para medir en el plano.

Juego de escuadras. Consta de dos elementos, su forma es triangular, sirven para realizar trazos en el dibujo.

Háquina de dibujo. Combina las funciones de la regla "T", las es cuadras, escalas y el transportador.

Regla de acero. Esta puede ser niquelada o de acero inoxidable, de uno o dos metros de longitud con una de sus aristas longitudi nales achaflanadas.

Transportador. El de forma usual para dibujar planos consiste en un círculo completo o en un arco semicircular de metal, celuloi- de o de papel, dividido en grados y fracciones de grado.

Los hay también con una barra que parte del centro y un ver nier para la medición precisa de los ángulos. Son usados para - - trazar o medir ángulos.

Uso. En general el equipo de dibujo se utiliza para la elabora- ción de un plano.

Lámpara geodésica. - Aparato provisto de una bombilla que da luz artificial (luces de acetileno, de calcio, de magnesio, etc.), -

con base y dirección parecida al heliótopo.

Uso. Ilumina para realizar observaciones de noche, como señal para hacer triangulaciones geodésicas.

Con aparatos ordinarios, la retícula se puede iluminar colocándola de modo que la luz entre al anteojo indirectamente, sin deslumbrar, sólo la suficiente para distinguir los hilos de la retícula.

Libreta de nivel. - Esta libreta mide 18 cm. de largo por 11.5 -- cm. de ancho, su interior está dividido de derecha a izquierda, en la parte izquierda tiene seis columnas y 25 renglones para anotar los datos correspondientes a la nivelación tales como punto observado (PO), lectura positiva ( $\{L^+\}$ ), altura del aparato - - ( $\{ \sphericalangle \}$ ), lectura negativa ( $\{L^-\}$ ) y cota o elevación. Es decir, esta página es reservada para los datos numéricos y la parte derecha es utilizada para descripciones de bancos de nivel y estaciones, a fin que puedan encontrarse en el campo sin dificultad.

Uso. Registro de campo de las nivelaciones diferenciales.

Libreta de tránsito. - Tiene las mismas dimensiones que la libreta de nivel, pero la página izquierda se reserva para la parte numérica como son los siguientes datos: estación (Est.), punto observado (PO), las distancias de ida, regreso y promedio), lectura de los ángulos horizontales ( $\{\theta\}$ ), azimutos o rumbos ( $\{Az$  o  $\{Rbo\}$  magnéticos y una columna más para aclaraciones (Notas); formada por 30 renglones y 6 columnas.

La página derecha está cuadrículada y le corresponde el cro

quis y las notas de campo, de tal manera que se facilite localizar la poligonal o el detalle que se está levantando.

Uso. Registro de datos y croquis de la localización de campo de los levantamientos realizados.

Nivel de mano. - Está formado por un tubo de aproximadamente 15 cms., sin lentes, con un pequeño nivel cuya burbuja puede verse por el interior del tubo mediante un espejo o prisma colocado -- con una inclinación de  $45^\circ$  con respecto al eje de la figura del anteojo, que ocupa la mitad del tubo.

Por la otra mitad se ve el exterior para dirigir la visual mediante un alambre que atraviesa el tubo.

Este aparato no tiene ningún poder amplificador, pero es de gran utilidad para trabajos que no requieren gran exactitud.

Uso. Para dirigir visuales horizontales, sosteniéndolo en la mano; pertenece a los aparatos empleados para nivelación directa o topográfica ya que su uso se ajusta a la técnica del nivel fijo.

Nivel fijo automático. - Instrumento diferente a los otros niveles, ya que está basado en ideas totalmente nuevas. No tiene nivel tubular ni tornillo basculante, sino un nivel esférico por medio del cual aproximadamente se hace horizontal la línea de colimación y el resto lo hace el compensador automáticamente. Hay equialtimetros automáticos de sistemas de péndulo, de prismas y de espejo.

Uso. Además de economizar notablemente el tiempo de nivelación, aumenta la precisión. Esencialmente se utiliza para realizar ni-

velaciones de alta precisión.

Uso. Toma la lectura correspondiente al nivel que marque el estadal. Nivelaciones diferenciales y de perfil.

Nivel fijo tipo americano. - También es llamado "Y" porque el telescopio está sostenido por dos apoyos en forma de "Y", se puede girar libremente alrededor del eje óptico y es desmontable. La imagen es recta.

El nivel está unido al telescopio en su parte inferior. Todas las partes componentes son ajustables, es cómodo su ajuste en el campo, por lo que fácilmente se desajusta y es necesario revisarlo constantemente.

Sus partes componentes son: los soportes, la regla, el brasco del nivel y el anteojo.

Uso. Determina el nivel entre los puntos de las nivelaciones realizadas. Las condiciones que debe de cumplir este aparato son: - uno de los hilos de la retícula debe ser perpendicular al eje de rotación. La línea de colimación debe coincidir con el eje de la figura del tubo del anteojo, la línea de colimación debe ser paralela a la directriz del nivel, la regla debe ser paralela a la directriz del nivel.

Nivel fijo tipo dumpy. - También es llamado Nivel tipo inglés; en este aparato el telescopio está fijo a los apoyos y no es desmontable, la imagen generalmente es inversa, por lo que dentro del mismo poder amplificador, éste es más corto que el de tipo americano; es más rígido en general, hay menos partes de desgaste y -

el ajuste es durable.

Uso. Es más usado en nivelaciones de mayor precisión, comparado con el tipo "V", las condiciones que debe de cumplir son las siguientes: el hilo de la retícula debe ser horizontal, es decir, perpendicular al eje de rotación, la directriz del nivel debe ser paralela a la regla; la directriz del nivel debe ser paralela a la línea de colimación.

Niveleta.- Es un pequeño dispositivo complementario del estadal, cuando lo requiere, es un nivel que se coloca en el estadal para mantenerlo vertical.

Uso. Es utilizado principalmente para realizar nivelaciones de alta precisión.

Pintura.- La pintura que se utiliza es de aceite y debe de tener colores vivos como: rojo, blanco, amarillo, anaranjado.

Uso. Para marcar vértices de poligonal o linderos, puntos PL y BN.

Plancheta.- Es un aparato para levantamientos topográficos que requieren configuración y detalles del terreno. Está integrada por un trípode en el cual se monta un restirador de dibujo que puede ser nivelado y girado para orientarlo convencionalmente. - Sobre el restirador se fija un papel, en el cual se dibuja directamente el levantamiento del terreno.

Las visuales se toman mediante la alidada que se coloca sobre la mesa de dibujo. La alidada consiste en un anteojo similar al de un tránsito, con su eje de alturas descansando en un soporte tipo "V", cuyo poste se apoya, a su vez, rígidamente en una -



regla.

En algunas, el tubo del anteojo puede girar dentro de una abrazadera; en otras, el anteojo está rígidamente unido al eje de alturas. Siendo la línea de colimación del anteojo paralela a la arista de la regla, las visuales se dibujan inmediatamente -- con la regla.

La cabeza del tripie a la que se fija el restirador, tiene generalmente unos tornillos de mariposa, que corresponden respectivamente al movimiento de rodilla para nivelar y al movimiento horizontal. En otros aparatos el montaje y los movimientos son semejantes a los de un tránsito. Para nivelar el restirador se emplea un nivel circular que está fijo en la regla de la alidada.

Generalmente la alidada tiene una aguja magnética dentro de una caja, lo que constituye el Declinador, para auxiliar en la orientación; este dispositivo sólo sirve para marcar la dirección Norte-Sur magnética. Como el anteojo no tiene nivel para revisar y ajustar el aparato, se emplea como accesorio separado, un nivel que se le puede montar llamado Nivel montante.

La alidada viene montada en un nivel de control para el vernier del círculo vertical; este nivel está unido al vernier mediante un brazo y pueden moverse ambos conjuntamente con un tornillo de movimiento tangencial, independientemente del movimiento del anteojo. Es de gran utilidad este nivel porque aunque el restirador se nivela, fácilmente se desnivela al estar trabajan-

do y la declinación que sufre se compensa moviendo el vernier para modificar la lectura del ángulo vertical; este movimiento del vernier se hace con un tornillo tangencial hasta centrar la burbuja del nivel de control. Se tiene entonces que para cada visual, antes de leer el ángulo debe centrarse la burbuja del nivel de control.

Para facilitar el trabajo, las planchetas están dotadas por un dispositivo común en aparatos norteamericanos llamado Círculo Beaman, que consiste en unas escalas especiales para distancias horizontales y otra para desniveles, grabadas en el mismo círculo vertical del aparato y en las cuales se lee mediante unos índices fijos. Estas escalas marcan porcentajes de la distancia inclinada, para obtener de inmediato las lecturas de estadía, las distancias horizontales y desniveles en función del ángulo vertical.

Otro aditamento que no siempre tienen las planchetas por su poca aplicación, es la plomada con falsa escuadra. Sirve para hacer coincidir el punto-estación con el punto de dibujo correspondiente; esto es en general un refinamiento innecesario debido al grado de precisión al que se trabaja.

La plancheta debe orientarse haciendo que las líneas del dibujo queden paralelas con sus correspondientes en el terreno.

Uso. Para la obtención de curvas de nivel, ya que es aquí donde es más eficiente. Cuando en un trabajo la mayoría de puntos por situar son detalles importantes, con poco trabajo de configuración se prefiere hacerlo con tránsito. Los polígonos, cuadrí-

culas o triangulaciones en que se apoya el trabajo de plancheta se levantan por separado. Se utiliza para configurar apoyándose en una cuadrícula trazada en el terreno, ya que así quedan designadas las zonas por cubrir con cada hoja de dibujo y se van rellorando los cuadros con las hojas de configuración, que después se hacen coincidir para formar un mosaico al unir las. Se puede usar también para el levantamiento de polígonos.

Las condiciones y ajustes que debe reunir son semejantes a los del nivel americano y a los del tránsito.

**Ventajas.** El dibujo se hace a la vista del terreno, resultando una reproducción más fiel y completa que con tránsito, no se miden ángulos horizontales ni se lleva registro, ahorrándose tiempo y evitándose fuentes de errores. Cualquiera equivocación se descubre en el campo y puede corregirse de inmediato; se requieren menos puntos para configurar que con el tránsito normalmente.

**Desventajas.** Es un aparato más pesado y molesto para transportar, requiere más trabajo de campo que con tránsito, el observador debe ser más diestro, la aproximación del trabajo es menor que con el tránsito.

Planímetro. - Es un instrumento pequeño que consta de un brazo trazador y un brazo polar, que forman la parte principal; están unidos por medio de una articulación, S. El polo, P, del extremo del brazo polar se fija en el papel automáticamente por su propio peso especial para este fin.

El extremo del brazo trazador llamado estilote, sirve para

seguir el contorno de la figura cuya área se desea determinar. - Este brazo está graduado y además es extensible. El tambor que es una rueda integrada, tiene el eje de rotación paralelo al del brazo trazador. La cara externa del tambor está dividida en 100 partes iguales y es acompañado por un vernier. Un giro completo del tambor mueve la graduación del disco horizontal y la lectura de rotación del tambor se hace en el disco, el tambor y el vernier. Ver fig. 1.1.

Los planímetros modernos del Japón, dan las lecturas digitalmente en números y no se necesita más que copiar.

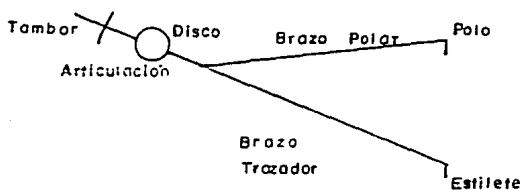


Fig. 1.1

**Uso.** Se utiliza para medir con rapidez el área de una figura dibujada a escala y no es más que un integrador mecánico de áreas.

**Plomada.** - Son generalmente de bronce de 280 a 450 gramos (8-14 oz.), provistas de una punta cambiante de acero de aleación resistente al desgaste y de un dispositivo para colocarles un cordón que queda centrado.

**Uso.** Para leer en la cinta sobre el punto determinado con el hi-

lo plomeado, para determinar o verificar las líneas verticales.

Radio de onda corta. - Aparato que tiene doble función; ya que -- puede ser radioemisor y después radio-receptor o inverso. Es decir que cuando realiza la actividad de radioemisor [produce y ra día ondas electromagnéticas moduladas capaces de transmitir señales, sonidos], y operando como radio-receptor [capta y reproduce las señales o sonidos transmitidos en forma de ondas hertzianas emitidas por el radioemisor].

Este es un accesorio normal en los equipos electrónicos de medición de distancias (EDM).

Uso. Cuando las distancias sean muy grandes para permitir la identificación visual correcta, o cuando el ruido de los trabajos de construcción o del tránsito vehicular dificulten escuchar las voces, debe utilizarse equipo de radio portátil.

Los sistemas de radio receptores-transmisores, han resultado muy útiles para coordinar y acelerar los trabajos topográficos en grandes proyectos lineales de Ingeniería. También permiten que la oficina central esté en contacto permanente con varias brigadas de campo y se agilice la asignación de personal a nuevas labores.

Sapos. - Equipo complementario metálico, para nivelaciones de primer orden; está integrado en su base por tres pequeñas salientes, las cuales se hincan en el terreno y en la parte superior cuenta con una pequeña protuberancia para colocar el estadal el cual debe de ser de material invar.

Uso. Colocar el estadal para realizar nivelaciones de alta precisión, hincándose en el terreno.

Señales de puntería. - Estas dependen de la clase de trabajo, visibilidad y distancias. Las señales pueden ser opacas, luminosas o reflejantes. Las condiciones que deben cumplir son: que sean simétricas, resistentes, que coincida el eje de la señal con la estación. La altura de la señal sobre la estación debe ser mayor de 1 m., deben ser visibles.

a) Opacas. Generalmente a excepción de las balizas, hay que hacerlas cuando se presenta la necesidad de una triangulación, - de acuerdo con las condiciones del trabajo. Pueden emplearse balizas comunes, con una bandera para distinguirlas mejor, con banderas más altas con trapos de color rojo y blanco, banderas con tripie para poder marcar el vértice y medir ángulos al mismo tiempo, o torres para elevar la señal en zonas planas o con vegetación. Puede ser también una plomada o un lápiz cuando la distancia es pequeña.

b) Luminosas. Lámpara geodésica.

c) Reflejantes. Heliótropo y selenótrofo.

Uso. En general se utilizan para trabajos geodésicos de tercer orden, topográficos de primer orden o comunes.

Teodolito. - Este instrumento tiene círculos de cristal los cuales se leen a través de un microscopio que contiene una escala de cristal o un microscopio con micrómetro óptico. Sistema que permite leer los círculos horizontal y vertical a través de un -

ocular situado junto al telescopio.

Aunque los teodolitos difieren muy poco en su diseño, todos ellos tienen las siguientes características:

1. Con respecto a la del tránsito de vernier, la cabeza o alidada es compacta, ligera y de poca altura. El peso sin trípode de un tránsito de vernier es de 7 a 8 Kg., en cambio un teodolito pesa 4.5 Kg.
2. El telescopio es corto, tiene un gran objetivo, puede enfocarse a distancias relativamente cortas y en algunas es de imagen invertida. Las líneas de la retícula están grabadas sobre cristal y el tránsito tiene mirillas tipo rífle montadas sobre el telescopio para punterías preliminares. Es de enfoque interno de modo que en la medición con estadía, la cantidad  $(F+C)$  es cero y el factor o constante es 100.
3. Tres tornillos de nivelación apoyan el instrumento.
4. Está equipado con plomada óptica.
5. Los círculos horizontal y vertical son de cristal, con las graduaciones y números grabados.
6. Los círculos y todos los sistemas ópticos y mecánicos están completamente sellados, de modo que el instrumento es a prueba de humedad y polvo.
7. El instrumento tiene un nivel esférico, un solo nivel tabular en el plano del círculo horizontal y un nivel para el índice

junto al círculo vertical o un dispositivo de colimación automático, consistente en un compensador que elimina la influencia de cualquier inclinación del círculo vertical y anula el error de índice.

8. Todas las alturas, tanto del círculo horizontal como del vertical y las observaciones de los niveles de burbuja, pueden hacerse desde el extremo en que se mira por el telescopio. No es necesario que el operador camine alrededor del tránsito para obtener las lecturas. Algunos modelos permiten la lectura digital de los círculos horizontal y vertical, los cuales pueden estar graduados tanto en el sistema centesimal como en el sexagesimal.

9. La parte superior de la cabeza puede separarse y levantarse de la base de centrado y nivelación llamada base nivelante; permitiendo el fácil intercambio de la cabeza del instrumento por miras y barra horizontal de estadía para ciertas operaciones.

10. Con el teodolito pueden emplearse una amplia gama de accesorios que incrementan su utilidad y su versatilidad.

11. Para su transporte y almacenamiento, estos instrumentos vienen provistos de estuches de metal esbeltos y ligeros, en los que el aparato queda bien asegurado y protegido cuando no está en uso.

12. La retícula y los sistemas de lectura están dotadas de iluminación interior para trabajo nocturno.

13. El instrumento puede combinarse con un equipo para medición



electrónica de distancias (EDM).

En el Teodolito, el círculo horizontal está graduado en el sentido de giro de las manecillas del reloj y ambos círculos, -- tanto vertical como horizontal, pueden leerse directamente con un microscopio óptico. El telescopio es reversible y produce una imagen directa, la retícula tiene un juego de marcas de estadía sobre la línea horizontal y sobre la vertical, así como dos líneas verticales paralelas en la mitad interior del campo visual.

Estas sirven para apuntar con precisión los puntos distantes y líneas de plomada, que de otro modo serían tapadas con una sola línea vertical. Unos espejos móviles iluminan ambos círculos cuando hay luz de día.

La base nivelante de nivelación es separable del teodolito y tiene los tres tornillos de nivelación y el nivel esférico. Estos tornillos están completamente sellados a prueba del polvo, un dispositivo de seguridad sostiene juntas la cabeza del instrumento y la base nivelante.

El nivel del círculo vertical o de colimación, está interconstruido junto a dicho círculo, su burbuja es del tipo de coincidencia o de meniscos y se observa desde el extremo en que se mira por el telescopio. El centrado de la burbuja se realiza haciendo que las mitades se junten hasta coincidir.

Uso. Está diseñado para trabajo de alta precisión en triangulaciones, poligonación, taquimetría y mediciones astronómicas. Algunos modelos pueden emplearse como instrumento de direcciones o

como repetidores.

Tránsito.- El tránsito de vernier consta principalmente de tres partes que son: la cabeza de nivelación, el cuerpo inferior y el cuerpo superior.

Cabeza de nivelación.- Es el conjunto de partes que sostiene al instrumento sobre el tripié y que permite nivelarlo. El número de tornillos de nivelación, tres o cuatro, utilizados para nivelar el instrumento, permite identificar a la cabeza como de tres o cuatro tornillos. Por lo general, el tránsito de vernier tiene cabeza de cuatro tornillos y puede ser desplazado lateralmente - sobre el plato de apoyo para centrarlo sobre un punto específico del terreno.

Cuerpo inferior.- Consiste en un árbol hueco ajustado con precisión en un casquillo de la cabeza de nivelación y sostiene al círculo horizontal graduado. La rotación de este cuerpo está controlada por un tornillo de sujeción, que hace posible fijarlo. - Un tornillo tangencial o de coincidencia que permite que el cuerpo inferior gire un poco con respecto a la cabeza de nivelación.

Cuerpo superior.- Se encuentra formado por un eje conectado a una placa circular o plato que contiene los vernieres, los soportes en que se apoya el telescopio, los niveles de burbuja y una brújula. El eje coincide con el casquillo del árbol del cuerpo inferior y ambos se sujetan mediante un tornillo de presión que puede aflojarse para permitir el movimiento del cuerpo superior respecto al inferior.

Se puede efectuar una pequeña rotación del cuerpo superior mediante un tornillo tangencial. Los vernieres "A" y "B", situados a  $180^\circ$  uno del otro, utilizados para medir ángulos horizontales. El vernier "A" se localiza bajo el ocular del telescopio, - cuando éste se halla en posición normal (directa). A continuación se dará una explicación más amplia de sus componentes principales:.

a) Telescopio. Se utiliza para precisar la línea visual formando la línea de colimación que une los centros del objetivo y de la retícula. Sus partes esenciales son: objetivo, ocular, retícula y tubo telescópico.

El objetivo del telescopio en su forma más simple está compuesto por las lentes que definen un sistema convergente, la lente exterior es biconvexa de vidrio ordinario Crown glass y la interior planoconvexa o concavaconvexa, de Flint glass. El ocular se compone de dos lentes planoconvexas con su convexidad dirigida la una hacia la otra.

La retícula es generalmente un disco de vidrio con dos líneas principales grabadas, una vertical llamada hilo vertical y una horizontal denominada hilo horizontal, ambas constituyen la cruz filar. El objetivo hace que la imagen del objeto visto se forme en el plano de la retícula.

El ocular aumenta la imagen formada por el objetivo y la envía al ojo del observador. El tubo telescópico es el armazón en el que están colocados el objetivo, el ocular y la retícula. Pa-

ra observar un objeto por medio del telescopio, es necesario enfocar primero la imagen de los hilos de la retícula por medio -- del tornillo de enfoque del ocular y después, por medio del tornillo de enfoque del objetivo, se aclara la imagen producida por el objetivo en el plano de la retícula.

b) Eje azimutal. Es el eje de simetría vertical del teodolito, - alrededor del cual gira en su totalidad y da el azimut de la línea que proporciona la visual dirigida por el telescopio.

c) Limbo horizontal. Es un círculo horizontal graduado que gira alrededor del eje azimutal y con la ayuda de la alidada que se encuentra sobre él, proporciona el ángulo horizontal entre dos - visuales. Tiene dos vernieres diametralmente opuestos situados - en las partes descubiertas de la base de la alidada. Tiene un -- tornillo de presión para movimientos grandes y otro llamado tangencial para movimientos finos; este último solo funciona cuando el primero está apretado.

ch) Eje de alturas. Es un eje horizontal que está situado en la parte superior de la alidada y sostiene al telescopio que describe un plano vertical cuando gira a su alrededor.

d) Limbo vertical. Es un círculo vertical graduado que gira junto con el telescopio y sirve para medir ángulos verticales. Su - vernier se encuentra situado en uno de los apoyos del eje de alturas. Tiene un tornillo de presión para movimientos grandes y - otro llamado tangencial para movimientos finos; este último solo funciona cuando el primero está apretado.

e) Alidada. Es todo lo que se encuentra arriba del limbo horizontal. Sirve para dirigir visuales y contiene vernieres, tornillos de presión, tornillos tangenciales y brújula. Su eje vertical se encuentra en el interior del eje del limbo horizontal y se le llama interior, y al eje vertical del limbo horizontal que envuelve al eje de la alidada se le llama eje exterior.

f) Niveles. En la base de la alidada existen dos niveles colocados perpendicularmente uno al otro para el centrado horizontal del teodolito y otro nivel fijo paralelo al telescopio que sirve para hacer horizontal al mismo.

g) Tornillos niveladores. Todo el tránsito descansa en cuatro apoyos llamados tornillos niveladores, y éstos, sobre una base que se enrosca a la cabeza del trípode que sirve para colocar el tránsito en estación y a una altura conveniente para trabajar.

h) Base. La parte superior de la base se asemeja un poco a un anillo; por lo tanto, después de aflojar todos los tornillos niveladores, se puede mover el aparato dentro del hueco para afinar el centrado del instrumento sin mover el trípode. El extremo inferior del eje vertical termina en una cadena y ésta en un gancho, el cual sirve para colgar la plomada.

i) Brújula. Se encuentra en la base y en el centro de la alidada. Tiene un tornillo para despegar la aguja del pivote cuando no se hace uso de ella. Tiene un tornillo para ajustar el limbo graduado de la brújula y también para poner la declinación magnética cuando se requiere operar con rumbos astronómicos.

Uso. Debido a la gran variedad de usos que se le dan al tránsito, se puede considerar como el aparato universal para la Topografía, por lo tanto puede emplearse para:

- Medir ángulos horizontales y verticales,
- Trazar ángulos horizontales y verticales,
- Medir distancias,
- Determinar diferencias de elevación,
- Medir direcciones,
- Trazar y prolongar alineamientos.

### Conclusiones

Después de la explicación en el gabinete de Topografía acerca del equipo de la escuela y después de haber realizado una adecuada investigación referente a cada uno de los instrumentos, el alumno (a) debe tener una visión general de los aparatos, sus partes principales y el uso de cada uno de ellos.

Cumpliendo estas condiciones, se encuentra en la posible disposición de empezar a conocer físicamente la operación correcta de los aparatos para cada una de las prácticas; sin olvidar que al iniciar el trabajo, los alumnos son inexpertos para la operación de los instrumentos pero de acuerdo al desarrollo de las prácticas, se obtendrá la habilidad y destreza suficiente para su adecuado uso.

CLASIFICACION DEL EQUIPO DE TOPOGRAFIA

CLASE	DETERMINA	VALOR	INST. DE CAMPO	EQUIPO COMPLEMENTARIO
Longímetro	Distancia	U. Lineales en el S. M. D.	Cinta de Acero Cinta de Lienzo Cinta de Fibra de vidrio.	Libreta de tránsito, Plomadas, Balizas, Fichas, Marro y Ma- chete.
Goniómetro	Direcciones	Angulos Sexagesimales o Centésimales	Clisímetro Brújula Tránsito Teodolito	Plomadas, Balizas, Señales de puntería, Lámpara Geodésica Equipo de Iluminación Heliótropo, Marro, Machete y Lib. de Tránsito.
Equialtímetro (Nivel)	Alturas	U. Lineales en el S. M. D.	Nivel Americano Nivel Inglés (Dumpy) Nivel Basculante Nivel Automático Nivel de Mano Tránsito Teodolito	Estadales, Niveleta, Sapos, Marro, Machete, Libreta de Nivel.
Taquímetro	Distancias y Desniveles	U. Lineales en el S. M. D.	Plancheta Tránsito Taquímetro Autoreed. Teodolito Equipo E. D. M.	Estadales, Niveleta, Señales de Puntería, Radio de Onda Corta Lib. de Tránsito Marro y Machete

EQUIPO Y MATERIAL ADICIONAL PARA EL CALCULO Y EL DIBUJO EN TOPOGRAFIA

EQUIPO DE GABINETE	EQUIPO DE CALCULO	EQUIPO Y MATERIAL DE DIBUJO
<p>Coordinatógrafo                      Planímetro                      Estereoscopio de Espejos                      Estereoscopio de Bolsillo                      Curvómetro</p>	<p>Tablas Matemáticas de 5 decimales.                      Calculadora de Bolsillo con funciones Trigonóm.                      Formatos de cálculo y Hojas T. carta.                      (Se puede hacer uso del Centro de Cómputo de la ENEP Aragón).</p>	<p>Lápiz Firme                      Lápiz 5H                      Goma blanda                      Jgo. de Escuadras sin graduar.                      Transportador Circular de 15 a 20 cm. de diámetro.                      Escalímetro de pasta                      Papel Albanene.                      Papel Milimétrico                      Instrumentos de entintado y rotulación de Dibujos.</p>



## C A P I T U L O   I I .

### PLANIMETRIA.

## CAPITULO II

## P L A N I M E T R I A

2.1 Práctica No. 2*"MEDICIONES LINEALES Y ANGULARES"**Mediciones lineales.*Objetivo

Que el alumno se enfrente a las mediciones lineales y además maneje la cinta, plomada y baliza.

Realizar cálculos para conocer la calidad de su trabajo.

Equipo

2 Balizas  
2 Plomadas  
11 Fichas

Material

1 Cinta de acero  
1 Crayón prensado  
1 Libreta de Tránsito

Personal

1 Jefe - anotador  
2 Cadenceros  
2 Baticeros

Desarrollo.

La metodología a utilizar será: dos mediciones con cinta-baliza y dos mediciones con cinta-plomada; para que de esta manera se obtengan dos valores con diferente procedimiento y así poder compararlos. Trabajo de campo.

Procedimiento:

- Marcar 2 puntos extremos de una recta A y B, la cual se va a medir.
- Se colocan los puntos intermedios necesarios con fichas o pintando marcas en forma de cruz; a una distancia menor o igual a 20 mts., teniendo la precaución que éstos se encuentren alineados.
- Concluido el punto anterior, se empieza a medir partiendo del punto extremo (A) al primer punto intermedio (a), después se comienza de éste para llegar al segundo punto intermedio (b) y así sucesivamente hasta llegar al segundo punto extremo (B).
- Para comprobar, se realiza la medición en sentido contrario; es decir, empezando por B y terminando en A.

No olvidemos las siguientes recomendaciones al medir con la cinta:

- a) Cuidar que ésta no toque el terreno, sino que se realice a una altura conveniente, ya que los cambios de temperatura y el contacto con éste, influyen sobre las medidas.
- b) También debe de tenerse en cuenta que la cinta debe tensarse apropiadamente a 4 Kg. por cada 20 mts. de longitud y mantenerse horizontal.

En ambas mediciones los puntos anteriores son los mismos pero se diferencian en lo siguiente:

1. Cuando se mida con cinta-baliza, se debe colocar el cero de la cinta al centro de la baliza colocada en la marca que dejó el crayón o la ficha. Y el otro extremo de la cinta servirá para tomar la medida de la distancia que será tomada en el centro de la baliza colocada en el punto de adelante.

2. Nótese como la colocación de la plomada la puede realizar el cadenero junto con la tensión de la cinta (solo), en cambio con la baliza se requieren dos personas para la observación.

Como ejemplo de lo anterior y una aplicación práctica, a -- continuación se dará un registro de campo y en base a éste, se -- conocerá la calidad del trabajo con sus cálculos subsecuentes pa -- ra saber si es aceptable el trabajo realizado en campo. Sus re -- sultados se simplificarán en una tabla (planilla de cálculo).



## Trabajo de Gabinete:

Se efectuarán los cálculos correspondientes con las siguientes fórmulas:

$$\bar{x} = \frac{\sum H_i}{n} \quad \dots \text{Valor más probable}$$

$$\sum H_i = \text{Suma de magnitudes (distancias)}$$

$$n = \text{Número de datos}$$

$$v_i = \bar{x} - H_i \quad \dots \text{Error residual}$$

$$E_m = \sqrt{\frac{\sum v_i^2}{n-1}} \quad \dots \text{Error medio}$$

6

$$\sqrt{n} - 1$$

$$\sum v_i^2 = \text{Suma de los cuadrados de los errores residuales}$$

$$E = 0.6745 E_m \quad \dots \text{Error probable de una observación}$$

$$E_{\bar{x}} = E \sqrt{n} \quad \dots \text{Error probable del promedio}$$

$$P = \frac{1}{\frac{E_{\bar{x}}}{\bar{x}}} \quad \dots \text{Precisión}$$

1. Cálculo del valor más probable de las medidas obtenidas con cinta-baliza.

$$H_1 = 106.10 \text{ m.}$$

$$H_2 = 106.12 \text{ m.}$$

$$\bar{x} = \frac{106.10 + 106.12}{2} = 106.11 \text{ m.}$$

$$\bar{x} = 106.11 \text{ m.}$$

## 2. Cálculo del error residual.

$$v_1 = 106.11 - 106.10 = 0.01$$

$$v_2 = 106.11 - 106.12 = -0.01$$

## 3. Suma de los cuadrados de los errores residuales

$$v_1^2 = 0.0001$$

$$v_2^2 = 0.0001$$

---


$$v^2 = 0.0002$$

## 4. Cálculo del error medio

$$E_m = \sqrt{\frac{0.0002}{2}} = 0.01414 \text{ m.}$$

## 5. Cálculo del error probable de una observación

$$E = 0.6745 (0.01414)$$

$$E = 0.00954 \text{ m.}$$

## 6. Por lo tanto el error probable del promedio es:

$$E_{\bar{x}} = \frac{0.00954}{\sqrt{2}} = 0.006745 \text{ m.}$$

$$E_{\bar{x}} \approx 6.7 \text{ mm.}$$

## 7. Cálculo de la precisión

$$P = \frac{1}{\frac{106.11}{0.0067}} = \frac{1}{15731}$$

$$P = \frac{1}{15,700}$$

La tolerancia asignada por el profesor fue para este trabajo igual a 2 cm. por lo tanto al realizar la comparación se conocerá si el trabajo es aceptable o no; de acuerdo con la siguiente

te igualdad:

$$\begin{aligned} \sum \bar{x} &\leq T \\ 0.0067m &\leq 0.02 \text{ m.} \end{aligned}$$

Es aceptable ya que el error es menor a la tolerancia.

A continuación se realizarán los mismos cálculos pero con los datos de cinta-plomada.

1. Cálculo del valor más probable de las observaciones con cinta-plomada.

$$H_1 = 106.10 \text{ m.}$$

$$H_2 = 105.09 \text{ m.}$$

$$\bar{x} = \frac{212.19}{2} = 106.095 \text{ m.}$$

2. Cálculo del error residual.

$$v_1 = 106.095 - 106.10 = -0.005$$

$$v_2 = 106.095 - 106.09 = 0.005$$

3. Suma de los cuadrados de los errores residuales.

$$v_1^2 = 0.000025$$

$$v_2^2 = 0.000025$$

---


$$v^2 = 0.00005$$

4. Cálculo del error medio.

$$\sum m = \sqrt{\frac{0.00005}{2}} = 0.00707 \text{ m.}$$

5. Cálculo del error probable de la observación.

$$\sum = 0.6745 (0.00707) = 0.00477 \text{ m.}$$



6. Entonces el error probable del promedio es:

$$\bar{\epsilon}_x = \frac{0.00477}{\sqrt{n}} = 0.00337 \text{ m.}$$

$$\bar{\epsilon}_x = 3.34 \text{ mm.}$$

7. Cálculo de la precisión

$$P = \frac{1}{\frac{108.095}{0.00335}} = \frac{1}{31.258}$$

$$P = \frac{1}{31.400}$$

La tolerancia asignada para el levantamiento con cinta-plomada es de 1 cm., haciendo la comparación se observa que:

$$\bar{\epsilon}_x \leq T$$

$$0.0034 \text{ m.} \leq 0.0141 \text{ m.}$$

Por lo tanto el trabajo es aceptable ya que el error es menor a la tolerancia.

Realizando la comparación de los errores de cada uno de los métodos se podrá conocer matemáticamente cual de las mediciones realizadas es más precisa.

Error con plomada

$$0.0034 \text{ m.}$$

Error con baliza

$$\leq 0.0067 \text{ m.}$$

Se deduce que la medición tomada con cinta-plomada es más precisa que la otra.

UNAM

ENEP

ARAGON

CALCULO DEL ERROR PROBABLE DE OBSERVACIONES DE IGUAL PESO

n	LONGITUD	v	v <sup>2</sup>
1	106.10	0.01	1.0 - 04
2	106.12	-0.01	1.0 - 04

$$\sum M = 212.22$$

$$\sum v^2 = 0.0002$$

$$\bar{x} = 106.11$$

$$E = 0.0095$$

$$E\bar{x} = 6.7 \text{ mm}$$

$$P = 1/15,700$$

$$\bar{x} = \frac{\sum M}{n}$$

$$E_m = \sqrt{\frac{\sum v^2}{n-1}}$$

$$E = 0.0745 \sqrt{\frac{\sum v^2}{n-1}}$$

$$E\bar{x} = 0.6745 \sqrt{\frac{\sum v^2}{n(n-1)}}$$

$$P = \frac{1}{\bar{x} + E\bar{x}}$$

n	ANGULO	v	v <sup>2</sup>
1	106.10	-0.005	2.5 - 05
2	106.09	0.005	2.5 - 05

$$\sum M = 212.19$$

$$\sum v^2 = 5.0 - 05$$

$$\bar{x} = 106.095$$

$$E = 0.00477$$

$$E\bar{x} = 3.31 \text{ mm}$$

$$P = 1/31,400$$

ALUMNO (A): Alejandro Guerrero 5  
 DATOS DE: Medidas Lineales  
 GEO: 1101 BRN: B  
 FECHA: 15-11-89

UNAM

ENEP

ARAGON

CALCULO DEL ERROR PROBABLE DE OBSERVACIONES DE PESO DIFERENTE

n	Longitud	p	Mp	v	v <sup>2</sup>	v <sup>2</sup> p	n	Angulo	p	Mp	v	v <sup>2</sup>	v <sup>2</sup> p
1	106.10	1	106.10	0	0	0							
2	106.12	1	106.12	2	4	4							
3	106.10	2	212.20	0	0	0							
4	106.09	2	212.18	1	1	2							

$$\frac{\sum p}{p} = 34.60$$

$$\frac{\sum v^2 p}{p}$$

$$\frac{\sum p}{p} \quad \frac{\sum Mp}{p}$$

$$\frac{\sum v^2 p}{p}$$

$$x = 106.10$$

$$P = 1/27,200$$

$$e_1 = 0.95 \text{ cm}$$

$$e_2 = 0.68 \text{ cm}$$

$$e_3 = -$$

$$e_4 = 0.39 \text{ cm}$$

$$x = \frac{\sum Mp}{\sum p}$$

$$m = \sqrt{\frac{\sum v^2 p}{n-1}}$$

$$p = 0.6746 \sqrt{\frac{\sum v^2 p}{p(n-1)}}$$

$$x = 0.6746 \sqrt{\frac{\sum v^2 p}{\sum p(n-1)}}$$

$$P = 1/x + 62$$

$$z =$$

$$e_1 =$$

$$e_2 =$$

$$e_3 =$$

$$e_4 =$$

ALUMNO (A): Alejandra Guisasa S. - GRU: 1101 - BRIN "B" -  
FECHA: 12.7.89  
DATOS DE Medidas Lineales

## Mediciones Angulares.

### Objetivo

Que el alumno tenga la oportunidad de manipular el tránsito, de conocer las partes principales que lo integran. Ver físicamente el funcionamiento de cada uno de los tornillos.

Operar los tornillos (tangenciales, micrométricos, niveladores, etc.); realizar movimientos con el aparato y por último, -- que lleve a cabo la medición de los ángulos con el vernier.

### Equipo

- 1 Tránsito
- 2 Balizas

### Material

- 1 Lib. de tránsito.
- 1 lupa

### Personal

- 1 Jefe
- 1 Aparatero
- 1 Anotador
- 2 Bañiceros

### Desarrollo

El procedimiento a seguir es tomar directamente ángulos horizontales y verticales teniendo un punto de referencia, utilizando los conocimientos previos a la lectura del vernier, además deben considerarse las siguientes indicaciones para el centrado y nivelado del aparato.

1. Después de extender las patas del trípode y de sujetar el - -

tránsito al mismo, se coloca sobre el vértice previamente establecido abriendo las patas entre sí  $\pm$  30 cm. y procurando que la base nivelante se encuentre horizontal.

Se desplazan las patas para que la plomada caiga sobre el punto. Si el terreno es accidentado, las patas se extienden o se acortan para lograr el centrado y que el aparato quede a una altura cómoda para el observador.

2. Para afinar el centrado, primero notemos que la plomada se encuentre (lo mejor posible) suspendida sobre el vértice, alargando o acortando la extensión de las patas, antes de nivelar, hincamos con firmeza los regatones de las patas.

3. Nivelemos el aparato, esto es, lograr que el eje azimutal sea vertical. Colóquense los niveles del limbo paralelos a dos tornillos niveladores opuestos y operándolos siempre en sentido contrario hasta que la burbuja se encuentre al centro de las marcas del frasco del nivel, ver fig. 2.1.

Lo que se hizo con el nivel, debe ejecutarse también perpendicularmente a esta posición.

4. En este momento verifiquemos el centrado del instrumento, observando que la plomada esté perfectamente sobre el punto. Si se encuentra fuera tendremos errores de excentricidad al medir los ángulos; por lo que debemos aflojar dos tornillos niveladores contiguos y deslizar el aparato sobre la base nivelante convenientemente para que la plomada caiga sobre nuestro vértice C.

Apriétese nuevamente los tornillos que se aflojaron.

5. Se repite el procedimiento de la nivelación.

Nota: Si el aparato está ajustado, la nivelación será rápida, pero si no lo está, debe considerarse el procedimiento de -- ajuste, que todo alumno debe conocer.

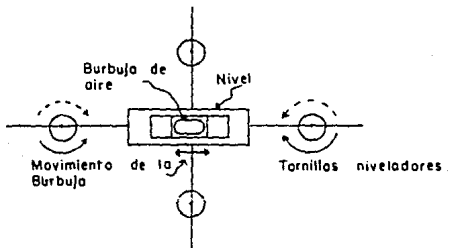


Fig. 2.1

Lectura del vernier.

Por lo general en casi todos los tránsitos, la graduación - del limbo horizontal va en los dos sentidos y contada de  $0^{\circ}$  a --  $360^{\circ}$ . El vernier también es doble para poder hacer las lecturas en uno u otro sentido y tiene su cero en el centro. El cero del vernier marca siempre el punto en el limbo cuya lectura quiere - hacerse.

Para obtener el valor de la lectura, léase primero sobre el limbo, en la dirección de la graduación, los números enteros que se encuentren antes de llegar al cero del vernier.

Posteriormente, léase el valor de la fracción sobre el ver-

nier, contando el número de divisiones que haya desde el cero -- hasta que se encuentre la coincidente de una división del vernier con una división del limbo. Las dos lecturas, tanto del limbo como la del vernier, deben hacerse en la misma dirección y deben sumarse para obtener el valor total. (fig. 2.2).

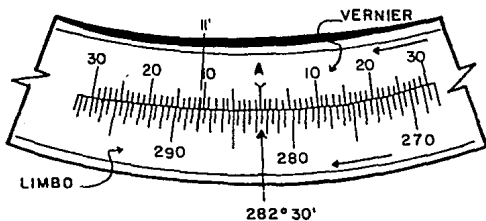


Fig. 2.2

Lectura en el limbo	282° 30'
Lectura en el vernier	+ 11'
	282° 33'

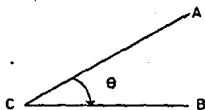
#### Ejemplo:

Para realizar la medida simple del ángulo ACB (fig. 2.3), - partiendo del vértice C, el procedimiento será el siguiente:

- Colocar el tránsito en un punto fijo de estación (vértice C), se busca el punto de partida (A).
- Se coloca en coincidencia el cero del limbo horizontal con el

cero del vernier y se fija el movimiento particular.

- Con el movimiento general, véase el punto (A), haciendo coincidir el centro de la retícula con el punto (A) y se fija el movimiento general.
- Posteriormente se afloja el tornillo de presión del movimiento particular y se dirige el anteojo al punto (B), haciendo coincidir dicho punto en el centro de la retícula y apretando nuevamente el tornillo.
- Habiendo realizado los pasos anteriores, se procede a hacer la lectura del ángulo en el vernier.



Medida:  $28^{\circ}13'$

Fig. 2.3

- De esta misma manera, se lleva a cabo para los diferentes puntos (D, E, F, G), y el registro de datos será el que se da a continuación.





### Conclusiones.

Después de haber realizado la práctica, se observó en los resultados que las medidas con cinta-plomada, tienen menor error a las medidas con cinta-baliza. Por lo que el trabajo con plomada lo realizaremos para las observaciones más precisas y con baliza en cualquier otra ocasión; además de evitarse los siguientes errores:

- a) Longitud incorrecta. Se debe de comparar con otra medida o con un patrón establecido.
- b) Alineamiento incorrecto. Este es provocado cuando la alineación se aleja de la dirección verdadera.
- c) Inclinación de la cinta. Cuando se opera en terreno quebrado hay que colocar a ojo, en posición horizontal la cinta; medir por partes para lograr su horizontalidad.
- d) Catenaria. Es ocasionada cuando la cinta no se apoya sobre el terreno, sino que se mantiene suspendida por sus extremos formando una curva parabólica. Esta curva no se puede eliminar pero hay que guardar la tensión considerada en su fabricación.
- e) De índice. Consiste en la falta de coincidencia entre el punto terminal de una medida y el inicial de la siguiente.

Esto debe de servir para que se trate de evitarlos en la próxima práctica y tratar de tener más cuidado para realizar las mediciones y cálculos.

Por lo que respecta a las mediciones angulares, estas fueron sencillas pero de gran interés, ya que se aprendió a utili-

zar el tránsito y se verificó que ante todo es un instrumento de precisión. Por lo cual debemos manejarlo con cuidado y conocimiento de su funcionamiento así como con seguridad.

2.2 Práctica No. 3"LEVANTAMIENTO CON CINTA"Objetivo

Introducir al alumno en el concepto poligonal y llevar a cabo el levantamiento de una construcción, así como del cálculo de los ángulos medidos con cinta.

Equipo

- 2 Balizas
- 11 Fichas
- 2 Plomadas
- 1 Marro

Material

- 1 Cinta de acero
- 1 Lib. de tránsito
- Estacas
- Tachuelas
- Pintura

Personal

- 1 Jefe
- 1 Balicero
- 2 Cadeneros
- 1 Anotador

Desarrollo

Método de lados de liga.

Los levantamientos con cinta, se emplean cuando el terreno es aproximadamente horizontal, descubierto, accesible y relativamente pequeño. El levantamiento se lleva a cabo de la siguiente manera:

- Fijar las posiciones de los puntos del terreno. Esto se reali

liza trazando un polígono base que ocuparemos de apoyo para -  
continuar el levantamiento llamado "Poligonal" y que siga - -  
aproximadamente el contorno del terreno.

- El polígono debe tener el menor número de lados posible y ser cerrado.
- Es indispensable que en cada punto sea visible el anterior y el que le sigue.

#### Trabajo de campo.

1. Reconocimiento del terreno.
2. Localización y ubicación de los vértices.
3. Medir los lados de la poligonal utilizando plomada y cinta.
4. Medir los ángulos interiores de la poligonal, por el método de lados de liga.
5. Levantamiento de detalles.

#### Proceso de obtención de datos:

1. Revisar el lugar donde se ejecutará el levantamiento, para -  
elegir el método adecuado, estimar el tiempo y el personal -  
necesario, definir los vértices de la poligonal, aparatos --  
que se usarán, etc.
2. La ubicación de los vértices del polígono base se realiza --  
por medio de estacas, fichas, marcas sobre roca o pavimento,  
etc. Para este caso particular se rodeará el edificio por -  
medio de 4 vértices y estos fueron: A, B, C y D.
3. Los lados de la poligonal se medirán de la siguiente manera:

a) Alinear los puntos intermedios desde los extremos por medio de las balizas, colocando una en el otro extremo de la línea y otra utilizada para la localización de los puntos intermedios.

b) Medir la longitud del lado, sumando las distancias que hay entre los puntos intermedios ya localizados, por medio de la cadena (cinta) y las plomadas; como ya se explicó en la práctica anterior. Se repite a partir del inciso (a), hasta llegar al último lado.

4. Para medir los ángulos interiores de la poligonal, se usará el método de lados de liga; que consiste en formar pequeños triángulos en los vértices.

Para marcar los puntos de liga, se alinean con el otro vértice de la poligonal y se marca sobre la línea o su prolongación; para de esta manera obtener un triángulo más rígido.

Desde el vértice de la poligonal a estos puntos se consideran dos lados y la longitud que los une es el tercer lado, llamado lado de Liga. Esto se hace para cada vértice (fig. 2.4).

Con los triángulos obtenidos se procederá a calcular los ángulos internos de la poligonal.

5. El levantamiento de detalles se comienza localizando los vértices del predio construido, respecto a la poligonal y midiendo la distancia que existe entre la poligonal y el predio, por medio del método de intersecciones o normales a la poligonal; posteriormente se miden las columnas, ventanas, -

puertas, muros, escaleras, divisiones, etc.

Ejemplo:

A continuación se dará el registro de campo correspondiente a esta práctica y los datos que contendrá serán:

- Medidas lineales de la poligonal
- Lados de liga (medidas a, b, c)
- Referenciación del predio
- Levantamiento de detalles.

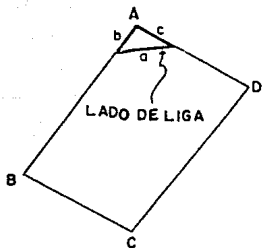


Fig. 2.4

Lab. de Topografía "L-4" ENEP ARAGON

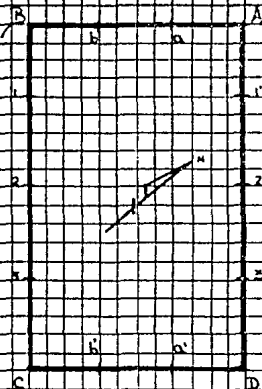
Brigada: "B"  
 jefe: Alejandrina  
 Lev. de la Poligonal Cerrada

Hop.: 1/4

Fecha: 20-III-89

Lev. de un Polig. Cerrado

Est.	P.O	Dist. I.	Dist. P.	Notas
A	B	63.51	63.50	Cadenamiento con plomada
B	C	87.10	87.11	Obstáculo al alinearse
C	D	61.35	61.35	Cadenamiento con baliza
D	A	87.23	87.24	





Lev. de un Predio Constituido

Fecha: 20-III-89

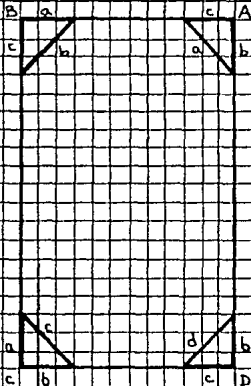
Vert.	Dist.	Notas
-------	-------	-------

A	a = 7.74	
	b = 5.00	
	c = 6.00	

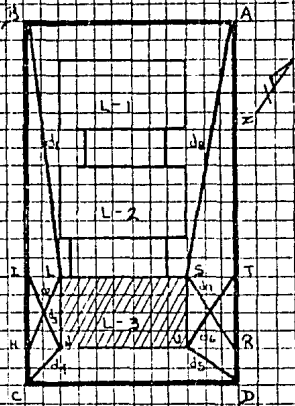
B	a = 8.00	
	b = 10.00	
	c = 6.00	

C	a = 7.00	
	b = 6.00	
	c = 9.80	

D	d = 7.12	d = a
	b = 5.00	
	c = 5.00	



Est.	P.O	Dist.		Notas
B	L		$d_1$	
L	H	20.50	$d_2$	Medidas con cinta
I	J	21.00	$d_3$	
J	C	10.45	$d_4$	
D	U	17.50	$d_5$	
U	T	21.75	$d_6$	
R	S	24.25	$d_7$	
S	A	62.55	$d_8$	



Lab. de Topografía "L-1"  
 INEP ARAGÓN  
 Lev. de un edificio construido

Escala: "B"  
 de: Arqueológica  
 Lev. de detalles

Hoja: 1/4  
 Febr: 20-II-89

Muro	Long	Puntos	Long
①	7.00	a	0.90
②	3.50	b	1.50
③	4.00	c	2.50
④	8.00	d	3.00
⑤	10.50		
⑥	8.40		
⑦	5.00		
⑧	2.50		

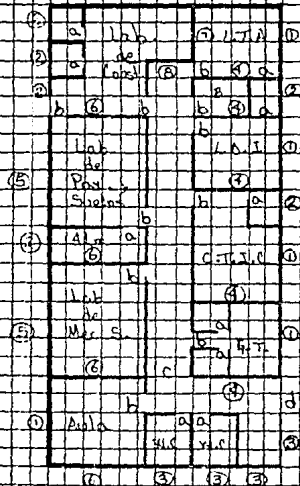
Dimensiones del laboratorio

ancho 20.30  
 largo 42.00

Columnas Principales externas  
 a cada 3.50

Notas

Lab. de Const = Laboratorio de Construcción  
 Lab. de Riv y Suelos = Laboratorio de Rivimientos y Suelos  
 Alm = Almacén  
 Lab. de Mec S = Laboratorio de Mecánica de Suelos  
 L.T.A = Laboratorio de Técnicas Agrícolas  
 B = Bodega  
 L.D.I = Laboratorio de Diseño Industrial  
 C.T.I.C = Comité de Teoría de Ingeniería Civil  
 G.T. Gabinete de Topografía



### Trabajo de Gabinete.

Este consistirá en realizar los cálculos necesarios para conocer los ángulos internos de la poligonal, los cuales fueron medidos con cinta por medio de triángulos de lados de liga. Saber si cumplen éstos con la condición del cierre angular y en caso de que no sea así, realizar la compensación correspondiente; si es que se encuentra dentro de la tolerancia dada.

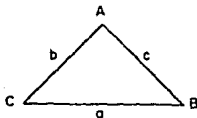
Asimismo elaborar el dibujo con las especificaciones y datos necesarios, siendo éste el producto terminado de un levantamiento correcto y preciso.

Fórmulas a utilizar:

$$\text{Sen } \frac{A}{2} = \sqrt{\frac{(S-b)(S-c)}{bc}}$$

$$\text{Sen } \frac{B}{2} = \sqrt{\frac{(S-a)(S-c)}{ac}}$$

$$\text{Sen } \frac{C}{2} = \sqrt{\frac{(S-a)(S-b)}{ab}}$$



Donde:

$$S = \frac{1}{2} (a+b+c)$$

Para la compensación (por partes iguales)

$$C = \frac{E}{n}$$

1. Cálculo del valor más probable.

$$M_1 = 299.19 \text{ m.}$$

$$M_2 = 299.20 \text{ m.}$$

$$\bar{X} = \frac{\sum M_i}{n}$$

$$\bar{X} = \frac{299.19 + 299.20}{2} = 299.195 \text{ m.}$$

2. Cálculo de los ángulos internos de la poligonal.

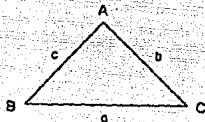
Vértice A =  $\Theta_A$

Datos

$$a = 7.74 \text{ m.}$$

$$b = 5.00 \text{ m.}$$

$$c = 6.00 \text{ m.}$$



$$S = \frac{7.74 + 5.0 + 6.0}{2}$$

$$S = 9.37 \text{ m.}$$

$$\text{Sen } \frac{A}{2} = \sqrt{\frac{(S-b)(S-c)}{bc}}$$

$$\text{Sen } \frac{A}{2} = \sqrt{\frac{(9.37 - 5.0)(9.37 - 6.0)}{5.0(6.0)}}$$

$$\text{Sen } \frac{A}{2} = \sqrt{\frac{4.37(3.37)}{30}}$$

$$\text{Sen } \frac{A}{2} = \sqrt{0.49089}$$

$$\text{Sen } \frac{A}{2} = 0.70064$$

$$\frac{A}{2} = 44^{\circ} 28' 42.2''$$

$$A = 88^{\circ} 57'$$

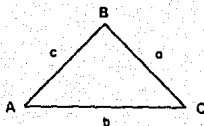
Vértice B =  $\odot_B$

Datos

$$a = 8.00 \text{ m.}$$

$$b = 10.02 \text{ m.}$$

$$c = 6.00 \text{ m.}$$



$$S = \frac{8.00 + 10.02 + 6.00}{2}$$

$$S = 12.01 \text{ m.}$$

$$\text{Sen } \frac{B}{2} = \sqrt{\frac{(S - a)(S - c)}{ac}}$$

$$\text{Sen } \frac{B}{2} = \sqrt{\frac{(12.01 - 8.00)(12.01 - 6.00)}{8.00(6.00)}}$$

$$\text{Sen } \frac{B}{2} = \sqrt{\frac{4.01(6.01)}{48}}$$

$$\text{Sen } \frac{B}{2} = \sqrt{0.50203}$$

$$\text{Sen } \frac{B}{2} = 0.70858$$

$$\frac{B}{2} = 45^{\circ} 78' 10''$$

$$B = 90^{\circ} 14'$$

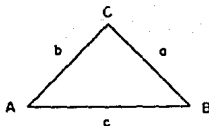
Vértice C =  $\odot_C$

Datos

$$a = 7.00 \text{ m.}$$

$$b = 6.00 \text{ m.}$$

$$c = 9.25 \text{ m.}$$



$$S = \frac{7.00 + 6.00 + 9.25}{2}$$

$$S = 11.125 \text{ m.}$$

$$\text{Sen } \frac{C}{2} = \sqrt{\frac{(S-a)(S-b)}{ab}}$$

$$\text{Sen } \frac{C}{2} = \sqrt{\frac{(11.125 - 7)(11.125 - 6.0)}{7(6)}}$$

$$\text{Sen } \frac{C}{2} = \sqrt{\frac{4.125(5.125)}{42}}$$

$$\text{Sen } \frac{C}{2} = \sqrt{0.5033}$$

$$\text{Sen } \frac{C}{2} = 0.70947$$

$$\frac{C}{2} = 45^\circ 11' 31''$$

$$C = 90^\circ 23'$$

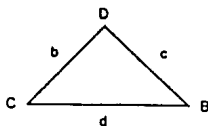
Vértice D =  $\odot_D$

Datos

$$d = 7.10 \text{ m.}$$

$$b = 5.00 \text{ m.}$$

$$c = 5.00 \text{ m.}$$



$$S = \frac{7.10 + 5.00 + 5.00}{2}$$

$$S = 8.55 \text{ m.}$$

$$\text{Sen } \frac{D}{2} = \sqrt{\frac{(S-b)(S-c)}{bc}}$$

$$\text{Sen } \frac{D}{2} = \sqrt{\frac{(8.55 - 5.0)(8.55 - 5.0)}{5.0(5.0)}}$$

$$\text{Sen } \frac{D}{2} = \sqrt{\frac{(3.55)(3.55)}{25}}$$

$$\text{Sen } \frac{D}{2} = \sqrt{0.5041}$$

$$\text{Sen } \frac{D}{2} = 0.71$$

$$\frac{D}{2} = 45^{\circ} 14' 06''$$

$$D = 90^{\circ} 28'$$

### 3. Cierre Angular

Todo polígono debe cumplir con la siguiente condición geométrica.

$$\sum \theta = 180 (n - 2)$$

Para este polígono se tiene:

$$\sum \theta = 180 (4 - 2) = 360^{\circ}$$

Que es el resultado que deberá obtenerse del cierre angular sumando los ángulos internos.

$$\theta_A = 88^{\circ} 57'$$

$$\theta_B = 90^{\circ} 14'$$

$$\theta_C = 90^{\circ} 23'$$

$$\theta_D = 90^{\circ} 28'$$

---


$$\sum \theta = 360^{\circ} 02'$$

Comparando el cierre angular con la condición geométrica, - observamos que existe un error angular.

### 4. Cálculo del error angular ( $E_{\theta}$ )

$$E_{\theta} = 360^{\circ} 00' - 360^{\circ} 02' = 02'$$

Si el profesor da una tolerancia igual a 30', nuestro error comprueba que la poligonal está dentro de un error acepta-



ble, por que se realizará la compensación angular, la cual es muy sencilla de obtener.

5. Cálculo de la compensación angular por el método de partes iguales, que consisten en dividir el error angular entre el número de ángulos y con este resultado, sumarlo o restarlo según corresponda a cada uno de los ángulos. La compensación en este caso, no debe ser inferior a 1'.

$$C = \frac{E_a}{n}$$

$$C = \frac{120''}{4} = 30'' \therefore C = 1' \text{ solo en dos vértices.}$$

Como en la suma angular sobran 2', el valor anterior se le restará únicamente a los vértices [B y D].

V	H	C	Compensado
A	88° 57'		88° 57'
B	90° 14'	-1	90° 13'
C	90° 23'		90° 23'
D	90° 28'	-1	90° 27'
			<u>Σ 360° 00'</u>






Dado que la suma angular de los ángulos compensados corresponde a la condición geométrica, se deduce que la compensación es correcta.

UNAM

ENEP

ARAGON

CALCULO DE UN POLIGONO EN FUNCION DE SUS LADOS

FORMULA						RESUMEN
a	7.74	8.00	7.00	7.10		$\text{Area} = \sqrt{s(s-a)(s-b)(s-c)}$
b	5.00	10.02	6.00	5.00		
c	6.00	6.00	9.25	5.00		
2s	18.74	24.02	22.25	17.10		
s	9.37	12.01	11.125	8.55		
s-a		4.01	4.125	3.55		
s-b	4.37		5.125	3.55		
s-c	3.37	6.01				
$\frac{1}{2}(s-a)(s-b)(s-c)$						
Area						
bc	30.00			25.00		Area T = _____ m <sup>2</sup>
(s-b)(s-c)	14.726			12.602		
(s-b)(s-c)/bc	0.4908			0.5041		
Sen A/2	0.7006			0.71		$\alpha = 2 \text{sen}^{-1} \sqrt{\frac{(s-b)(s-c)}{bc}}$
A	88° 57'			90° 28'	--D--	
ac		18.00				1 = 88° 57'
(s-a)(s-c)		24.10				2 = 90° 13'
(s-a)(s-c)/ac		0.5020				3 = 90° 23'
Sen B/2		0.7085				4 = 90° 27'
B		90° 14'				5 = _____
ab			12.00			
(s-a)(s-b)			21.14			
(s-a)(s-b)/ab			0.5033			
Sen C/2			0.7094			$\Sigma = 360° 00'$
C			90° 23'			

ALUMNO (A): Alejandro Guerrero Sa. GEO. LIC. BRIG. 3<sup>a</sup>  
 DATOS DE: Lados de Lign. FECHA: 20-11-89

### Conclusiones

En el caso de que existieran dudas o problemas con respecto a la correcta medición con cinta-plomada, el alineamiento con baliza, etc., después de haber realizado este levantamiento exclusivamente con cinta, se debe tener una mayor experiencia ya que se resolvieron problemas de:

- Polígono base
- Lados de liga
- Referenciación de la construcción
- Levantamiento de detalles.

Además de haber introducido nuevos conceptos como son el -- cálculo de ángulos internos, error angular, compensación, condición geométrica, etc. Y por último los detalles que dan una -- noción amplia de la forma y espacio, en que se encuentra distribuido el predio.

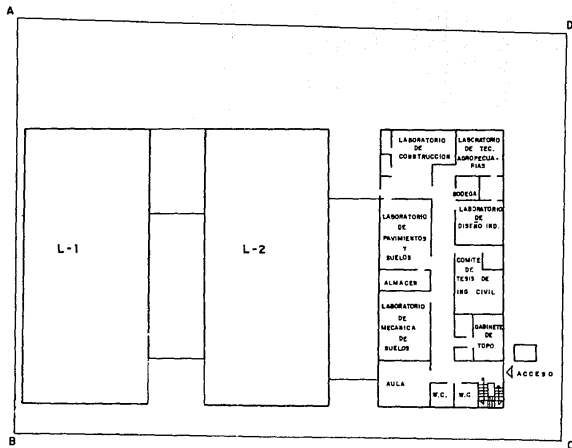
Por otra parte, se comprende que no es necesario o indispensable tener un tránsito o una brújula para conocer un ángulo.

En cuanto a los cálculos estos fueron sencillos y con ayuda de las fórmulas trigonométricas se reducen al mínimo. El error -- calculado en estos no rebasó la tolerancia dada por el profesor.

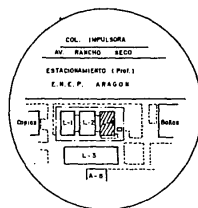
Por último se tiene que el producto terminado, correcto y -- preciso se plasma en el dibujo, el cual representa la poligonal y predio construido con sus detalles.

Tomando en cuenta lo realizado en las prácticas anteriores y ésta, debemos considerar que el trabajo sobre mediciones y en

si de Topografía se va integrando cada vez más y aumentando el grado de dificultad, pero que al final resultan de gran interés e importancia para la capacitación y el desarrollo escolar que aumentará nuestro conocimiento y logramos un mejor desarrollo profesional.



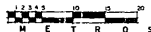
### CROQUIS DE LOCALIZACION



### DATOS DE LA POLIGONAL

LADO	DIST.	V	ANG. CALC.
A-B	87.31	A	88° 57'
B-C	91.14	B	90° 13'
C-D	61.35	C	90° 23'
D-A	87.21	D	90° 27'

ESC. GRAFICA



LEVANTAMIENTO  
DE UN  
PREDIO CONSTRUIDO

FECHA	GRUPO	ALUMNO	ESPEC.
20 / 80	1101	ELEONORA GUERRA S.	3
1.400	BRIGADA	PROF. REGULAR PED. A	

### 2.3 Práctica No. 4

#### "LEVANTAMIENTO CON CINTA DE UN PREDIO SIN CONSTRUIR".

##### Objetivo

Reafirmar los conocimientos anteriores; dividiendo en triángulos la figura que corresponde a un predio baldío. Así como el cálculo del área y de los ángulos interiores del mismo.

##### Equipo

- 2 Balizas
- 2 Plomadas
- 1 Martillo
- 11 Fichas

##### Material

- Pintura
- Clavos o estoperolas
- 1 Lib. de tránsito
- 1 Cinta

##### Personal

- 1 Jefe
- 1 Anotador
- 2 Cadeneros
- 2 Baliceros

##### Desarrollo

Método de diagonales.

En este levantamiento la figura base es el triángulo y con una cadena de triángulos se cubre el área total del predio sin construir. El triángulo es el polígono de menor número de lados resistente y rígido, cuya superficie se calcula fácilmente; entonces este método es uno de los más adecuados para levantamientos exclusivamente con longímetro.

No es conveniente que los lados de los triángulos excedan de 30 m.

#### Trabajo de campo.

1. Reconocimiento del terreno donde se ejecutará el levantamiento, para definir método a emplear, tiempo, material y la ubicación de los vértices.
2. Materialización de los vértices del polígono base, esto se realiza por medio de estacas pintadas y con estoperoles.
3. Elección del método que se aplicará en el levantamiento (diagonales).
4. Dibujo del croquis de la poligonal, orientada aproximadamente.
5. Medición de los lados de la poligonal (perímetro) y de las líneas auxiliares previamente elegidas, para formar triángulos en cuyos vértices se tenga la misma precisión (triángulo equilátero).
6. Para comprobar, se medirán otras diagonales diferentes a las primeras; para dar exactitud a los cálculos efectuados para determinar los ángulos interiores de la poligonal y el área total de la misma.

#### Ejemplo:

En el siguiente registro de campo se visualizarán los conceptos antes mencionados.





### Trabajo de Gabinete.

Medida la poligonal y fraccionada en triángulos diferentes, deberemos calcular los ángulos interiores y el área de cada triángulo. Posteriormente al combinar dichos elementos podremos encontrar errores y así eliminarlos.

Para lograr este objetivo utilizemos las siguientes fórmulas:

Área

$$A = \sqrt{S(S-a)(S-b)(S-c)}$$

Ángulos interiores

$$\text{Sen } \frac{A}{2} = \sqrt{\frac{(S-b)(S-c)}{bc}}$$

$$\text{Sen } \frac{B}{2} = \sqrt{\frac{(S-a)(S-c)}{ac}}$$

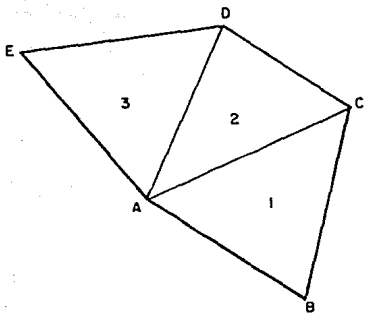
$$\text{Sen } \frac{C}{2} = \sqrt{\frac{(S-a)(S-b)}{ab}}$$

Donde:

$$S = \frac{a + b + c}{2}$$

$a, b, c$ , son los lados de los triángulos.

Veamos la primera de las subdivisiones del polígono.



1. Cálculo del triángulo núm. 1

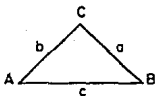
Datos:

$$a = 47.80 \text{ m.}$$

$$b = 47.24 \text{ m.}$$

$$c = 55.00 \text{ m.}$$

$$S = \frac{47.80 + 47.24 + 55.00}{2} = 75.02 \text{ m.}$$



$$A : A$$

$$B : C$$

$$C : B$$

- Cálculo del área del triángulo

$$A = \sqrt{75.02(75.02-47.8)(75.02-47.24)(75.02-55.00)}$$

$$A = \sqrt{75.02(27.22)(27.78)(20.02)}$$

$$A = 1065.69 \text{ m}^2$$

- Cálculo de los ángulos interiores

$$\text{Sen } \frac{A}{2} = \sqrt{\frac{(27.78)(20.02)}{47.24(55.00)}}$$

$$\text{Sen } \frac{A}{2} = 0.4626$$

$$\frac{A}{2} = 27.55^\circ$$

$$\underline{A = 55^\circ 07'}$$

$$\text{Sen } \frac{B}{2} = \sqrt{\frac{(27.22)(20.02)}{47.8(55.0)}}$$

$$\text{Sen } \frac{B}{2} = 0.4552$$

$$\frac{B}{2} = 27.08^\circ$$

$$\underline{B = 54^\circ 10'}$$

$$\text{Sen } \frac{C}{2} = \sqrt{\frac{(27.22)(27.78)}{47.8(47.24)}}$$

$$\text{Sen } \frac{C}{2} = 0.5786$$

$$\frac{C}{2} = 35.35^\circ$$

$$\underline{C = 70^\circ 43'}$$

- *Cierre Angular*

Como es un triángulo, la suma de los ángulos interiores debe ser:

$$\Sigma \theta = 180^\circ (n-2) = 180^\circ 00'$$

$$A \quad 55^\circ 07'$$

$$B \quad 54^\circ 10'$$

$$C \quad 70^\circ 43'$$

---


$$\Sigma 180^\circ 00'$$

Esta suma nos verifica el cálculo independiente de los errores de medición de los lados del triángulo.

UNAM

ENEP

ARAGON

## CALCULO DE UN POLIGONO EN FUNCION DE SUS LADOS

FORMULA	△	△	△	△	△	RESUMEN
a	47.80	36.90	46.30	47.80	69.92	$\text{Area} = \sqrt{s(s-a)(s-b)(s-c)}$
b	47.24	46.30	48.20	36.90	50.25	
c	55.00	55.00	50.25	69.92	34.12	
2s	150.04	138.20	144.75	154.62	214.29	
s	75.02	69.10	72.375	77.31	107.145	
s-a	27.22	32.20	26.075	29.41	37.225	
s-b	27.78	22.80	24.125	40.41	56.895	
s-c	20.02	14.10	22.125	7.39	13.025	
$\frac{1}{2}(s-a)(s-b)(s-c)$	1155.694	1152.994	1909.398	6812.997	2955.831	
Area	1065.69	845.75	1904.69	825.51	1719.21	
bc	2598.20	2546.50	2422.05	2580.084	4729.781	Area T: _____ m <sup>2</sup>
$\frac{(s-b)(s-c)}{bc}$	0.215998	0.2455	0.23080	0.112726	0.136657	$\alpha = 2 \cos^{-1} \sqrt{\frac{(s-b)(s-c)}{bc}}$
Sen A/2	0.1626	0.3553	0.4699	0.3402	0.3958	
A	55° 07'	41° 38'	56° 03'	39° 17'	46° 38'	
ac	2629.00	2029.50	3324.57	3348.223	6581.314	
$\frac{(s-a)(s-c)}{ac}$	0.207281	0.223710	0.247965	0.065346	0.013669	
Sen B/2	0.4552	0.4729	0.4979	0.8554	0.3714	
B	54° 10'	56° 27'	59° 49'	29° 36'	31° 30'	
ob	2258.072	1705.17	2231.64	1763.870	3513.530	
$\frac{(s-a)(s-b)}{ob}$	0.334874	0.429624	0.26246	0.679108	0.602852	
Sen C/2	0.5786	0.6555	0.5215	0.8222	0.7764	
C	70° 42'	81° 55'	64° 13'	110° 37'	101° 52'	

Alumno (a): Alejandro Guerrero Sa. geo 1101. base "B"  
 DATOS DE: Ver con cada lado de la Poligonal "FORMA 3. III. B9"

UNAM

ENEP

ARAGON

CALCULO DE UN POLIGONO EN FUNCION DE SUS LADOS

FORMULA	$\triangle a$	$\triangle b$	$\triangle c$	$\triangle d$	$\triangle e$	RESUMEN	
a	47.24	81.50	81.50	69.92	81.50	Area: $\sqrt{s(s-a)(s-b)(s-c)}$	
b	98.20	48.20	26.90	46.30	94.12		
c	94.12	55.00	50.25	47.24	47.80		
2s	189.54	184.70	108.25	143.46	223.42		
s	94.78	92.35	54.12	71.73	111.71		I =
s-a	47.54	10.85	2.825	11.81	30.21		II =
s-b	46.98	44.15	27.425	25.42	17.59		III =
s-c	0.66	37.35	34.075	34.49	63.91		IV =
$s(s-a)(s-b)(s-c)$	138522.2	1652396	384161	119494	3793826		V =
Area	372.19	1285.42	620.43	1086.00	1947.77		Area T: _____ $\mu^2$
bc	4530.649	2651	1954.22	2127.21	4498.95	$\alpha = 2\arcsin \sqrt{\frac{(s-b)(s-c)}{bc}}$	
$(s-b)(s-c)$	30.627	1649	1615.59	1221.98	1124.17		I =
$(s-a)(s-c)/bc$	0.00750	0.6220	0.8715	0.5587	0.2499		2 =
Sen A/2	0.08216	0.7887	0.9224	0.7475	0.4999		3 =
A	9° 27'	104° 07'	138° 00'	96° 46'	59° 59'		4 =
ec	4446.445	4482.5	4095.37	3303.02	3895.70		5 =
$(s-a)(s-c)$	21.259	405.25	96.08	407.33	1930.72		6 =
$(s-a)(s-c)/bc$	0.007030	0.0904	0.0235	0.1233	0.4956		7 =
Sen B/2	0.08216	0.3007	0.1932	0.3512	0.7040		8 =
B	9° 38'	35° 00'	17° 58'	41° 06'	89° 30'		9 =
ob	2276.96	3928.3	3007.35	2959.59	7670.78	10 =	
$(s-a)(s-b)$	2214.64	479.03	132.72	418.43	521.39	X =	
$(s-a)(s-b)/ob$	0.97265	0.1219	0.0445	0.1414	0.0693		
Sen C/2	0.98423	0.3492	0.2109	0.3760	0.2632		
C	160° 55'	40° 53'	24° 22'	42° 08'	30° 31'		

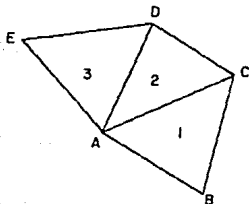
Numero 14: Alejandro Guerrero S. 090 1101 0900 - B. II  
 DATOS DE: Sección Cálculo de la Poligonal RECMA 3-III-83

# ESTA TESIS NO DEBE SALIR DE LA BIBLIOTECA

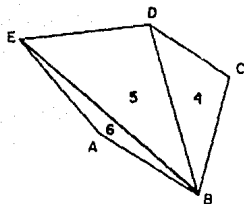
79

*Pero veamos el cálculo en una forma tabulada.*

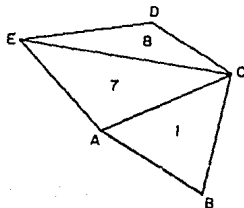
- Cálculo del valor más probable del área y de los ángulos interiores del polígono:



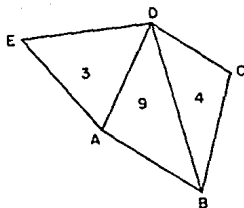
△	Area
1	1065.69
2	845.75
3	1004.69
$\Sigma$	2916.13




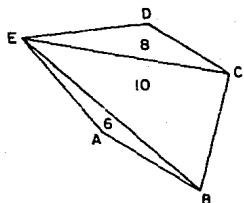
4	825.41
5	1719.21
6	372.19
$\Sigma$	2916.81



1	1065.69
7	1285.42
8	620.45
$\Sigma$	2971.56



	Area
3	1004.69
4	825.41
9	1086.00
$\Sigma$	2916.10



6	372.19
8	620.45
10	1947.77
$\Sigma$	2940.41

2916.13

2916.81

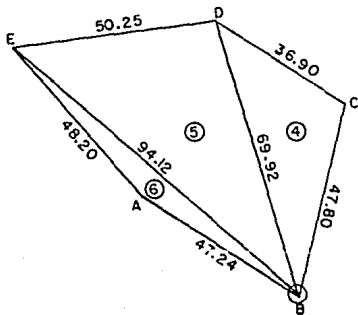
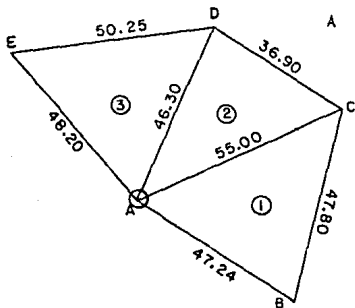
2916.10. . Estos son los valores que más se acercaron, de donde podemos decir que la diagonal CE está mal medida ya que intervino en los valores que se disparan del valor más probable. Si observamos la rigidez de los triángulos, podemos darle a la primera combinación un peso  $p = 2$

$$\therefore \text{Area} = 2916.29 \text{ m}^2$$

Como se identificó anteriormente el error en los -- triángulos 7, 8 y 10, no los tomemos en cuenta para los án gulos definitivos.

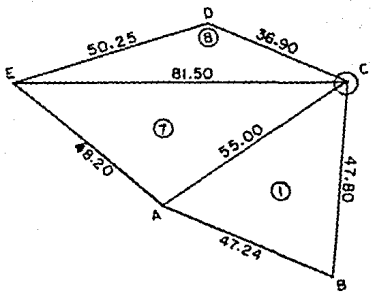
## Cálculo de ángulos del polígono

Vert.	△	Ang.	Valor más probable
A	1	$55^{\circ}07'$	
	2	$41^{\circ}37'$	$160^{\circ}56'$
	3	$64^{\circ}12'$	
	6		$160^{\circ}51'$
	1	$55^{\circ}07'$	NO
	7	$104^{\circ}07'$	
	3	$64^{\circ}13'$	
	9	$96^{\circ}46'$	$160^{\circ}59'$
			$160^{\circ}55'$
B	1		$70^{\circ}43'$
	4	$29^{\circ}36'$	
	5	$31^{\circ}30'$	$70^{\circ}44'$
	6	$9^{\circ}38'$	
	4	$29^{\circ}36'$	$70^{\circ}42'$
	9	$41^{\circ}06'$	
	10	$59^{\circ}59'$	NO
	6	$9^{\circ}38'$	
			$70^{\circ}43'$



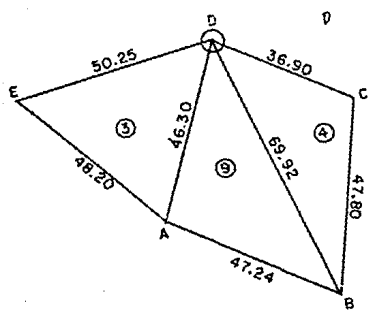


Cálculo de ángulos del polígono  
 Vert.  $\triangle$  Ang. Valor más probable



- C
- 1  $54^{\circ}10'$   $110^{\circ}37'$
  - 2  $56^{\circ}27'$
  - 4  $110^{\circ}37'$
  - 1  $54^{\circ}10'$
  - 7  $35^{\circ}00'$  NO
  - 8  $24^{\circ}22'$
  - 8  $24^{\circ}22'$  NO
  - 10  $89^{\circ}30'$

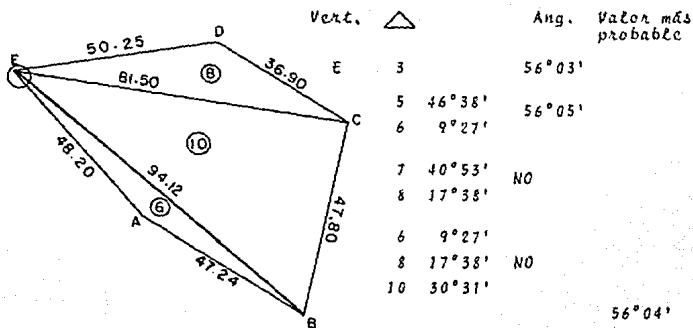
$110^{\circ}37'$



- D
- 2  $81^{\circ}55'$   $141^{\circ}39'$
  - 3  $59^{\circ}44'$
  - 4  $39^{\circ}47'$   $141^{\circ}39'$
  - 5  $101^{\circ}52'$
  - 8  $138^{\circ}00'$  NO
  - 4  $39^{\circ}47'$
  - 9  $42^{\circ}08'$   $141^{\circ}40'$
  - 3  $59^{\circ}44'$

$141^{\circ}40'$

## Cálculo de ángulos del polígono



V	Ang. Int.	Comp.	Ang. Definitivos
A	160° 55'	0	160° 55'
B	70° 43'	0	70° 43'
C	110° 37'	0	110° 37'
D	141° 40'	0	141° 40'
E	56° 04'	1'	56° 05'
	539° 59'	1'	

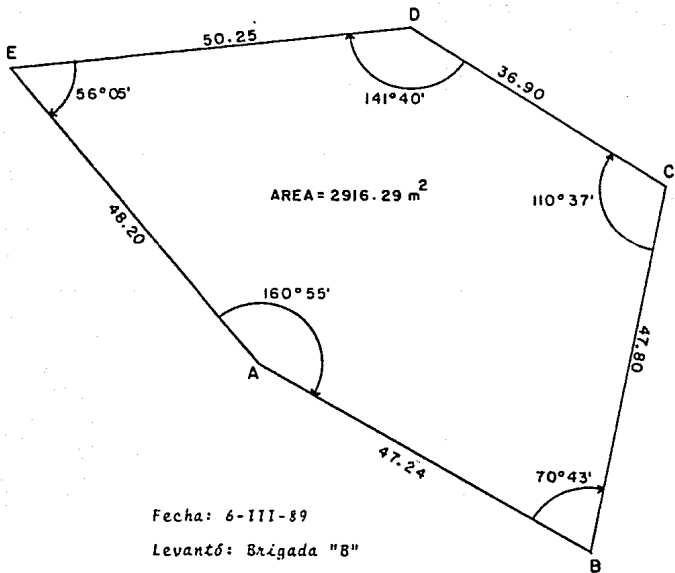
Cond. Geométrica

$$\sum \text{Ang. Int.} = 180^\circ (n-2) = 180^\circ (5-2) = 540^\circ 00'$$

∴ el error es de: 1'

## 12. Dibujo a nivel croquis.

Levantamiento con cinta de un predio baldío en los terrenos de la E.N.E.P. Aragón.



Fecha: 6-III-89

Levantó: Brigada "B"

Integrantes:

Alejandrina Guerrero S.

Celia Martínez R.

Araceli Martínez G.

Sergio Castillo G.

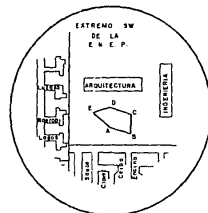
### Conclusiones

Un levantamiento de este tipo, es importante de saberlo realizar, ya que no es complicado y además es rápido; por lo que teniendo cuidado al tomar las medidas, los cálculos son fácilmente comprobables, existiendo algunas pequeñas variantes como el caso de la diagonal CE que de acuerdo a los datos arrojados por el -- cálculo, se deduce que fue mal medida.

Ya que afecta las áreas, porque comparando los resultados -- difieren demasiado y para el cálculo de los ángulos C y E, -- ya que no se toma en cuenta y solo se utilizan las otras alternativas, para encontrar el valor del ángulo. Por lo que respecta a la compensación, solo fue de un minuto por lo que se designó únicamente al vértice E, ya que éste es uno de los que forman la -- diagonal problemática.

Por otra parte se confirman los conocimientos de cálculo de ángulos medidos con cinta.

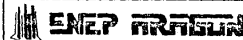
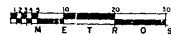
CROQUIS DE LOCALIZACION



DATOS DE LA POLIGONAL

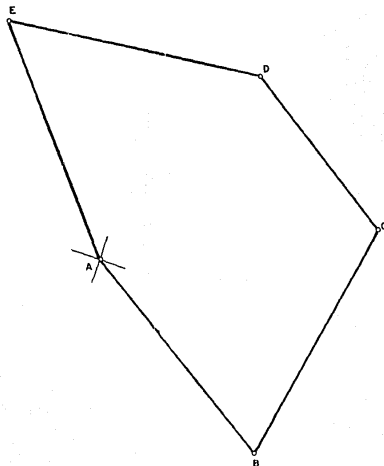
LADO	DIST	V	ANGULO
A B	47.24	A	180° 55'
B C	47.24	B	100° 45'
C D	36.30	C	110° 37'
D E	50.22	D	141° 40'
E A	48.20	E	56° 08'

ESC. GRÁFICA



LEVANTAMIENTO CON  
CINTA DE UN PREDIO  
SIN CONSTRUIR

FECHA:	GRUPO:	ELABORADO:	Nº PÁGINA:
SEP / 90	1101	ALEJANDRINA GUERRERO S.	4
ESC:	PROY:	INS. BENAMIN PERA A	
1:500	"B"		



## 2.4 Práctica No. 5

### "LEVANTAMIENTO CON BRUJULA DE UN PREDIO SIN CONSTRUIR".

#### Objetivo

Manejo del instrumento y el cálculo de ángulos interiores - en base a los azimutes observados, dibujo y compensación gráfica de los errores accidentales.

#### Equipo

- 1 Brújula
- 2 Balizas
- 2 Plomadas

#### Material

- 1 Libreta de Tránsito
- 1 Cinta de acero
- 5 - 10 Estacas

#### Personal

- 1 Jefe-Anotador
- 2 Cadeneros
- 1 Observador
- 1 Balicero

#### Desarrollo

##### "Método de Itinerario o Poligonal"

Este método consiste en recorrer el perímetro del polígono que forman los lados del terreno, ejecutando las mediciones necesarias como son las distancias y los azimutes (Az); indispensables y suficientes para la construcción del plano correspondiente. Este trabajo se divide en las dos partes siguientes:

#### A. Trabajo de Campo

1. Reconocimiento del terreno y establecimiento de los vértices

de la poligonal. En nuestro caso este trabajo ya se realizó puesto que estamos en el mismo terreno de la práctica anterior.

2. Preparación de la libreta y dibujo del croquis del terreno. Encontrándose el anotador listo para registrar las observaciones que se hagan en una forma tabulada; teniéndose cuidado de evitar confusiones en los datos.
3. Medición de las longitudes del lado del polígono así como su medición del azimut de esta línea, para que sean registradas estas observaciones en forma conveniente, se partirá de un vértice al cual debemos regresar.

Para verificar cada medición, debemos de observar los azimutes en forma directa (BC) y, en forma inversa (BA), observados desde el vértice al que concurren los lados que se están midiendo; este se llevará a cabo con la brújula azimutal tomando una posición justamente sobre el punto, colocando la brújula horizontal nivelándola con la burbuja circular que contiene el instrumento y observando que el vértice B se vea a través del orificio que para este caso tiene la tapa y también podamos mirar el vértice siguiente C, en el cual se encuentra una baliza que nos facilita hacer la puntería de éste.

Aquí mismo se girará la brújula para observar el punto A. Estas punterías se harán viendo en el espejo de la tapa, la imagen de la baliza y la pínula norte confundida con la línea que se tiene grabada. Al soltar la aguja de la brújula,

Esta se dirigirá al norte magnético por lo que debemos tener cuidado con las atracciones locales en este punto así como las equivocaciones.

Ejemplo:

Enseguida se dará un registro de campo de una poligonal de 5 lados, este registro fue tomado en la ENEP ARAGÓN.



ENEP ARAGON

Col. Impulsora

Pract. Lev. con brújula de un Piedra sin Construir

Brigada: 2°

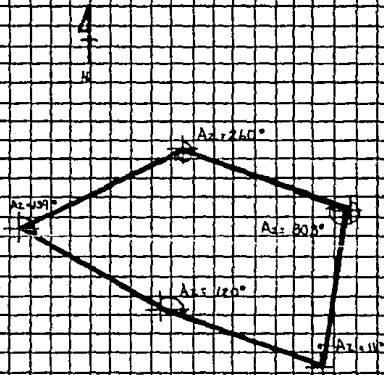
Jefe: I. Enrique

Az. Jov. y Az. Dir.

Hoja: 1/1

Fecha: 10-III-89

Est	P.O.	Dist.	Az.M.O.		Notas
A	E	48.20	319°		Hay viento suave
	B	47.24	120°		
B	A	<del>49.25</del>	300°	47.25	hay un obstáculo y una equivocación
	C	47.80	11°		
C	B	47.80	198°		esta cerca la reja
	D	<del>39.90</del>	303°	36.90	
D	C	36.90	182°		
	E	50.25	260°		
E	D	50.25	<del>82°</del>	80°	error detectado
	A	48.20	139°		



Sig. ntida de ↻

Az. dir. ↻

### B. Trabajo de Gabinete.

1. Se calculan los azimutes directos e inversos en cada lado y deben tener una diferencia de  $180^\circ$  con el observado directo o inverso anterior. Este cálculo debe de realizarse en el campo ya que en caso de detectar un error este puede corregirse de inmediato y volver a medir en el mismo día evitándose el regresar al campo y pérdida de tiempo considerando que se tiene una tolerancia de  $\pm 2^\circ$ .

Lado	Az. Dir. Obs.	Az. Inv. Obs.	Az. Inv. Cal.	Dif.
A B	$120^\circ$	$300^\circ$	$300^\circ$	0
B C	$11^\circ$	$192^\circ$	$191^\circ$	$1^\circ$
C D	$303^\circ$	$122^\circ$	$123^\circ$	$1^\circ$
D E	$260^\circ$	$80^\circ$	$80^\circ$	0
E A	$139^\circ$	$319^\circ$	$319^\circ$	0

En la línea BC la diferencia es  $1^\circ$ , ocasionado porque existe una desviación de la aguja provocada por una mala puntería o a la atracción local; por encontrarse a unos cuantos metros del vértice una reja de hierro. Corroborándose al tomar dos veces la lectura en cada vértice.

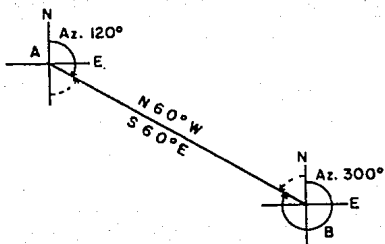
Esta desviación con respecto al norte es de  $1^\circ$  y afecta a -- los dos lados al tomar los azimutes directo e inverso

2. Se calculan los rumbos del polígono a partir de los azimutes observados, con los Az. medidos en cada vértice o sea los -- Az. directo e inverso:

Para el Lado A B

$$180^\circ - 120^\circ = S 60^\circ E \quad \dots \text{dir.}$$

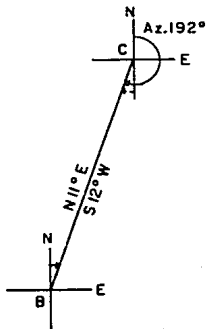
$$360^\circ - 300^\circ = N 60^\circ W \quad \dots \text{inv.}$$



Para el lado B C

$$11^\circ = N 11^\circ E \quad \dots \text{dir.}$$

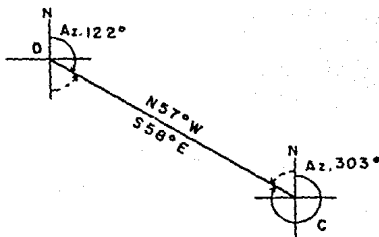
$$192^\circ - 180^\circ = S 12^\circ W \quad \dots \text{inv.}$$



Para el lado C D

$$360^\circ - 303^\circ = N 57^\circ W \quad \dots \text{dir.}$$

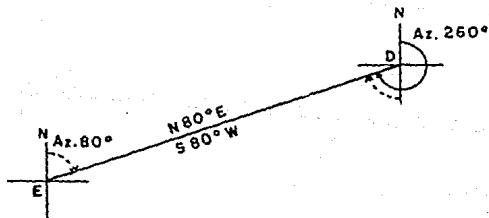
$$180^\circ - 122^\circ = S 58^\circ E \quad \dots \text{inv.}$$



Para el lado D E

$$260^\circ - 180^\circ = S 80^\circ W \quad \dots \text{dir.}$$

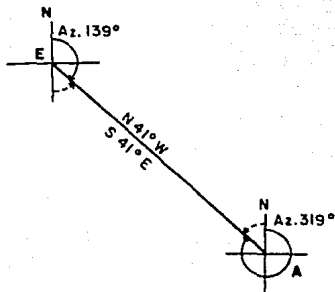
$$80^\circ = N 80^\circ E \quad \dots \text{inv.}$$



Para el Lado E A

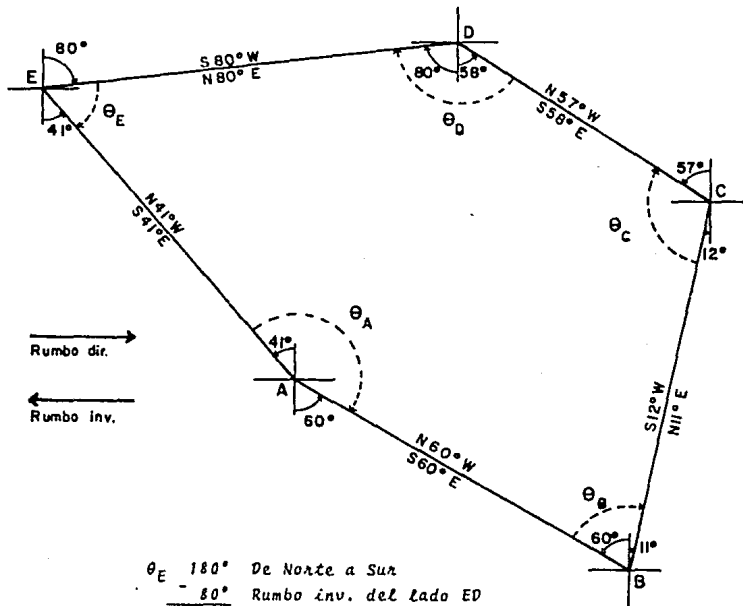
$$180^\circ - 139^\circ = S 41^\circ E \quad \dots \text{dir.}$$

$$360^\circ - 319^\circ = N 41^\circ W \quad \dots \text{inv.}$$



Nota: Estos rumbos se encontraron con el Az. directo e inverso y sumando o restando el cuadrante en que se localiza este; cuando es menor de  $90^\circ$  se toma directo, por encontrarse en el mismo cuadrante el Rbo. y el Az.

3. Cálculo de los ángulos interiores de la poligonal a partir - de los rumbos o azimutes observados en cada punto. Para este caso se calcularán con los rumbos determinados en el inciso anterior.



$\theta_E$	180°	De Norte a Sur
	- 80°	Rumbo inv. del lado ED
	100°	
	- 41°	Rumbo dir. del lado EA
	59°	<u>Angulo E</u>

$$\begin{array}{r}
 \theta_A - 180^\circ \\
 \quad \underline{60^\circ} \\
 \quad 120^\circ \\
 \quad + 41^\circ \\
 \quad \underline{161^\circ}
 \end{array}
 \begin{array}{l}
 \text{De Norte a Sur} \\
 \text{Rumbo dir. del lado AB} \\
 \\
 \text{Rumbo inv. del lado AE} \\
 \text{Angulo A}
 \end{array}$$

$$\begin{array}{r}
 \theta_B \quad 60^\circ \\
 \quad + 11^\circ \\
 \quad \underline{71^\circ}
 \end{array}
 \begin{array}{l}
 \text{Rumbo inv. del lado BA} \\
 \text{Rumbo dir. del lado BC} \\
 \text{Angulo B}
 \end{array}$$

$$\begin{array}{r}
 \theta_C \quad 180^\circ \\
 \quad + 12^\circ \\
 \quad \underline{168^\circ} \\
 \quad - 57^\circ \\
 \quad \underline{111^\circ}
 \end{array}
 \begin{array}{l}
 \text{De norte a Sur} \\
 \text{Rumbo inv. del lado CB} \\
 \\
 \text{Rumbo dir. del lado CD} \\
 \text{Angulo D}
 \end{array}$$

$$\begin{array}{r}
 \theta_D \quad 58^\circ \\
 \quad + 80^\circ \\
 \quad \underline{137^\circ}
 \end{array}
 \begin{array}{l}
 \text{Rumbo inv. del lado DC} \\
 \text{Rumbo dir. del lado DE} \\
 \text{Angulo D}
 \end{array}$$

4. Error angular ( $E_A$ ), este se determina comparando la suma de los ángulos interiores obtenidos con la suma de la condición geométrica.

$$\Sigma \text{áng. int.} = 180 (n - 2)$$

siendo n el número de lados del polígono.

Suma Angular

$$\theta_A \quad 161^\circ$$

$$\theta_B \quad 71^\circ$$

$$\theta_C \quad 111^\circ$$

$$\theta_D \quad 137^\circ$$

$$\theta_E \quad 59^\circ$$

$$\Sigma \theta \quad 539^\circ$$

Condición geométrica

$$\Sigma \theta = 180 (n-2)$$

$$\Sigma \theta = 180 (5-2)$$

$$\Sigma \theta = 540^\circ$$

Existe un pequeño error angular de  $-1^\circ$ , que no deberá exceder la tolerancia angular.

$$T_A = a\sqrt{n}$$

Donde:

$T_A$  = Tolerancia angular.

$a$  = Aproximación de la brújula.

$n$  = Número de vértices de la poligonal.

Para este caso es:

$$T_A = 1^\circ\sqrt{5}$$

$$T_A = 2.23^\circ \approx \pm 2^\circ$$

Si  $E_A$   $T_A$ , deberá repetirse el trabajo. Pero como  $1^\circ < 2^\circ$  el trabajo está dentro de la tolerancia y por tanto es aceptable y a continuación se confirmará si cierra la poligonal linealmente al graficarla.

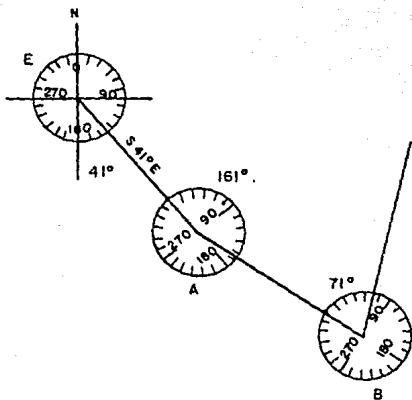
### 5. Dibujo de predio.

Este se realizará con la ayuda de un transportador y el escámetro, como a continuación se describe:

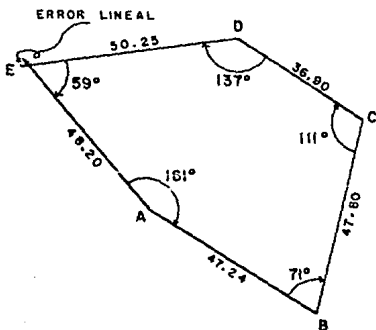
1. Se dibuja la meridiana.
2. Se elige un lado del polígono, basado en el azimut al que -- más confianza se le tenga; para comenzar a dibujar los lados y se dibuja el rumbo de éste o su azimut.
3. En el vértice posterior se mide con el transportador el ángulo calculado (sin compensar) y su distancia respectiva.



4. Se repite el proceso a partir del número 3, hasta llegar al último lado.



Dando como resultado un dibujo de la siguiente manera:



Como se observa, existe un pequeño error de 50 cm. aproximadamente que se eliminará al realizar la compensación gráfica.

6. Compensación gráfica.

- a) Calcular las correcciones considerando que los errores son proporcionales a las longitudes de los lados de la poligonal. El error unitario o error metro "e" se calcula dividiendo el error de cierre o lineal "E" entre el perímetro de la poligonal  $\Sigma L$ .

$$e = \frac{E}{\Sigma L} ; \text{ error unitario}$$

$$e = \frac{0.50}{230.39} = 0.002170$$

Como se comenzó a dibujar por el punto E, las correcciones se obtienen como sigue:

$$C_A = eL_A \qquad C_A = 0.0022(48.20) = 0.10 \text{ m.}$$

$$C_B = e(L_A + L_B) \qquad C_B = 0.0022(95.44) = 0.21 \text{ m.}$$

$$C_C = e(L_A + L_B + L_C) \qquad C_C = 0.0022(143.24) = 0.31 \text{ m.}$$

$$C_D = e(L_A + L_B + L_C + L_D) \qquad C_D = 0.0022(180.14) = 0.39 \text{ m.}$$

$$C_E = e(\Sigma L) \qquad C_E = 0.0022(230.39) = 0.50 \text{ m.}$$

- b) Por los vértices de la poligonal, se trazan paralelas al error de cierre en sentido contrario al error.

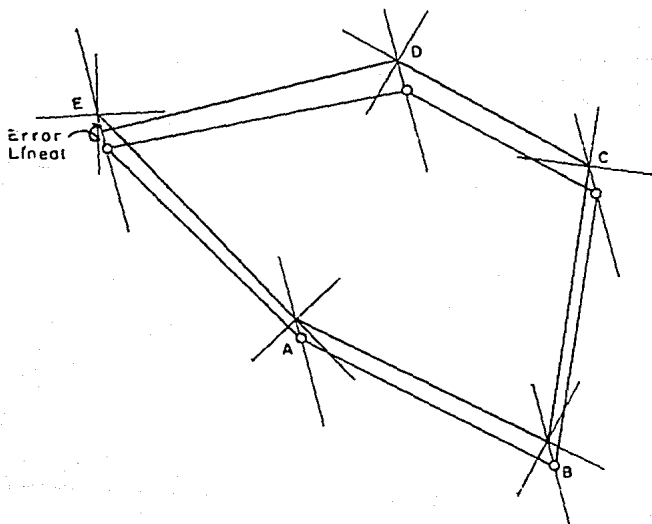
- c) Sobre la paralela trazada por el vértice A, se toma una longitud igual a  $C_A$ , a partir del vértice A; obteniéndose así el punto A'. Sobre la paralela que pasa por el vértice B, y

a partir de este punto, se toma una distancia igual a  $C_B$  y se obtiene  $B'$ ; y así sucesivamente hasta llegar a E.

- d) Uniendo los puntos E, A', B', C', D' y E se encuentra la poligonal compensada.

Poligonal sin compensar —————

Poligonal compensada. ○————○



Nota: En el dibujo a la poligonal compensada, se le aplicó un desplazamiento constante a todos los vértices para evitar que se superpongan y no se pueda apreciar la corrección.

7. Compensación Angular. Esta se realizará con el método de partes iguales que consiste en:
- Con el error angular se divide entre el número de vértices.
  - Se tabulan los vértices, los ángulos y se le va sumando o restando el resultado del paso anterior según sea el caso, con signo contrario.
  - Los ángulos resultantes serán los compensados.
  - Hacer la suma angular y comprobar si cumple con la condición geométrica.

Datos

$$E_A = 1^\circ = 60'$$

$$\text{No. de vértices} = 5$$

- a) Cálculo de la corrección "C".

$$C = \frac{E_A}{n}$$

$$C = \frac{60}{5} = 12'$$

Se le aplicará este valor considerando que solo compensaremos  $1/4$  de grado. La compensación quedará  $15'$  para cuatro vértices y  $0'$  para uno. Para designar cual es el ángulo al que se deben analizar las circunstancias de la observación.

Vértice	Ángulos sin corregir	Corrección "C"	Ángulos Corregidos
A	161° 00'	15'	161° 15'
B	71° 00'	15'	71° 15'
C	111° 00'	0	111° 00'
D	137° 00'	15'	137° 15'
E	59° 00'	15'	59° 15'
SUMAS	539° 00'	60'	540° 00'

8. Realizar las operaciones necesarias para obtener el Rumbo -- Magnético Calculado (RMC) o el Azimut (Az. MC), continuemos con el ejemplo (solo para RMC).

- Debemos elegir un rumbo que se suponga correcto. Este puede ser el de un lado cuyos rumbos (directo e inverso) hayan coincidido mejor, que denominaremos rumbo base o también -- aquel en el cual no percibimos atracción magnética en sus extremos.
- Con los ángulos interiores corregidos y el rumbo base se calculan nuevos rumbos para todos los lados del polígono, estos serán los rumbos magnéticos calculados.

Datos

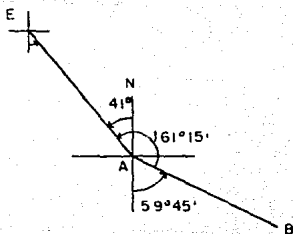
Rumbo base EA

S 41° 00' E .. dir.

Rumbo AB

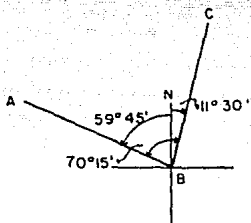
161° 15' - 41° 00' = 120° 15'

179° 60' - 120° 00' = S 59° 45' E



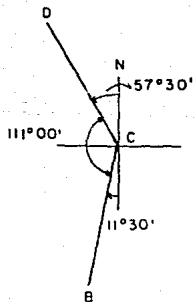
Rumbo B C

$$71^{\circ} 15' - 59^{\circ} 45' = N 11^{\circ} 30' E$$



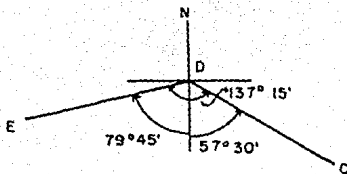
Rumbo C D

$$180^{\circ} 00' - [11^{\circ} 30' + 111^{\circ} 00'] = N 57^{\circ} 30' W$$



Rumbo D E

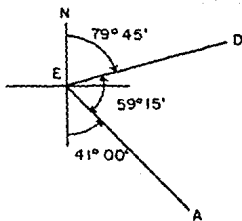
$$137^{\circ} 15' - 57^{\circ} 30' = S 79^{\circ} 45' W$$



Rumbo E A

$$180^{\circ} 00' - (79^{\circ} 45' + 59^{\circ} 15') = \underline{S 41^{\circ} 00' E}$$

Con el rumbo anterior se comprueba el rumbo base.





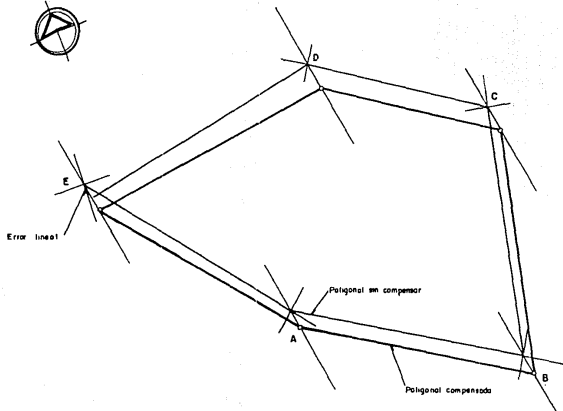


### Conclusiones

Hay que tener cuidado al realizar esta práctica, ya que es muy sensible la brújula y se tiende a cometer errores como es el caso de atracciones locales y a cambios magnéticos, viéndose reflejados en los resultados de los Azimutes, los rumbos y los ángulos.

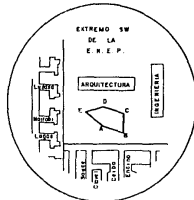
Entonces como el levantamiento con brújula está expuesto a errores intrínsecos, no es conveniente hacer el cálculo de la -- compensación analítica; aunque lo podemos realizar sólo como un ejercicio para llegar a dominar el concepto de orientación en To pografía.

Sin embargo, esta compensación se realizó gráficamente y es un método sencillo y práctico, ya que no se tiene mucha precisión en los datos proporcionados por la brújula.



NOTA - El error en el dibujo está exagerado para su apreciación visual correcta.

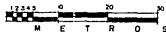
### CROQUIS DE LOCALIZACION



### DATOS DE LA POLIGONAL

LADO	DIST	V	ANG COMP
A. B.	27.24	A.	161° 15'
B. C.	17.80	B.	71° 15'
C. D.	18.80	C.	111° 00'
D. E.	20.22	D.	137° 12'
E. A.	48.20	E.	50° 15'

### ESC. GRÁFICA



# ENEP ARAGON

LEVANTAMIENTO CON  
BRUJULA DE UN PREDIO  
SIN CONSTRUIR

FECHA	GRUPO	ALUMNO	OTRO
02/08/80	1101	ALCANTARILLA GUERRERO S	
ESC.	BRIGADA	PROF.	
V. 300	"B"	ING BENJAMIN PERA A.	5

2.5 Práctica No. 6**"LEVANTAMIENTO URBANO O LEVANTAMIENTO CON TRAN-  
SITO Y CINTA".**Objetivos

- a) Levantamiento de un terreno de tipo urbano donde el alumno aplicará los conocimientos antes estudiados como son: mediciones con cinta, medición de direcciones (rumbos y ángulos horizontales); la utilización del tránsito y el equipo de poligonación.
- b) El procesamiento y verificación de los datos de campo con los cuales se obtendrán las coordenadas de la poligonal y de los vértices del lindero de un predio, la obtención por medio del cálculo de las longitudes de los lados, ángulos interiores y el área del predio.
- c) Elaboración del dibujo correspondiente por coordenadas (poligonal y polígono de linderos) y con transportador los detalles menos importantes.

Equipo

- 1 Tránsito  
2 Balizas  
2 Plomadas  
1 Marro

Materiales

- 1 Cinta metálica  
1 Libreta de Tránsito  
1 Lupa  
Pintura  
Crayones  
Clavos o Estoperoles

Personal

- 1 Jefe-Anotador
- 2 Cadeneros
- 1 Aparatero
- 1 Balicero

Desarrollo

"Método de medida directa de ángulos por reiteraciones para su verificación".

Consiste en medir en todos los vértices del polígono los ángulos que forman los dos lados que concurren al vértice desde -- donde se ejecuta la observación. Se miden los ángulos interiores cuando se recorre el perímetro del polígono en sentido contrario al movimiento de las manecillas del reloj y se determinan los ángulos exteriores cuando el recorrido se hace en sentido contrario a dicho movimiento. Este método se emplea preferentemente en el levantamiento de poligonales cerradas.

Este trabajo se realizará en dos sesiones, la primera para obtener los datos de la poligonal como son: distancias y direcciones: ángulo horizontal [Ang. H], doble ángulo horizontal - - [2Ang. H], rumbo magnético observado [RMO]; y la segunda consistirá en el levantamiento de detalles y linderos.

## A) Trabajo de Campo.

Comprende las siguientes operaciones:

1. Reconocimiento del terreno. Si se encuentra en un lugar urba

no, pavimentado y con tránsito local, este dificultará un poco el levantamiento ya que la poligonal se encuentra inscrita y/o circunscrita al terreno.

2. Establecimiento de los vértices de la poligonal. Estos serán en número suficiente, por lo menos estarán formando un cuadrilátero.
3. Encabezado del registro, recopilación de la información general y dibujo del croquis de la zona que se va a levantar en la libreta de campo.
4. Orientación magnética de un lado de la poligonal, generalmente el primero (aunque se puedan medir las de todas las líneas).

Esta tiene por objeto conocer el azimut de una línea. Supongamos que se desea orientar el lado AB de la poligonal. Para determinar el azimut magnético del lado AB, se procede de la siguiente manera:

- a) Centrar y nivelar el instrumento en la estación A.
- b) Poner en coincidencia los ceros del limbo horizontal con su vernier y fijar el movimiento particular.
- c) Se deja en libertad la aguja de la brújula y con el movimiento general se hace coincidir la aguja de la brújula y la línea Norte-Sur, marcada en el círculo de la misma, fijando el movimiento general.
- d) Se afloja el movimiento particular y se visa el punto B, ya que cuando el anteojo apuntaba al Norte magnético, y el Indi

ce del vernier marcaba  $0^{\circ} 00'$ , de tal manera que en este momento se leerá en el vernier el Az.  $HO$  que es el mismo Ang. H. a la derecha.

5. Levantamiento del perimetro, midiendo la longitud de los lados en fracciones parciales de  $\pm 20$  m. y realizando la suma al final para obtener la longitud total de cada lado y midiendo las direcciones de los lados.

Medida de los ángulos (direcciones) en cada uno de los vértices de la poligonal.

- a) Centrado y nivelado el instrumento, se ponen en coincidencia los ceros del limbo horizontal y el vernier; se fija el movimiento particular.
- b) Con el movimiento general se dirige el anteojo para observar el vértice de atrás y se fija dicho movimiento.
- c) Por medio del movimiento particular, se imprime un giro al anteojo, en el sentido del movimiento de las manecillas del reloj (ángulo a la derecha), para visar el vértice de adelante y se toma la lectura del ángulo horizontal la cual se anotará en la libreta de tránsito.
- d) Comprobación del ángulo medido. Invertiendo el anteojo y - - - - - suelto el movimiento general (sin aflojar el tornillo del movimiento particular), se vuelve a visar el vértice de atrás y se verifica la lectura con el objeto de cerciorarse de que no se ha movido, fijando el movimiento general.
- e) Por último, con el movimiento particular se observa nuevamen

te el vértice de adelante, efectuando la lectura del ángulo horizontal que deberá ser el doble de la obtenida en la primer medida o cuando más con dos minutos de diferencia. Si - hay una discrepancia mayor, se realizará nuevamente la lectura del ángulo desde el principio.

Debemos considerar que las observaciones se deben realizar renglón por renglón y evitar hacer las mediciones por columna.

6. Levantamiento de detalles. Este se llevará a cabo en la segunda sesión y su procedimiento será como a continuación se describe:

- Colocar el tránsito nivelado y centrado en el vértice (A).
- Orientado hacia el vértice anterior (D), poniendo en ceros el vernier y se empieza a radiar (observar detalles - leyendo los ángulos en el mismo sentido; medir la distancia correspondiente - del aparato al detalle -) anotándolos en la libreta con su respectivo símbolo; esto se realiza en cada vértice, aunque aquí únicamente se ejemplificará para el vértice A y a una distancia aproximada de - - 30 m.

Solo se radiarán los detalles más importantes de tipo urbano como son: esquina de lindero, esquinas e inflexión de paramentos, poste de luz, poste de teléfono, pozo de visita, registro de agua potable, atarjeas, guarnición, pancouplé, etc.

Al terminar este levantamiento, no deben quedar huecos - -

con detalles sin localizar. Si esto ocurre, se deberán establecer puntos de poligonal cercanos para levantarlos desde aquí o utilizar otros métodos de levantamientos como pudiera ser el de intersecciones o algún otro.



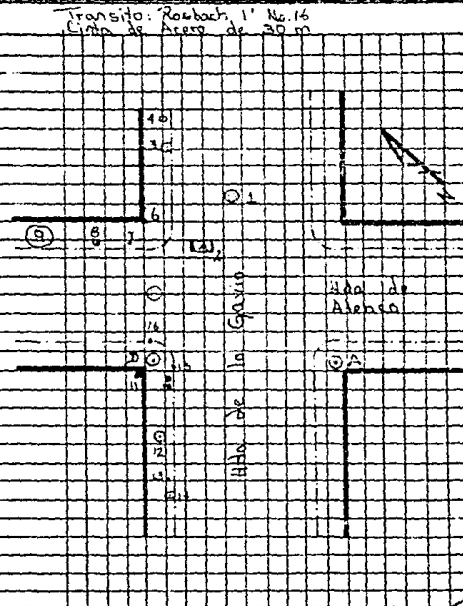


Hda. de la Gavia  
Impulsora A.  
Ley de Detalles de la calle Hda Gavia

Brigada: "B"  
Jefe: Araceli  
Método: Radiaciones

Hoja: 2/3  
Fecha: 30-III-89

Lado		Dist.	Ang. H.	Notas
Est.	P.O.			
D	A	-	0° 00'	Lado base
	1	9.06	219° 00'	P.V.
	2	10.24	249° 20'	Reg. Agua potable
	3	16.24	275° 05'	Alarce
	4	25.30	271° 19'	Poste de Luz
	5	5.82	265° 58'	P.V.
	6	13.09	366° 50'	Seq. Paramento
	7	13.78	230° 00'	Poste de Tel.
	8	2.57	218° 38'	Poste de Luz
	9	22.92	205° 25'	Reg. de Tel.
	10	8.76	190° 44'	Poste de Luz
	11	0.54	189° 56'	Seq. Paramento
	12	8.19	87° 36'	Asial 0.25
	13	3.10	77° 00'	Poste de Tel.
	14	2.77	59° 58'	Alarce
	15	1.74	19° 29'	Guarnición P.C.
	16	12.82	270° 00'	" P.T.

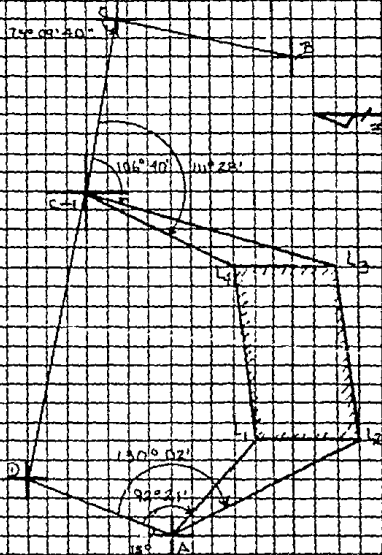


Extracto del registro  
de las radiaciones del  
lindero

Brigada: "B"  
Jefe: Alejandro  
Método: Radiaciones a la des.

Hoja: 3/3  
Fecha: 3-IV-89

Lado	P.O.	Dist.	Ang. H.	Notas
A	D	13.95	0°	Lado base para $L_1$ y $L_2$
	$L_1$	12.31	92° 21'	Sopla el viento (ligero)
	$L_2$	16.76	130° 00'	
C-1	C	20.14	0°	Lado base para $L_3$ y $L_4$
	$L_3$	20.37	106° 40'	
	$L_4$	15.60	111° 28'	Dif. para medir el ángulo



## 8) Trabajo de Gabinete.

## 1a. Parte "Cálculo de la Poligonal".

1. Cálculo del valor más probable de los ángulos. Esta operación es muy sencilla ya que tomando la lectura de  $2^{\Theta}$  y el ángulo sencillo se obtiene éste.

No olvidemos que los errores sistemáticos no están exentos de cometerse; por lo que debemos buscarlos para eliminarlos antes de empezar a calcular la poligonal.

$$\theta_A = (176^{\circ} 50' + 88^{\circ} 25') / 3 = 88^{\circ} 25' 00''$$

$$\theta_B = (176^{\circ} 03' + 88^{\circ} 01') / 3 = 88^{\circ} 01' 20''$$

$$\theta_C = (186^{\circ} 47' + 93^{\circ} 24') / 3 = 93^{\circ} 23' 40''$$

$$\theta_D = (180^{\circ} 19' + 90^{\circ} 10') / 3 = 90^{\circ} 03' 40''$$

$$\underline{\Sigma 359^{\circ} 59' 40''}$$

Condición geométrica.

$$\Sigma \text{áng. int.} = 180 (n-2)$$

$$\Sigma \text{áng. int.} = 180 (4-2) = 360^{\circ} 00' 00''$$

Observando el resultado anterior se verifica que el trabajo tiene un error angular tolerable.

$$E_A = \Sigma \text{áng. obs.} - 180 (n-2)$$

$$E_A = 359^{\circ} 59' 40'' - 360^{\circ} 00' 00'' = - 20''$$

Tolerancia angular

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

Datos

$a = 1'$  para el tránsito

$n = 4$

$T_A = 1' \sqrt{4} = \pm 2'$

2. Compensación angular del polígono. Si el error es tolerable la corrección angular puede efectuarse de dos formas:
- distribuyendo el error por partes iguales, como se realizó en la práctica anterior.
  - Repartiendo el error en los vértices donde la observación no es muy confiable (ver notas en el registro de campo). Esta compensación nunca se hará con valores menores a  $1/4$  de la aproximación del aparato.

∴ el ángulo C =  $93^{\circ}23'$  ( $40'' + 20''$ ) =  $93^{\circ}24'00''$ .

3. Calcular los Rumbos Magnéticos a partir de los ángulos compensados y un rumbo de partida. Esta operación se llevará a cabo como en el inciso 8 de la práctica núm. 5.

RMC (A)

$$15^{\circ} 00' 00'' + 88^{\circ} 25' 00'' = 103^{\circ} 25' 00''$$

$$179^{\circ} 60' 00'' - 103^{\circ} 25' 00'' = S 76^{\circ} 35' 00'' E$$

RMC (B)

$$87^{\circ} 61' 20'' - 76^{\circ} 35' 00'' = N 11^{\circ} 26' 20'' E$$

RMC (C)

$$11^{\circ} 26' 20'' + 93^{\circ} 24' 00'' = 104^{\circ} 50' 20''$$

$$179^{\circ} 59' 60'' - 104^{\circ} 50' 20'' = N 75^{\circ} 09' 40'' W$$

RMC (D)

$$90^{\circ} 09' 40'' - 75^{\circ} 09' 40'' = S 15^{\circ} 00' 00'' W$$

4. Cálculo de las proyecciones de los lados del polígono. Se -- llaman proyecciones de un lado a los catetos de un triángulo rectángulo formado por el lado (hipotenusa) y la proyección ortogonal del mismo sobre el eje E-W ( $X-X'$ ) y la proyección sobre la meridiana ( $Y-Y'$ ). Fig. 2.5

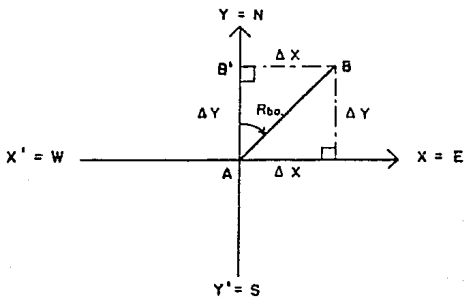


Fig. 2.5

Donde:

$AB' = Y = \text{Proy. sobre la meridiana del lado AB}$

$B'B = X = \text{Proy. sobre el eje E-W del lado AB}$

$AB = L = \text{Lado del polígono}$

$\theta_A = Rbo = \text{Rumbo del lado AB}$

Por Trigonometría, el triángulo rectángulo  $ABB'$ , se tiene:

$$X = L \text{ Sen } Rbo.$$

$$Y = L \text{ Cos } Rbo.$$

Con las fórmulas anteriores se calculan las proyecciones a partir de funciones naturales (seno, coseno).

Lado AB  $X = 132.68 \text{ (Sen } 76^\circ 35' 00\text{)} = 129.06$

$Y = 132.68 \text{ (Cos } 76^\circ 35' 00\text{)} = - 30.79$

Lado BC  $X = 10.76 \text{ (Sen } 11^\circ 26' 20\text{)} = 2.13$

$Y = 10.76 \text{ (Cos } 11^\circ 26' 20\text{)} = 10.55$

Lado CD  $X = 131.95 \text{ (Sen } 75^\circ 09' 40\text{)} = - 127.55$

$Y = 131.95 \text{ (Cos } 75^\circ 09' 40\text{)} = 33.79$

Lado DA  $X = 14.00 \text{ (Sen } 15^\circ 00' 00\text{)} = - 3.62$

$Y = 14.00 \text{ (Cos } 15^\circ 00' 00\text{)} = - 13.52$

5. Determinación de los errores  $E_x$  y  $E_y$ . Una vez calculadas -- las proyecciones de los lados del polígono, se suman las proyecciones por separado para el N, S, E y W.

La diferencia entre las sumas de las proyecciones  $\Delta E$  y  $\Delta W$  es el error de "X" y es designado  $E_x$ .

La diferencia entre las sumas de las proyecciones  $\Delta N$  y  $\Delta S$

es el error en "Y" y se designa  $E_y$ . Entonces:

$$E_x = \sum \text{Proy. E} - \sum \text{Proy. W}$$

$$E_y = \sum \text{Proy. N} - \sum \text{Proy. S}$$

Ejemplo:

$$E_x = 131.19 - 131.17 = 0.02 \text{ m.}$$

$$E_y = 44.34 - 44.31 = 0.03 \text{ m.}$$

6. Cálculo del error de cierre lineal ( $E_L$ ). Es la diferencia de la estación inicial de la poligonal con la estación final por no coincidir con el punto de partida. El valor de éste es en función de  $E_x$  y  $E_y$ , y se determina con la siguiente fórmula:

$$E_L = \sqrt{E_x^2 + E_y^2}$$

Continuando con el ejemplo

$$E_L = \sqrt{(0.02)^2 + (0.03)^2}$$

$$E_L = \sqrt{0.0013}$$

$$E_L = 0.036 \text{ m}$$

7. Cálculo de la precisión  $P$ . Esta se obtiene dividiendo el error de cierre lineal entre el perímetro del polígono  $L$ .

$$P = \frac{E_L}{L} \quad \delta \quad P = \frac{1}{\frac{L}{E_L}}$$

Para este caso:

$$P = \frac{1}{\frac{289.39}{0.036}} = \frac{1}{8,038.6} = \frac{1}{8,000}$$



Está dentro del rango de precisión aceptable para un trabajo de tipo urbano.

8. Compensación lineal del polígono. Se puede realizar siempre y cuando el error lineal  $E_L$  sea menor o igual que la tolerancia lineal  $T_L$ . En levantamientos con tránsito y cinta, se da  $P = 1 : 5000$ , por lo tanto se continúa el cálculo. Además se supone que los errores  $E_x$  y  $E_y$  de las proyecciones son proporcionales a sus valores absolutos.

Para la corrección lineal del polígono, se calcularán primero los valores unitarios de corrección  $K_x$  y  $K_y$ , que están dados por: Utilizando la Regla del Tránsito.

$$K_x = \frac{E_x}{\sum X_E + \sum X_W}$$

$$K_y = \frac{E_y}{\sum Y_N + \sum Y_S}$$

En seguida se calculan las correcciones  $X_1, X_2, \dots, X_n$  y  $Y_1, Y_2, \dots, Y_n$ , que deben aplicarse a las proyecciones y se obtienen multiplicando las proyecciones de los lados del polígono, por los factores unitarios de corrección correspondientes.

Los signos de las correcciones se aplican tomando en consideración las sumas de las proyecciones E y W o N y S. Esta corrección se resta a las proyecciones cuya suma sea mayor y se suma a las de la sumatoria menor. De manera que el resultado sea: cero

$$\sum X_E = \sum X_W$$

$$\sum Y_N = \sum Y_S$$

Ejemplo:

Factores unitarios de corrección.

$$K_x = \frac{0.02}{131.19 + 131.17} = 0.000076$$

$$K_y = \frac{0.03}{44.33 + 44.30} = 0.00034$$

Correcciones

Lado AB  $X = 0.000076 (129.06) = 0.0098 \pm -0.01$

$Y = 0.00034 (30.7) = 0.010 \pm 0.01$

Lado BC  $X = 0.000076 (2.13) = 0.00$

$Y = 0.00034 (10.55) = 0.00$

Lado CD  $X = 0.000076 (127.55) = 0.01$

$Y = 0.00034 (33.79) = -0.01$

Lado DA  $X = 0.000076 (3.62) = 0.00$

$Y = 0.00034 (13.52) = 0.01$

9. Corregir las proyecciones. Con los valores antes obtenidos - se procede a sumar o restar según el signo de la corrección.

Ejemplo:

Proy. sin corregir				Correcciones		Proy. Corregidas			
N	S	E	W	X	Y	N	S	E	W
	30.79	129.06		0.01	-0.01		30.80	125.09	

De esta manera se corrigen todas las proyecciones.

10. Cálculo de las coordenadas de los vértices de la poligonal.  
Las coordenadas de los vértices de la poligonal se calculan

sumando algebraicamente las proyecciones de cada lado a las coordenadas de la estación anterior. Proy. corregidas.

Si no se conocen las coordenadas del punto de partida se le atribuyen coordenadas arbitrarias, elegidas de tal modo que las correspondientes a los demás vértices de la poligonal -- sean positivas de tal forma que ésta quede alojada en el primer cuadrante para facilidad del dibujo.

La comprobación se hace cuando al vértice de partida, se le obtengan los mismos valores de las coordenadas que se asignaron al principio del cálculo.

LADO	N	S	E	W	Vert.	Y	X
					A	500.00	500.00
AB		30.80	129.05		B	469.20	629.05
.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.
DA		13.53		3.62	A	500.00	500.00

Para el vértice B se calcularon:

$$\begin{array}{r}
 \text{Y} \\
 - 500.00 \\
 \quad 30.80 \\
 \hline
 469.20
 \end{array}
 \qquad
 \begin{array}{r}
 \text{X} \\
 + 500.00 \\
 \quad 129.05 \\
 \hline
 629.05
 \end{array}$$

Los resultados de estos cálculos se anotan en forma tabular para no perder la objetividad y al estar en la misma hoja se puedan verificar y utilizar posteriormente por el dibujante y el calculista. Estos se encuentran en la planilla de cálculo de la poligonal.

UNAM

ENEP

ARAGON

## CALCULO DE LA COMPENSACION DE UNA POLIGONAL

Lado	Ang. H.	Long.	R.M.C.	Proy. Y	Proy. X	C.Y	C.X	Proy. YC	Proy. XC	Vert.	Ordenada	Abscisa	
											A	500.00	500.00
AB	88°25'00"	132.68	51°35'00"	-30.79	129.06	0.01	-0.01	-30.80	129.05	B	469.20	689.05	
BC	80°01'20"	10.76	81°26'00"	10.55	2.13	0.00	0.00	10.55	2.13	C	479.75	651.18	
CD	97°24'00"	131.93	113°05'00"	35.79	-127.25	0.01	0.01	35.78	-127.50	D	513.53	509.62	
DA	90°09'40"	14.00	81°50'00"	-13.52	-3.62	0.01	0.00	-13.53	-3.62	A	500.00	500.00	

I Ang	I Long
360°00'00"	289.39
Z Ang. Com.	
360°00'00"	

I Proj. N	I Proj. E	I C. Y	I C. X	I Proj. Y	I Proj. X	Precisión 1/6000
44.34	131.19	0.05	0.02	88.65	242.34	
I Proj. S	I Proj. W	eY	eX	EL		
44.31	131.17	0.05	0.02	0.0360		

$$I \text{ Ang} = 180^\circ - 1 \pm 21$$

$$I \text{ Proj. Y} = 0$$

$$\text{Proy Y} = L \text{ con Rbo.}$$

$$EL = \sqrt{eY^2 + eX^2}$$

$$I \text{ Ang.} = a/\sqrt{n}$$

$$I \text{ Proj. X} = 0$$

$$\text{Proy X} = L \text{ con Rbo.}$$

$$P = 1/I \text{ Long} = EL$$

ALUMNO (A) GUSTAVO SANCHEZ A. 200 1121 1910 - B -  
 DATOS DE LA VISITA: Última Visita: General  
 FECHA: 3-III-85

## 2a. Parte "Cálculo del linderó"

A. Cálculo de la planilla de las coordenadas de los vértices -- del linderó.

1. Cálculo del Rumbo Magnético (R M C) de las radiaciones.

Para la realización de este paso, se tienen los datos de las radiaciones de la poligonal al linderó (extracto de las radiaciones del linderó), ángulo-distancia; como estas son referidas al punto anterior de estación, entonces hay que sumar o restar el ángulo medido al rumbo del lado base.

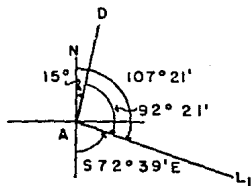
## Datos

Est.	P.O.	Díst. (m)	Ang. H
A	D	13.95	0° 00'
	L <sub>1</sub>	12.31	92° 21'
	L <sub>2</sub>	16.76	130° 02'
C-1	C	80.14	0° 00'
	L <sub>3</sub>	20.37	106° 40'
	L <sub>4</sub>	15.60	111° 28'

Para L<sub>1</sub>

$$15^\circ + 92^\circ 21' = 107^\circ 21'$$

$$179^\circ 60' - 107^\circ 21' = S 72^\circ 39' E$$



Para  $L_2$

$$15^{\circ} 00' 00'' + 130^{\circ} 02' 00'' = 145^{\circ} 02' 00''$$

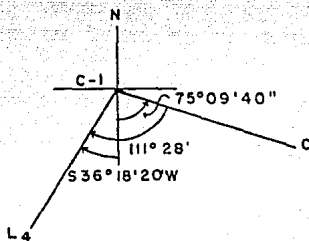
$$179^{\circ} 60' 00'' - 145^{\circ} 02' 00'' = S 34^{\circ} 58' 00'' E$$

Para  $L_3$

$$106^{\circ} 39' 60'' - 75^{\circ} 09' 40'' = S 31^{\circ} 30' 20'' W$$

Para  $L_4$

$$111^{\circ} 27' 60'' - 75^{\circ} 09' 40'' = S 36^{\circ} 18' 20'' W$$



2. Cálculo de las proyecciones de las radiaciones. A partir de el RNC de las radiaciones y su longitud, se obtendrán las proyecciones de cada lado. Como se explicó en el inciso 4 de la primera parte de esta práctica.

Est.	P. O.	Dist.	R N C	Proy. Y	Proy. X
A	L <sub>1</sub>	12.31	S 72° 39' 00" E	- 3.67	11.75
A	L <sub>2</sub>	16.76	S 34° 58' 00" E	-13.73	9.61
C	C-1	80.14	N 75° 09' 40" W	20.52	-77.47
C-1	L <sub>3</sub>	20.37	S 31° 30' 20" W	-17.37	-10.64
C-1	L <sub>4</sub>	15.60	S 36° 18' 20" W	-12.57	- 9.24

Nota: Se calculó también las coordenadas y proyecciones del punto C-1, ya que fue un punto auxiliar para tomar las radiaciones a L<sub>3</sub> y L<sub>4</sub>, y se necesitan sus coordenadas para poder conocer las coordenadas de estos.

3. Las coordenadas se obtienen sumando a las coordenadas del punto de partida las proyecciones calculadas en el inciso anterior.

Para L<sub>1</sub> y L<sub>2</sub>, el punto de partida fue A(500.00, 500.00)

Para L <sub>1</sub>	Para L <sub>2</sub>
500.00	500.00
- 3.67	- 13.73
<hr/> 496.33	<hr/> 486.27
... y ...	
500.00	500.00
+ 11.75	+ 9.61
<hr/> 511.75	<hr/> 509.61
... x ...	

Para L<sub>3</sub> y L<sub>4</sub>, el punto de partida fue C-1, pero como no se conocen las coordenadas de éste, entonces hay que calcularlas y su punto de partida es C(479.75, 631.18).

Para C-1

$$\begin{array}{r}
 479.75 \\
 + 20.62 \\
 \hline
 500.27 \quad \dots Y
 \end{array}$$

$$\begin{array}{r}
 631.18 \\
 + 77.47 \\
 \hline
 553.71 \quad \dots X
 \end{array}$$

Con estos resultados se calcularán para  $L_3$  y  $L_4$

Para  $L_3$ 

$$\begin{array}{r}
 500.27 \\
 + 17.37 \\
 \hline
 482.90 \quad \dots Y \dots
 \end{array}$$

Para  $L_4$ 

$$\begin{array}{r}
 500.27 \\
 + 12.57 \\
 \hline
 487.70
 \end{array}$$

$$\begin{array}{r}
 553.71 \\
 - 10.64 \\
 \hline
 543.07 \quad \dots X \dots
 \end{array}$$

$$\begin{array}{r}
 553.71 \\
 - 9.24 \\
 \hline
 544.47
 \end{array}$$

Estos datos se encuentran en la planilla de cálculo de coordenadas de los puntos radiados. En esta se unen todos los cálculos de este inciso donde se aprecian mejor.



UNAM

ENEP

ARAGON

## CALCULO DE LAS COORDENADAS DE LOS PUNTOS RADIADOS

Est	PO	Ang. H.	Long.	R.M.C.	Proy. Y	Proy. X	Punto	Ordenada	Abcisa	Productos
A	D	0° 00'	—	N15°00'00"E	—	—	A	500.00	500.00	—
A	L <sub>1</sub>	92° 21'	12.31	S72°37'00"E	-3.47	11.75	L <sub>1</sub>	496.33	511.75	—
A	L <sub>2</sub>	130° 02'	16.76	S24°58'00"E	-12.23	9.61	L <sub>2</sub>	486.27	509.61	—
C	D	0° 00'	—	N15°00'00"E	—	—	C	479.75	631.18	—
C	C-1	0° 00'	80.14	N15°00'00"E	20.52	-77.47	C-1	500.27	553.71	—
C	C	0° 00'	—	S15°00'00"E	—	—	—	—	—	—
C-1	L <sub>3</sub>	106° 40'	20.37	S21°30'00"E	-17.37	-10.64	L <sub>3</sub>	482.90	543.07	—
C-1	L <sub>4</sub>	111° 28'	15.60	S34°18'00"E	-12.57	-9.24	L <sub>4</sub>	487.70	544.47	—

Proy. Y = Long Cos Rbo

Y (PO) = Y (Est) + Proy (Red) Y

Proy. X = Long. Sen. Rbo

X (PO) = X (Est) + Proy (Red) X

I Prod.

I Prod.

AREA =

m<sup>2</sup>

ALUMNO: IRI. Alejandro Guerrero  
 DATOS DE: Lic. Albano Hda. Gavila  
 GPO: H. C. 1  
 BRIG: 2  
 FECHA: 6 - IX - 89

B. Cálculo de los elementos del lindero.

Dadas las coordenadas del lindero, calcular la distancia entre cada vértice así como el rumbo correspondiente a cada lado y el ángulo interior de sus vértices.

- a) Cálculo de las distancias. Es necesario calcular las proyecciones tanto en Y como en X de cada línea del lindero. Y esto se conoce con las siguientes fórmulas:

$$\Delta Y = Y_{n+1} - Y_n$$

$$\Delta X = X_{n+1} - X_n$$

Ejemplo:

$$\Delta Y_2 = 486.27 - 496.33 = - 10.06$$

$$\Delta X_2 = 509.61 - 511.75 = - 2.14$$

$$\Delta Y_3 = 482.90 - 486.27 = - 3.37$$

$$\Delta X_3 = 543.07 - 509.61 = 33.46$$

$$\Delta Y_4 = 487.70 - 482.90 = 4.80$$

$$\Delta X_4 = 544.47 - 543.07 = 1.4$$

$$\Delta Y_1 = 496.33 - 487.70 = 8.63$$

$$\Delta X_1 = 511.75 - 544.47 = - 32.72$$

Nota: La sumatoria de  $\Delta Y$  y  $\Delta X$  debe ser cero.

$$\sum \Delta Y = 0$$

$$\sum \Delta X = 0$$

En este caso decimos que no existe equivocación en nuestros cálculos.

Para obtener la distancia se aplica la fórmula de la Geome--

tria Analítica.

$$\text{Dist.} = \sqrt{(\Delta Y)^2 + (\Delta X)^2}$$

Ejemplo:

$$\text{Dist. } L_1-L_2 = \sqrt{(-10.06)^2 + (-2.14)^2}$$

$$\text{Dist. } L_1-L_2 = \sqrt{105.78}$$

$$\text{Dist. } L_1-L_2 = 10.28 \text{ m.}$$

$$\text{Dist. } L_2-L_3 = \sqrt{(-3.37)^2 + (33.46)^2}$$

$$\text{Dist. } L_2-L_3 = 33.63 \text{ m.}$$

$$\text{Dist. } L_3-L_4 = \sqrt{(4.80)^2 + (1.40)^2}$$

$$\text{Dist. } L_3-L_4 = 5.00 \text{ m.}$$

$$\text{Dist. } L_4-L_1 = \sqrt{(8.63)^2 + (-32.72)^2}$$

$$\text{Dist. } L_4-L_1 = 33.84 \text{ m.}$$

- b) Cálculo de los rumbos. El cuadrante lo determina el signo de la proyección; para  $\Delta Y$  si es positivo, va hacia el norte y negativo al sur, lo mismo en  $\Delta X$  positivo va al este y negativo al oeste.

El valor del ángulo del rumbo se obtiene con la siguiente fórmula:

$$\text{Rbo} = \text{Tan}^{-1} \left[ \frac{\Delta X}{\Delta Y} \right]$$

Ejemplo:

$$\text{Rbo}_{L_1-L_2} = \text{Tan}^{-1} \left[ \frac{-2.14}{-10.06} \right] = 0.21272$$

$$\text{Rbo}_{L_1-L_2} = 12.0091^\circ = 12^\circ 01' 00'' \text{ SW (signos negativos)}$$

$$\text{Rbo}_{L_2-L_3} = \text{Tan}^{-1} \left[ \frac{33.46}{-3.37} \right] = 84^\circ 15' \text{ SE}$$

$$\text{Rbo}_{L_3-L_4} = \text{Tan}^{-1} \left[ \frac{1.40}{4.80} \right] = 16^\circ 16' \text{ NE (signos positivos)}$$

$$\text{Rbo}_{L_4-L_1} = \text{Tan}^{-1} \left[ \frac{-32.72}{8.65} \right] = 75^\circ 13' \text{ NW}$$

Nota: El cuadrante del rumbo nos lo da el signo de las proyecciones.

- c) Determinar el ángulo del vértice de los cuatro lados. Este se calcula con los rumbos conocidos en el inciso anterior.

Ejemplo:

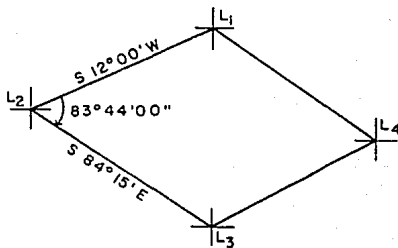
Datos: Vértice  $L_2$

$$\text{Rbo}_{L_1-L_2} = \text{S } 12^\circ 01' \text{ W} \quad \dots \text{ inv.}$$

$$\text{Rbo}_{L_2-L_3} = \text{S } 84^\circ 15' \text{ E} \quad \dots \text{ dir.}$$

$$\theta_{L_2} = [179^\circ 59' - (12^\circ 01' + 84^\circ 15')] ]$$

$$\theta_{L_2} = 83^\circ 44' 00''$$



Datos: Vértice  $L_3$

$$Rbo_{L_2-L_3} = S \ 84^\circ 15' \ E \ \dots \text{inv.}$$

$$Rbo_{L_3-L_4} = N \ 16^\circ 16' \ E \ \dots \text{dir.}$$

$$\theta_{L_3} = 84^\circ 15' + 16^\circ 16'$$

$$\theta_{L_3} = 100^\circ 31'$$

Datos: Vértice  $L_4$

$$Rbo_{L_3-L_4} = N \ 16^\circ 16' \ E \ \dots \text{inv.}$$

$$Rbo_{L_4-L_1} = N \ 75^\circ 13' \ W \ \dots \text{dir.}$$

$$\theta_{L_4} = 179^\circ 60' - (16^\circ 16' + 75^\circ 13')$$

$$\theta_{L_4} = 88^\circ 31'$$

Datos: Vértice  $L_1$

$$Rbo_{L_4-L_1} = N 75^\circ 13' W \quad \dots \text{Inv.}$$

$$Rbo_{L_1-L_2} = S 12^\circ 01' W \quad \dots \text{dir.}$$

$$\theta_{L_1} = 12^\circ 01' + 75^\circ 13'$$

$$\theta_{L_1} = 87^\circ 14'$$

d) Perímetro del lindero. Se conoce con una operación muy sencilla como es la suma de los lados del lindero.

$$\text{Perímetro} = \Sigma L$$

Ejemplo:

$$\text{PERÍMETRO } \Sigma L = 10.29 + 33.63 + 5.00 + 33.84$$

$$\Sigma L = 82.76 \text{ m.}$$

Nota: Los cálculos que corresponden a este inciso, se encuentran integrados en la planilla de cálculo de los elementos del lindero.

UNAM

ENEP

ARAGON

## CALCULO DE LOS ELEMENTOS DEL LINDERO

Vert.	Ordenada	Abscisa	Ang. Int.	Lado	Long.	Rba. Cal.	Proy. Y	Proy. X	Dir. D. D. M.	Productos
L <sub>1</sub>	496.33	511.75	-	-	-	-	-	-	-	-
L <sub>2</sub>	486.27	509.61	83°44'	L <sub>1</sub> -L <sub>2</sub>	10.29	S12°01'W	-10.04	-2.14	-2.14	21.5284
L <sub>3</sub>	482.70	543.07	100°31'	L <sub>2</sub> -L <sub>3</sub>	33.63	S84°15'E	-5.37	33.46	29.18	-98.3366
L <sub>4</sub>	487.70	544.47	83°31'	L <sub>3</sub> -L <sub>4</sub>	5.00	N16°16'E	4.80	1.40	64.04	307.392
L <sub>1</sub>	496.33	511.75	87°14'	L <sub>4</sub> -L <sub>1</sub>	33.84	N75°15'W	8.63	-32.12	22.72	282.3736

 $\Sigma \text{Ang. Int.}$   
360°00'

 $\Sigma \text{Long.}$   
82.70

 $\Sigma \text{Proy. Y}$   
0.00

 $\Sigma \text{Proy. X}$   
0.00

 $\Sigma \text{Productos}$   
512.957

$$\text{Proy. Y} = y_2 - y_1$$

$$\text{Dist} = \sqrt{(\text{Proy. Y})^2 + (\text{Proy. X})^2}$$

$$\text{Area} = 1/2 \Sigma (Y_{n+1} - Y_n) X_n$$

$$\text{Area} = 256.46 \text{ m}^2$$

$$\text{Proy. X} = x_2 - x_1$$

$$\text{Ang. For.} = \text{Tan}^{-1} (\text{Proy. X} / \text{Proy. Y})$$

$$\text{Area} = 1/2 \Sigma \text{D.D.M.} (\text{Proy. Y})$$

ALUMNO (A): Alejandra Guastaco S. 990 1101 BRN - B.  
 DATOS DE LA LABOR: Hda. Gavial  
 FECHA: 8-IV-89

- C. Cálculo del área del lindero. Se realizará por tres métodos diferentes: doble distancia meridiana, coordenadas o productos cruzados y diferencia de ordenadas.

Doble Distancia Meridiana (DDM). La doble distancia meridiana es igual a la suma algebraica de la DDM del lado anterior más la  $\Delta X$  del lado anterior, más la  $\Delta X$  del lado cuya DDM se busca.

Estas operaciones se llevan a cabo con las proyecciones de cada lado del polígono. Para un polígono de cuatro lados se tiene:

- a) Doble distancia meridiana (DDM)

$$DDM_{L_1-L_2} = DDM_{L_0} + \Delta X_{L_0} + \Delta X_{L_1-L_2}$$

$$DDM_{L_2-L_3} = DDM_{L_1-L_2} + \Delta X_{L_1-L_2} + \Delta X_{L_2-L_3}$$

$$DDM_{L_3-L_4} = DDM_{L_2-L_3} + \Delta X_{L_2-L_3} + \Delta X_{L_3-L_4}$$

$$DDM_{L_4-L_1} = DDM_{L_3-L_4} + \Delta X_{L_3-L_4} + \Delta X_{L_4-L_1}$$

- b) Doble área

$$2 A_{L_1-L_2} = DDM_{L_1} (\Delta Y_1)$$

$$2 A_{L_2-L_3} = DDM_{L_2} (\Delta Y_2)$$



$$2 A_{L_3-L_4} = DDH_{L_5} \{ \Delta V_{L_3} \}$$

$$2 A_{L_4-L_1} = DDH_{L_4} \{ \Delta V_{L_4} \}$$

c) Area

$$A_T = \frac{\sum_{i=1}^n \{ 2 S_i \}}{2}$$

Ejemplo:

Datos:

Vert.	$\Delta V$	$\Delta X$
$L_1$	-10.06	- 2.14
$L_2$	- 3.37	33.46
$L_3$	4.80	1.40
$L_4$	8.63	-32.72

a) Dobles distancias meridianas

$$DDH_{L_1-L_2} = 0 + 0 - 2.14 = -2.14$$

$$DDH_{L_2-L_3} = -2.14 - 2.14 + 33.46 = 29.18$$

$$DDH_{L_3-L_4} = 29.18 + 33.46 + 1.4 = 64.04$$

$$DDH_{L_4-L_1} = 64.04 + 1.40 - 32.72 = 32.72$$

b) Doble área.

$$2 A_{L_1-L_2} = -2.14 (-10.06) = 21.5284$$

$$2 A_{L_2-L_3} = 29.18 (-3.37) = -98.3366$$

$$2 A_{L_3-L_4} = 64.04 (4.8) = 307.392$$

$$2 A_{L_4-L_1} = 32.72 (8.63) = 282.3736$$

c) Área del Linderó

$$A_T = \frac{[21.5284 + 307.392 + 282.3736] - 98.3366}{2}$$

$$A_T = \frac{512.9574}{2}$$

$$A_T = 256.48 \text{ m}^2$$

Estos cálculos se resumen en la siguiente tabla.

Lado	$\Delta Y$	$\Delta X$	DDM	Prod.
$L_1-L_2$	-10.06	-2.14	-2.14	21.5284
$L_2-L_3$	-3.37	33.46	29.18	-98.3366
$L_3-L_4$	4.80	1.40	64.04	307.392
$L_4-L_1$	8.63	-32.72	32.72	282.3736

$$\Sigma 2 A = 512.9572$$

$$A = 256.48 \text{ m}^2$$

Determinantes o Productos Cruzados. Se tabulan ordenadamente las coordenadas de los vértices, repitiendo al final las del primero. Se realizan los productos cruzados y se obtiene la doble superficie; si se divide entre dos, se determina el -

Área del Linderó.

Vért.	Coordenadas		P r o d u c t o s	
	y	x	↘ (-)	↗ (+)
L <sub>1</sub>	y <sub>L<sub>1</sub></sub>	x <sub>L<sub>1</sub></sub>		y <sub>L<sub>2</sub></sub> x <sub>L<sub>1</sub></sub>
L <sub>2</sub>	y <sub>L<sub>2</sub></sub>	x <sub>L<sub>2</sub></sub>	y <sub>L<sub>1</sub></sub> x <sub>L<sub>2</sub></sub>	y <sub>L<sub>3</sub></sub> x <sub>L<sub>2</sub></sub>
L <sub>3</sub>	y <sub>L<sub>3</sub></sub>	x <sub>L<sub>3</sub></sub>	y <sub>L<sub>2</sub></sub> x <sub>L<sub>3</sub></sub>	y <sub>L<sub>4</sub></sub> x <sub>L<sub>3</sub></sub>
L <sub>4</sub>	y <sub>L<sub>4</sub></sub>	x <sub>L<sub>4</sub></sub>	y <sub>L<sub>3</sub></sub> x <sub>L<sub>4</sub></sub>	y <sub>L<sub>1</sub></sub> x <sub>L<sub>4</sub></sub>
L <sub>1</sub>	y <sub>L<sub>1</sub></sub>	x <sub>L<sub>1</sub></sub>	y <sub>L<sub>4</sub></sub> x <sub>L<sub>1</sub></sub>	
			Σ Prod. ↘	Σ Prod. ↗

De manera que:

$$A = 1/2 [ (\text{Prod. } \searrow) - (\text{Prod. } \nearrow) ]$$

A continuación se procederá a calcular el área con este método del ejercicio anterior.

Ejemplo:

Vért.	Coordenadas		P r o d u c t o s	
	y	x	↘	↗
L <sub>1</sub>	496.33	511.75		248848.67
L <sub>2</sub>	486.27	509.61	252934.73	246090.67
L <sub>3</sub>	482.90	543.07	264078.65	264855.24
L <sub>4</sub>	487.70	544.47	262924.56	270236.80
L <sub>1</sub>	496.33	511.75	249580.48	
			Σ	1029518.40
				1030031.40

$$A = 1/2 [ (1029518.40 - 1030031.40) ]$$

$$A = 1/2 (512.96)$$

$$A = 256.48 \text{ m}^2$$

Diferencia de ordenadas. La doble área es igual a la suma -- algebraica de los productos que se obtienen multiplicando la abscisa de cada vértice por la diferencia entre ordenada siguiente y anterior al vértice que se va a calcular.

$$\text{Prod.} = X_n (Y_{n+1} - Y_{n-1})$$

De tal manera que para un polígono de cuatro lados se tiene:

a) Diferencia de ordenadas.

$$\text{Dif. } L_1 = 486.27 - 487.70 = -1.43 = Y_{L_2} - Y_{L_4}$$

$$\text{Dif. } L_2 = 482.90 - 496.33 = -13.43 = Y_{L_3} - Y_{L_1}$$

$$\text{Dif. } L_3 = 487.70 - 486.27 = 1.43 = Y_{L_4} - Y_{L_2}$$

$$\text{Dif. } L_4 = 496.33 - 482.90 = 13.43 = Y_{L_1} - Y_{L_3}$$

b) Cálculo de las dobles áreas.

$$\text{Prod. } L_1 = -1.43 (511.75) = -731.8025$$

$$\text{Prod. } L_2 = -13.43 (509.61) = -6844.0633$$

$$\text{Prod. } L_3 = 1.43 (543.07) = 776.5901$$

$$\text{Prod. } L_4 = 13.43 (544.47) = 7312.2521$$

$$\Sigma 512.9574$$

c) Cálculo del área.

$$A = 512.9574/2$$

$$A = 256.48 \text{ m}^2$$

Los resultados anteriores se aprecian mejor en la siguiente tabla.

Vért.	Ord.	Abs.	Dir.	Prod.
L <sub>1</sub>	496.33	511.75	- 1.43	- 731.8025
L <sub>2</sub>	486.27	509.61	-13.43	-6844.0623
L <sub>3</sub>	482.90	543.07	1.43	776.5901
L <sub>4</sub>	487.70	544.47	13.43	7312.2321
				$\Sigma$ 512.9574
				A=256.48 m <sup>2</sup>

Nota: Como se observa en cada uno de los métodos para el cálculo del área, los resultados son exactamente iguales, por lo tanto el trabajo es correcto. Para tener mayor proyección y percepción los cálculos del área por los métodos antes descritos se colocaron en la planilla del cálculo del área de un polígono.

UNAM

ENEP

ARAGON

## CALCULO DEL AREA DE UN POLIGONO

Vert.	Ordenada	Abscisa	Dif.	Prod.	Prod. /	Prod. *	Logo	Prog Y	Prog X	DDM	Prod.
L <sub>1</sub>	496.33	511.75	-1.43	-731.8625	246848.67	249280.48	L <sub>1</sub> L <sub>2</sub>	-10.06	-2.14	-2.14	21.528
L <sub>2</sub>	486.27	509.61	-13.43	-6544.027	246090.47	252924.23	L <sub>2</sub> L <sub>3</sub>	-3.31	23.46	29.18	-98.3266
L <sub>3</sub>	482.90	543.07	1.43	716.580	244855.24	264078.65	L <sub>3</sub> L <sub>4</sub>	4.80	1.4	64.04	307.392
L <sub>4</sub>	487.70	544.47	13.43	737.2321	270256.80	262924.56	L <sub>4</sub> L <sub>1</sub>	8.65	-22.72	22.72	282.3136
L <sub>1</sub>	496.33	511.75									
Σ	-	-	-		1030031.4	1027518.4	-	0.00	0.00	-	
2 Area				512.9574	512.96						512.957
Area (m <sup>2</sup> )				256.48	256.48						256.48

Alumno (a): Alejandrina Ejecutor S. ano IIII. Sem. "B"  
 DATOS DE Lev. Urbano (Hda. Social)  
 FECHA: 11.12.88

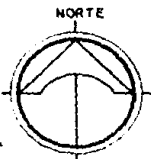
UNAM

ENEP

ARAGON

## SIMBOLOGIA PARA LOS PLANOS

ARBOTANTE		POSTE DE LUZ	
ARBOTANTE DOBLE		POSTE DE RETENIDA	
ATARJEJA		POSTE DE TELEFONOS	
ARBOL (ESPESOR MEDIO A 130 m.l)		POSTE DE SEÑALIZACION	
BANCO DE NIVEL		POSTE DE TROLEBUS	
BANQUETA		POZO DE TELEFONOS	
CASETA TELEFONICA		POZO DE VISITA	
CERCA DE ALAMBRE		REG DE AGUA POTABLE	
CERCA DE PIEDRA		REG DE GAS	
CONTROL DE SEMAFORO		REG DE LUZ	
CONTROL DE TELEFONOS		REG DE SEMAFOROS	
CURVA DE NIVEL		SEMAFORO	
GUARNICON		TRANSFORMADOR	
LINDERO		TRANSFORMADOR SUJTO	
PARAMENTO		VERTICE DE POLIGONAL	
POLIGONAL		ZONA INDEFINIDA	
POSTE DE LUZ CON LAMPARA			



ALUMNO (A): Algodrina Guzmán S GRUPO: 1101 PERIODO: 3.º  
 DATOS DE SIMBOLOGIA: parte del Urbanismo FECHA: 21-VI-88

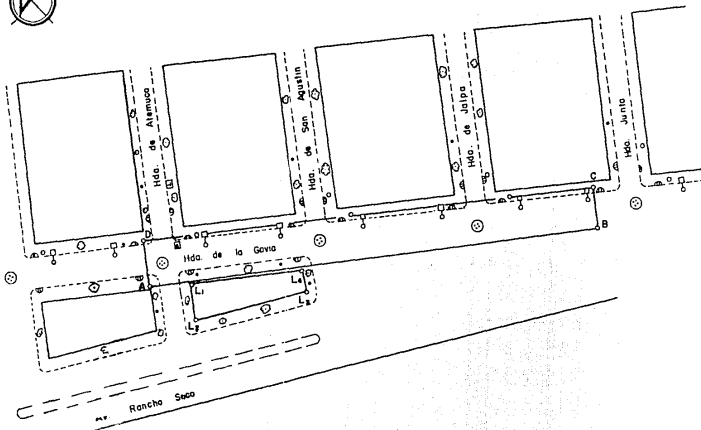
### Conclusiones.

Este trabajo es muy laborioso desde el campo hasta el gabinete, además de tener demasiado cuidado en el levantamiento, ya que si no existe esta precaución, el error cometido en campo se proyectará en los cálculos.

Por otro lado el cálculo amerita el conocimiento de diferentes conceptos que se han ido acumulando poco a poco y que en esta práctica se deben realizar de una manera precisa; ya que el levantamiento urbano proporciona un medio más exacto y versátil para calcular áreas por medio de coordenadas de un polígono, entre otros; ubicar en un plano los detalles levantados, partiendo siempre del polígono de apoyo (poligonal).

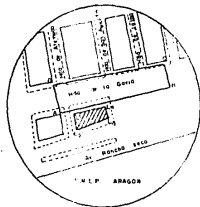
Por lo tanto, los levantamientos con tránsito tienen gran versatilidad aumentando los procedimientos de cálculo, lográndose mayor facilidad y rapidez. En lo que respecta al campo, se alcanza el levantamiento de puntos inaccesibles para otros métodos, obteniéndose mayor precisión y menor tiempo de trabajo de campo y gabinete.





E. N. E. P. ARAGON

CROQUIS DE LOCALIZACION



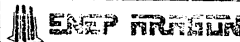
DATOS DE LA POLIGONAL

LADO	DIST.	ANGULO	ORDENADA	ORDENADA
A-B	132.84	90° 00' 00"	489.70	101.03
B-C	10.36	90° 00' 00"	479.33	101.18
C-D	131.93	90° 00' 00"	513.33	111.52
D-A	14.00	90° 00' 00"	500.00	111.50

DATOS DEL LINDERO

LADO	DIST.	ANGULO	ORDENADA	ORDENADA
L1-L2	10.29	135° 47'	486.27	101.04
L2-L3	33.63	90° 00'	482.90	111.27
L3-L4	5.00	135° 47'	487.70	111.47
L4-L1	33.84	45° 13'	496.31	111.05

ESC. GRAFICA



LEVANTAMIENTO URBANO CON  
TRANSITO Y CINTA

FECHA	GRUPO	PROYECTO	FRAC.
MARZO/88	110	LA ZANAHRIA GUERRERO S	6
ESC.	BAJOS	ING. ECHAMUR PERE	
1:250			

009+X

009+X

009+X

009+X

### CAPITULO III.

#### ALTIMETRIA.

## CAPÍTULO III

## ALTIMETRÍA

3.1 Práctica No. 7

## "NIVELACION DIFERENCIAL"

Objetivo

Que el alumno realice las observaciones necesarias para conocer los desniveles existentes entre bancos de nivel al manejar el equialtimetro, ejecute el cálculo de las cotas o elevaciones, de los puntos intermedios (PI) utilizados en esta práctica.

Equipo

- 1 Nivel
- 2 Estadales

Material

- 1 Lib. de Nivel
- Pintura
- Grapas o estoperoles

Personal

- 1 Jefe - Anotador
- 2 Estadales
- 1 Aparatcro
- 1 Peón

Desarrollo

Se llama nivelación diferencial a la que tiene por objeto, determinar la diferencia de alturas entre dos o más puntos del terreno sin tomar en cuenta su posición horizontal.

Quando los puntos extremos de la línea cuyo desnivel se de-

sea conocer están muy lejanos uno del otro, o hay obstáculos intermedios, entonces el desnivel se obtiene colocando el instrumento (nivel), tantas veces como sea necesario, estableciendo -- puntos intermedios denominados puntos de liga (PL), donde se toman dos lecturas en el estadal, una hacia adelante y otra hacia atrás.

Los puntos de liga (PL), deben ser puntos sobresalientes -- del terreno bien definidos y se establecerán empleando objetos -- naturales o artificiales en rocas, troncos de árboles viejos, es tacas con clavos o grapas y marcas pintadas o labradas con cincel.

Para el cambio de instrumento, se tomará la lectura atrás -- en el estadal colocado sobre un punto de elevación conocida y -- otra lectura adelante al punto de elevación desconocida.

Trabajo de campo.

1. BN-1 representa un banco de nivel de elevación conocida.
2. Se desea determinar la elevación de BN-2.
3. Colocar un estadal sobre BN-1.
4. El nivel se instala en un lugar conveniente, como A, a lo -- largo de la ruta general, pero no necesariamente en la línea recta que une BN-1 a BN-2.
5. El nivelador hace la lectura atrás en el estadal colocado en BN-1 y la registra en la libreta.
6. Después el estadalero se dirige hacia adelante de acuerdo a

La visibilidad y características del terreno, marca un punto de liga (PL-1), sobre el cual coloca el estadal para que el nivelador tome la lectura y la anote en el registro de campo, en la columna correspondiente.

7. Instalar el instrumento en otro punto, tomar una lectura - - atrás en el estadal colocado sobre (PL-1); el estadalero procede a establecer un segundo punto de liga (PL-2) y, el nivelador observa la lectura en estadal colocado sobre (PL-2); y así se repite el procedimiento a partir del inciso 6, hasta llegar a (BN-2).

Registro de Campo

P.O	IDA		COTA
	L <sup>+</sup>	L <sup>-</sup>	
SN-1	0.991		241.716
PL-1	1.316	1.416	
PL-2	1.232	1.679	
PL-3	1.605	1.617	
PL-4	1.491	1.307	
PL-5	1.519	1.555	
BN-2		0.214	
	<u>Σ 8.154</u>	<u>Σ 7.788</u>	

## Comprobación:

## REGRESO

P.O	L <sup>+</sup>	∩	L <sup>-</sup>	COTA
BN-2	0.265			242.082
PL-6	1.543		1.622	
PL-5	1.388		1.500	
PL-4	1.524		1.320	
PL-3	1.346		1.237	
PL-2	1.612		1.345	
PL-1	1.691		1.470	
BN-1	<u>          </u>		<u>1.259</u>	
	Σ 9.369		Σ 9.753	

## Trabajo de Gabinete.

Con las lecturas anteriores calcular la altura del instrumento en cada puesta así como la cota de cada punto, hasta conocer la elevación del BN-2.

1. Cálculo de la altura del instrumento. Si se suma la lectura atrás a la elevación del punto en el cual estaba el estadal, se obtiene la altura del instrumento. Cálculo de ida.

$$\begin{array}{r} \text{Elev. BN-1} \quad 241.716 \\ + \quad 0.991 \\ \hline 242.707 \dots \text{Altura del instrumento} \\ \text{en A.} \end{array}$$

2. La elevación del punto (PL-1), se obtiene restando a la altura del instrumento la lectura de adelante (en PL-1).

$$\begin{array}{r}
 242.707 \\
 - 1.416 \\
 \hline
 \text{Elev. PL-1} \quad 241.291
 \end{array}$$

3. Las alturas del instrumento y elevaciones de los puntos restantes de la nivelación se obtienen de manera similar, utilizando las lecturas hechas en el punto de cota conocida y el nuevo punto.

$$\begin{array}{r}
 \text{Elev. PL-1} \quad 241.291 \\
 + 1.316 \\
 \hline
 242.607 \dots \text{altura de } \overline{\wedge} \text{ en B} \\
 - 1.679 \\
 \hline
 \text{Elev. PL-2} \quad 240.928 \\
 + 1.232 \\
 \hline
 242.160 \dots \text{altura de } \overline{\wedge} \text{ en C} \\
 - 1.617 \\
 \hline
 \text{Elev. PL-3} \quad 240.543 \\
 + 1.605 \\
 \hline
 242.148 \dots \text{altura de } \overline{\wedge} \text{ en D} \\
 - 1.307 \\
 \hline
 \text{Elev. PL-4} \quad 240.841 \\
 + 1.491 \\
 \hline
 242.332 \dots \text{altura de } \overline{\wedge} \text{ en E} \\
 - 1.555 \\
 \hline
 \text{Elev. PL-5} \quad 240.777 \\
 + 1.519 \\
 \hline
 242.296 \dots \text{altura de } \overline{\wedge} \text{ en F} \\
 - 0.214 \\
 \hline
 \text{Elev. BN-2} \quad 242.082
 \end{array}$$

4. Comprobación del cálculo aritmético. Se suman todas las lecturas (+); se suman todas las lecturas (-); la diferencia entre esas dos sumas debe ser igual a la diferencia entre las cotas del primer BN y el último.







Lecturas ( + ) 8.154

Lecturas ( - ) 7.788 $H_1 = 0.366 \text{ m.}$ 

Elev. BN-2 (llegada) 242.082

Elev. BN-1 (salida) 241.716 $H_1 = 0.366 \text{ m.}$ 

5. Cálculo de altura(s) del instrumento y elevación(es) de cada punto (PL), tomando los datos de la nivelación de regreso para comprobación.

Elev. BN-2	242.082		
	+	<u>0.265</u>	... altura de  en G
		242.347	
Elev. PL-6		-	<u>1.622</u>
		240.725	
		+	<u>1.543</u>
		242.268	... altura de  en H
Elev. PL-5		-	<u>1.500</u>
		240.768	
		+	<u>1.388</u>
		242.156	... altura de  en I
Elev. PL-4		-	<u>1.320</u>
		240.836	
		+	<u>1.524</u>
		242.360	... altura de  en J
Elev. PL-3		-	<u>1.237</u>
		241.123	
		+	<u>1.346</u>
		242.469	... altura de  en K
Elev. PL-2		-	<u>1.345</u>
		241.124	
		+	<u>1.612</u>
		242.736	... altura de  en L
Elev. PL-1		-	<u>1.470</u>
		241.266	



$$\begin{array}{r}
 \text{Elev. PL-1} \quad 241.266 \\
 + \quad 1.691 \\
 \hline
 242.957 \dots \text{ altura de } \overline{\wedge} \text{ en H} \\
 - \quad 1.259 \\
 \hline
 \text{Elev. BN-1} \quad 241.698
 \end{array}$$

6. Comprobación aritmética de nuestro ejemplo, tenemos:

$$\begin{array}{r}
 \text{Lecturas (+)} \quad 9.369 \\
 \text{Lecturas (-)} \quad - 9.753 \\
 \hline
 H_2 = -0.384 \text{ m.}
 \end{array}$$

$$\begin{array}{r}
 \text{Elev. BN-1 (llegada)} \quad 241.698 \\
 \text{Elev. BN-2 (salida)} \quad - 242.082 \\
 \hline
 H_2 = -0.384
 \end{array}$$

7. Cálculo del error en la nivelación (error de cierre). Cuando partimos de un punto BN-1 de cota conocida y se vuelve a él después de una serie de estaciones, se deberá encontrar la misma cota de partida, pero, generalmente hay una discrepancia llamada error de cierre.

$$E = \text{Cota de llegada} - \text{Cota de salida}$$

$$E = 241.716 - 241.698$$

$$E = H_1 - H_2$$

$$E = 0.366 - 0.384$$

$$E = -0.018 \text{ m.}$$

Tolerancia

$$T = 0.02 \sqrt{K}$$

$K$  = distancia recorrida en kilómetros

$$K = 2 (750\text{m}) = 1500\text{m} = 1.5 \text{ Km.}$$

$$T = 0.02 \text{ m} \sqrt{1.5} = 0.024 \text{ m.}$$

- Desnivel real de ida y de regreso. Se divide el error.

$$H = (H_1 + H_2) / 2$$

$$H = \frac{0.366 + 0.384}{2} = + 0.375$$

De tal manera que la cota del banco de nivel buscado será el valor más probable (H), más la cota BN; entonces:

$$BN-2 = 242.091$$

Todo el proceso anterior de cálculo se resume de una manera práctica en la siguiente tabla de Registro y cálculo de una nivelación.

UNAM

ENEP

ARAGON

## REGISTRO Y CALCULO DE UNA NIVELACION

P.O.	Lec (+)	$\bar{N}$	Lec (-)	Cota
BN-1	0.991	242.707	-	241.716
PI-1	1.316	242.607	1.416	241.291
PI-2	1.232	242.160	1.679	240.928
PI-3	1.605	242.148	1.617	240.543
PI-4	1.491	242.332	1.307	240.841
PI-5	1.819	242.296	1.555	240.777
BN-2	-	-	0.214	242.082

$$\Sigma LI(+)= 8.154 \quad \Sigma LI(-)= 7.788$$

$$H_1 = 8.154 - 7.788 = +0.366$$

$$\text{Discrepancia } H_1 - H_2 = -0.018$$

$$T = C\sqrt{K} = 0.024$$

P.O.	Lec (+)	$\bar{N}$	Lec (-)	Cota
BN-2	0.265	242.347	-	242.082
PI-6	1.543	242.268	1.622	240.725
PI-5	1.388	242.156	1.500	240.768
PI-4	1.524	242.360	1.320	240.836
PI-3	1.346	242.469	1.237	241.123
PI-2	1.612	242.736	1.345	241.124
PI-1	1.691	242.957	1.470	241.266
BN-1	-	-	1.259	241.698

$$\Sigma LI(+)= 9.369 \quad \Sigma LI(-)= 9.753$$

$$H_2 = 9.369 - 9.753 = -0.384$$

$$H = (H_1 + H_2) / 2 = +0.375$$

$$\text{Cota } BN_1 \pm H = \text{Cota } BN_2 = 242.091$$

ALUMNO (A): Alejandro Guerrero S. GRUPO: 1101  
 DATOS DE Nivelación: Nivelación: Nivelación  
 FECHA: 13-IV-58

### Conclusiones.

Este tipo de trabajo es muy sencillo de realizar tanto en campo como en gabinete, aunque los cálculos de gabinete se pueden obtener directamente en campo al momento de ser observadas - las lecturas (los Profesores de prácticas prefieren este cálculo ya que el anotador está capacitado desde la primaria para hacer sumas y diferencias; también porque al ejecutar la última lectura se sabrá si es tolerable el error cometido o no).

Por otra parte, se debe tener cuidado y esmero en las observaciones para evitar los errores y equivocaciones que frecuentemente ocurren en estos trabajos. A continuación se enumeran y se da la manera de evitarlos.

- Por instrumentos

#### 1. Equialtímetro

a) Desajuste del instrumento. La línea de colimación y la directriz del nivel deben ser paralelas. Se elimina el error causado por este desajuste, instalando el instrumento equidistante a los puntos observados.

b) Falta de sensibilidad del nivel.

c) La desigualdad de la curvatura del nivel.

#### 2. Estadal

a) Graduación incorrecta. Se revisa con una cinta de acero comparada.

b) Incorrección de la unión de las dos partes del estadal. Se evita procurando no observar por arriba de la junta.

- Por mal manejo del instrumento y equivocaciones.

1. *Equialtímetro.*

a) Falta de calado de la burbuja en el momento de tomar la lectura del estadal. Por ello el anotador deberá cuidar su posición.

b) Error de paralaje. Se elimina enfocando correctamente los hilos de la retícula y al estadal.

2. *Estadal*

a) *Inclinación del estadal.* Para evitar este error se imprime al estadal un movimiento de vaivén, hacia adelante y hacia atrás (bombeo), para que el observador tome la mínima lectura -- que corresponde al paso del estadal por la vertical.

- *Movimientos del equialtímetro y del estadal.*

1. En terrenos blandos se puede hundir el instrumento en el momento de hacer la observación.

2. *Hundimiento del punto de liga.*

- Por la naturaleza.

1. *El sol y el viento.*

a) *Refracción irregular por el calentamiento solar.* En este caso se debe anotar la distancia del instrumento al punto de liga, para hacer correcciones posteriores.

b) *Dilatación heterogénea de las partes del instrumento -- por el desigual calentamiento del sol.* Para evitarlo se usa un parasol o se efectúa la nivelación en días nublados.

c) *Cambio de la longitud del estadal por la variación de --*

la temperatura. Generalmente este tipo de error es muy pequeño e insignificante.

d) Vibración del instrumento y del estadal por el viento.

En este caso se protegen del viento o se suspende la nivelación.

## 2. Errores por la curvatura de la tierra y por la refracción.

Se comete cuando se dirige una visual a un estadal para tomar una lectura; pero por la refracción atmosférica los rayos luminosos son desviados. Se pueden evitar colocando el instrumento en la parte central de los puntos de liga.

## - Equivocaciones.

### 1. Por el equialtímetro y el estadal.

a) Cuando se desnivela el equialtímetro sin que se de cuenta el operador.

b) Cuando no se limpia el lodo del regatón del estadal.

c) Cuando no se estadalea bien.

### 2. Por las lecturas.

a) Cuando se lee con hilos estadimétricos en lugar del central.

b) Cuando se equivoca en la lectura del número en el estadal.

c) Cuando se equivoca el sentido de la numeración en la lectura del estadal.

d) Equivocación en la lectura de la fracción.

### 3. Por anotaciones.

a) Cuando se confunden las anotaciones con signo positivo

y las de signo negativo.

b) Cuando se omiten las aclaraciones.

3.2 Práctica No. 8"NIVELACION DE PERFIL Y SECCIONES  
TRANSVERSALES"Objetivo

- a) Que el alumno ejecute el trazo de un eje que pueda ser utilizado en vías de comunicación.
- b) Realice las observaciones de las alturas de los puntos de dicho eje.
- c) Encuentre mediante la observación las cotas o elevaciones de líneas perpendiculares al eje utilizando el método de distancia fija.

Equipo

- 1 Nivel fijo
- 1 Tránsito
- 2 Balizas
- 2 Estadales
- 1 Marro

Material

- 1 Cinta de acero
- 1 Lib. de tránsito
- 1 Lib. de nivel
- Pintura
- Estacas
- Clavos

Personal

- 1 Jefe - Anotador
- 1 Aparatero
- 1 Balicero - Peón
- 2 Cadeneros - Estadaleros

Desarrollo

- A. El trazo y nivelación del perfil. La nivelación de perfiles



longitudinales es la determinación de la elevación de puntos del terreno a intervalos regulares a lo largo de una línea, así como la nivelación de los puntos característicos del terreno alojados también sobre dicho eje.

En la localización y trazo se colocan estacas a intervalos regulares para materializar el eje del perfil que se trate.

Ordinariamente, el intervalo entre estacas es de 20 m. y -- los puntos colocados a cada veinte metros desde el principio de la línea, se llaman estaciones completas o de cadenamiento cerrado. Y las elevaciones intermedias son aquellas estaciones sucesivas a lo largo de la línea sobre el terreno.

#### Trabajo de Campo.

##### A. Nivelación de Perfil.

Es muy parecida a la nivelación diferencial en la cual todos los P.O. son PL o BN, mientras que en la de perfil, además de la diferencial nivelaremos también los puntos del terreno simultáneamente, que es donde se va colocando el estadal después y antes de las lecturas en los PL.

Se aconseja asignar un número de estación al punto inicial de la ruta, digamos 10 + 000. Esto evitara tener estaciones con numeración negativa si el eje se prolonga hacia atrás.

#### Procedimiento.

1. Realizar el trazo sobre el terreno con ayuda del tránsito y marcándolo con estacas a cada 20.00, 10.00 ó 5.00 m. o como se requiera según la pendiente e importancia y/o precisión buscada.

2. Establecer bancos de nivel.
3. Se coloca y nivela el aparato en un punto (A), favorable des de donde se pueda observar al estadal colocado en el punto - de cota conocido (BN) y un tramo del eje trazado si es posi- - ble, en caso de no ser así, localizar un punto de liga - - (PL-1).

En todos los BN y PL al estadal se le imprime un movimiento de vaivén, para tomar la mínima lectura y ésta se estime al milímetro

4. Se hacen las lecturas del estadal en las estaciones del perfil, hasta donde se pueda observar. En las estaciones del -- eje, el estadal se coloca en el terreno (a un lado de la es- - taca) porque éste es el dato que se necesita, manteniéndolo vertical a ojo y las lecturas se toman al centímetro única- - mente.
5. Se elige un PL y se toma la lectura para determinar su eleva- - ción.
6. Se transporta el instrumento hacia un punto (B), donde se -- instala y se toma la lectura en el PL determinado anterior- - mente. Se toman las lecturas de las estaciones enteras e in - termedias del nuevo tramo.
7. Se elige un nuevo PL para conocer su cota.

Nota: De esta manera se ejecuta el trabajo en caso de haber más PLs y puntos intermedios hasta terminar y llegar al pun- - to final de la línea, cerrando la nivelación diferencial en otro banco de nivel (BN), para comprobación y ajuste antes -

de calcular la nivelación del perfil.

8. Secciones transversales. Las secciones transversales son perfiles tomados transversalmente del eje de la vía, proporcionan datos para estimar volúmenes de terracerías, en este caso y para otros propósitos según se requiera.

Para esto es necesario tener el trazo y la nivelación del eje de la línea en proyecto (preliminar).

#### Procedimiento.

1. Trazo de las secciones. Se ejecuta con el tránsito, con una escuadra óptica o simplemente con los brazos, para obtener líneas perpendiculares al eje y sobre éstas, localizar los puntos en los cuales se va a colocar el estadal. Estos puntos van a localizarse por el método de distancia fija, para esta práctica se determinó que fuera a cada 3 m. -- tanto a la izquierda como a la derecha del eje.
2. Medir la distancia horizontal a partir de la estación a cada uno de los puntos observados alojados sobre la dirección de la sección, para ambos lados del eje.
3. Colocar el estadal en el punto del eje de cadenamiento -- ejemplo: 12 + 240.
4. Mover el estadal hacia la derecha en el primer punto de la sección; y ejecutar la medición de la distancia con cinta y la lectura en el estadal con el nivel.
5. Con el aparato en el mismo lugar, colocar el estadal hacia la izquierda e ir observando las lecturas de cada uno de los

puntos de esta parte hasta terminar, si no hay visibilidad se establecerá un PL.

6. Y así sucesivamente colocar y observar, haciendo las lecturas de cada punto de la sección y de las demás secciones del tramo.

Trabajo de Gabinete.

1. Cálculo y compensación de la nivelación diferencial.

- Hagamos el cálculo del desnivel.

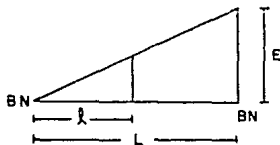
Lect (+)	Lect (-)	h (desnivel parcial)
0.320	1.268	- 0.948
1.552	1.110	+ 0.442
1.687	0.575	+ 1.112
1.967	1.831	+ 0.136
<u>1.505</u>	<u>2.237</u>	<u>- 0.732</u>
$\Sigma 7.031$	$\Sigma 7.021$	$\Sigma 0.010$ H

$$H = \Sigma L (+) - \Sigma L (-)$$

$$H = 0.010 \text{ m.}$$

Nótese que como se partió del punto al cual se está llegando el desnivel debe ser cero, por lo tanto  $E = 0.010$  m.

- Procedemos a compensar los desniveles parciales utilizando el método antes visto en la corrección gráfica de una poligonal.



$$C = (E/L)l$$

Considerando que la longitud entre los PLs son relativamente iguales, se tiene que se puede dividir el error entre el número de desniveles. Como el error es hacia arriba debemos restar la corrección a los desniveles positivos y sumárselos a los negativos.

Correcciones	Los desniveles quedarán así:
$C_1 = + 0.002$	$h_1 = - 0.950$
$C_2 = - 0.002$	$h_2 = + 0.440$
$C_3 = - 0.002$	$h_3 = + 1.110$
$C_4 = - 0.002$	$h_4 = + 0.134$
$C_5 = + 0.002$	$h_5 = - 0.734$
<hr/> $\Sigma = 0.010$	<hr/> $H = 0.000$

Y las cotas de los PLs.

Cota BN-1	150.000
$h_1$	-0.950
Cota PL-1	149.050
$h_2$	+0.440
Cota PL-2	149.490
$h_3$	+1.110
Cota PL-3	150.600
$h_4$	+0.134
Cota PL-4	150.734
$h_5$	-0.734
Cota BN-1	150.000

Compensadas las cotas de los PLs, calculemos las alturas -- del aparato en sus diversas posiciones, considerando solo al centímetro ya que en las lecturas del perfil se leyeron solamente -- dos decimales.

2. Cálculo de las cotas de estaciones intermedias. Se restará la lectura (-) del terreno, a la altura del aparato (antes -- calculada) con la que fueron medidas. Ver registro calcula-- do.

REGISTRO DE LA NIVELACION DE PERFIL

P.O	L <sup>+</sup>	COMP. ↙	L <sup>-</sup>	L <sup>-</sup> T.	COTA COMP.
BN-1	0.320				150.000
PL-1	1.552	150.60	1.268		149.050
12 + 240				1.42	149.18
12 + 260				1.77	148.83
12 + 280				1.48	149.12
12 + 290				1.44	149.16
12 + 300				1.64	148.96
12 + 310				1.26	149.34
12 + 320				1.40	149.20
PL-2	1.687	151.18	1.110		149.490
12 + 321.22				1.57	149.61
12 + 340				2.00	149.18
12 + 360				2.06	149.12
12 + 380				2.46	148.72
PL-3	1.967	152.572	0.575		150.600
PL-4	1.505	152.246	1.831		150.734
BN-1			2.237		150.000
	<u>Σ 7.031</u>		<u>Σ 7.021</u>	E = 0.01	

Nota: BN-1 en un tubo de concreto situado a 180 m. del primer -- cadenamiento del perfil (eje), por lo cual fue necesario colocar

un punto de liga PL-1 y se llegó hasta el cadenamiento 12+320, - después fue necesario un segundo PL, y algunos más para verificar nuestro trabajo regresando al BN-1 de partida.

3. Cálculo de las cotas de las secciones transversales. Estas se obtienen a partir de una lectura hecha en un punto de cota conocida y del nivel (aparato), como puede ser un BN, PL o el propio eje cuyas cotas se calcularon anteriormente.

El cálculo se efectúa como el de una nivelación simple y este se aprecia mejor en la siguiente planilla de Registro y cálculo que a continuación se dará.

Nota: La distancia que se marca es la medida desde el eje.





Bosque de Aragón  
 Nivelación de Perfil y Secciones Trans.  
 Secciones Transversales

Brigada: "B"  
 Jefe: A. Quintana  
 Método de Distancia Fija

Hoja: 1/3  
 Fecha: 21-IV-89

P.O.	L <sup>(1)</sup>	K	L <sup>(1)</sup>	Cota	Notas	P.O.	L <sup>(1)</sup>	K	L <sup>(1)</sup>	Cotas	Notas
BN-1	0.320	150.320	-	150.000							
PI-1	1.550	150.102	1.268	149.052	Top						
12+240	-	-	1.420	149.180	Top	12+240	-	150.60	1.42	149.18	Eje
3	-	-	1.37	149.23		3	-	-	1.48	149.12	
6	-	-	1.38	149.22		6	-	-	1.59	149.01	
9	-	-	1.49	149.11		9	-	-	1.55	149.05	
12	-	-	1.76	148.84		12	-	-	1.54	149.06	
15	-	-	1.88	148.72		15	-	-	1.59	149.01	
					Sec. 1						
12+260	-	150.60	1.77	148.83	Top	12+260	-	150.60	1.77	148.83	Der.
3	-	-	1.80	148.92		3	-	-	1.68	148.92	
6	-	-	1.81	149.03		6	-	-	1.57	149.03	
9	-	-	1.85	149.14		9	-	-	1.46	149.14	
12	-	-	1.87	149.22		12	-	-	1.38	149.22	
15	-	-	1.82	149.35		15	-	-	1.25	149.35	
					Sec. 2						
12+280	-	150.60	1.48	149.12	Top	12+280	-	150.60	1.48	149.12	Der.
3	-	-	1.72	148.88		3	-	-	1.68	148.92	
6	-	-	1.75	148.85		6	-	-	1.72	148.88	
9	-	-	1.72	148.88		9	-	-	1.75	148.85	
12	-	-	1.65	148.95		12	-	-	1.69	148.91	
15	-	-	1.47	149.13		15	-	-	1.52	149.08	
					Sec. 3						

Bosque de Aragón  
A Nivelación de Perfil y Secc. Transv.  
Seccionales

Brigada "B"  
Jefe: Alejandro  
Método de Districión Tipo

Hoja: 2/5  
Fecha: 21-IV-89

P.O.	L <sup>(1)</sup>	$\pi$	L <sup>(2)</sup>	Cotas	Notas	P.O.	L <sup>(1)</sup>	$\pi$	L <sup>(2)</sup>	Cotas	Notas
PL-1	1.55	150.60	-	149.05	-	-	-	-	-	-	-
12+300	-	-	1.64	148.96	Izq.	12+300	-	150.60	1.64	148.96	Der.
3	-	-	1.67	148.93		3	-	-	1.63	149.17	
6	-	-	1.61	148.99		6	-	-	1.26	149.34	
9	-	-	1.25	148.35		9	-	-	1.17	149.43	
12	-	-	1.14	149.46		12	-	-	1.23	149.37	
15	-	-	1.18	149.42	15	-	-	1.21	149.39		
12+310	-	150.60	1.26	149.34	Izq.	12+310	-	150.60	1.26	149.34	Der.
3	-	-	1.35	149.25		3	-	-	1.13	149.17	
6	-	-	1.33	149.27		6	-	-	1.25	149.35	
9	-	-	1.34	149.26		9	-	-	1.33	149.27	
12	-	-	1.35	149.25		12	-	-	1.29	149.31	
15	-	-	1.39	149.21		15	-	-	1.33	149.27	
12+320	-	150.60	1.40	149.20	Izq.	12+320	-	150.60	1.40	149.20	Der.
3	-	-	1.51	149.09		3	-	-	1.30	149.30	
6	-	-	1.55	149.05		6	-	-	1.31	149.29	
9	-	-	1.48	149.12		9	-	-	1.38	149.22	
12	-	-	1.49	149.11		12	-	-	1.29	149.31	
15	-	-	1.49	149.11		15	-	-	1.20	149.40	
PL-2	-	-	1.11	149.49	Secc. 6						

Boque de Mazon  
 Anelacion de Pops  
 Secciones y Tramos

Brigada: "B"  
 Jefe: Alejandrina  
 Metodo de Mazon Fijo

Hoja: 3/3  
 Fecha: 21-IV-89

P.O.	L <sup>(1)</sup>	π	L <sup>(2)</sup>	Cotas		P.O.	L <sup>(1)</sup>	π	L <sup>(2)</sup>	Cotas	
P1-2	1.687	151.177	-	149.990		-	-	-	-	-	
12+340	-	-	2.00	149.18		12+340	-	151.18	2.00	149.18	
3	-	-	1.98	149.20	Sec. 7 Irg	3	-	-	1.95	149.23	Sec. 7 Per.
6	-	-	1.81	149.37		6	-	-	1.92	149.26	
9	-	-	1.84	149.34		9	-	-	1.86	149.32	
12	-	-	1.72	149.46		12	-	-	1.84	149.32	
15	-	-	1.72	149.46		15	-	-	1.86	149.32	
12+360	-	151.18	2.46	148.72		12+360	-	151.18	2.36	148.72	
3	-	-	2.07	149.11	Sec. 8 Irg.	3	-	-	2.59	148.69	Sec. 8 Per.
6	-	-	1.81	149.37		6	-	-	2.49	148.69	
9	-	-	2.04	149.14		9	-	-	2.40	148.78	
12	-	-	2.02	149.16		12	-	-	2.34	148.84	
15	-	-	2.00	149.18		15	-	-	2.40	148.78	
12+380	-	151.18	2.06	149.12		12+380	-	151.18	2.06	149.12	
3	-	-	2.06	149.12	Sec. 9 Irg.	3	-	-	1.78	149.40	Sec. 9 Per.
6	-	-	2.07	149.11		6	-	-	1.69	149.49	
9	-	-	2.06	149.12		9	-	-	1.62	149.56	
12	-	-	1.89	149.29		12	-	-	1.64	149.54	
15	-	-	1.94	149.22		15	-	-	1.55	149.63	

### Conclusiones

Este trabajo es la aplicación de la nivelación directa donde se lleva a cabo una nivelación diferencial simultánea a la del perfil y que si el terreno lo permite, se hacen las lecturas de las secciones transversales al mismo tiempo; por lo que se puede decir que es más laborioso y requiere de sumo cuidado; como es la nivelación entre un tramo definido entre bancos de nivel, que sea un mismo observador el que realice este trabajo hasta finalizar, y en el mismo día, en forma continua y sin interrupciones, ya que todas las operaciones tanto del nivelador como de los estadaleros, se mecanizan y se hacen una rutina logrando una uniformidad que da como resultado mayor velocidad de trabajo y mayor precisión.

La precisión dependerá del aparato que se utilice, del cuidado y experiencia del nivelador y del refinamiento del trabajo.

El error dependerá del número de puestas de aparato, es decir a la distancia nivelada, por lo que se tendrá mayor error en terreno accidentado que en terreno plano.

Lo que puede afectar a los aparatos son los rayos solares - si le llegan de un solo lado y el estadal es afectado por la temperatura y la humedad. Entonces se deduce que los días nublados son más convenientes en todas direcciones sin sombras ni contrastes fuentes.

Por lo que concierne a los cálculos, éstos son muy sencillos y parecidos a los de la práctica del perfil donde se calcu-

Las elevaciones de Pl y alturas de aparatos, y las cotas de los puntos del eje donde solo se restan de la altura del aparato que es lo mismo que se realiza para determinar las cotas de las secciones transversales.

### 3.3 Práctica No. 9

#### "ANTEPROYECTO DE UNA VIA DE COMUNICACION"

##### Objetivo

Que el alumno realice guiado por el profesor de prácticas - el anteproyecto de una vía de comunicación, utilizando la información obtenida en la práctica de campo, en donde se calcularán áreas y volúmenes para el movimiento de tierras.

##### Equipo

1 Planímetro

##### Material

1 Calculadora

Papel milimétrico

Material de dibujo

##### Personal

2 Calculistas

2 Dibujantes

1 Ayudante

##### Desarrollo

Esta práctica corresponde únicamente al cálculo, teniendo como datos los proporcionados en la nivelación del perfil y secciones transversales, considerando los siguientes puntos:

1. Dibujo de perfil.- Una vez calculadas las cotas de todos los puntos y conocidas las distancias horizontales de punto a punto, se dibuja el perfil en papel milimétrico.

En éste hay que representar dos clases de distancias: las -

horizontales llamadas cadenamientos y las verticales o alturas, ya sean cotas o elevaciones. Las escalas deben ser diferentes, - la horizontal será menor que la vertical para apreciar mejor los desniveles entre los puntos del terreno.

Se fija primero la escala horizontal y generalmente la escala vertical será diez veces mayor. Ya que si para la distancia - horizontal se establece 1:2,000; para la vertical será 1:200 -- (véase el dibujo donde se aprecia mejor).

Esto puede variar y se tomará la escala que más convenga.

2. Dibujo de las secciones transversales.- Se realizará a una escala igual tanto horizontal como vertical (si la escala - vertical es 1:100, la escala horizontal será 1:100).

3. Proyecto de la subrasante.- En el estudio de la subrasante de un tramo, se debe analizar en el perfil del eje donde se establecerán las pendientes y se calcularán las transiciones de la misma y las secciones transversales del terreno darán los datos relativos al relieve de la franja del camino según los materiales y la elevación mínima que se requiere, para dar cabida a las estructuras, se establecerán los taludes de la sección de construcción.

Elementos que definen el proyecto de la subrasante:

A) Condiciones topográficas.- Esta se proyectará para cada tipo de configuración del terreno. En nuestro ejemplo considere un lomerío ya que nuestro terreno tiene estas características: el perfil longitudinal presenta una sucesión de cimas y de-

presiones de cierta magnitud, con pendiente transversal no mayor de 25°.

V aquí se estudiará la subrasante combinando las pendientes especificadas obteniendo un alineamiento vertical ondulado, que en general permitirá aprovechar el material producto de los cortes, para formar los terraplenes contiguos. Las características que tiene este tipo de configuración del terreno son: proyecto de la subrasante a base de contrapendientes, la compensación longitudinal de las terracerías en tramos de longitud considerable, el hecho de no representar espacio suficiente para alojar las alcantarillas, los pasos a desnivel y puentes.

B) Condiciones Geotécnicas.- La calidad de los materiales que se encuentran en la zona donde se localiza el camino, es un factor muy importante, ya que, además del empleo que tendrán en la formación de las terracerías, servirán de apoyo al camino.

La Secretaría de Comunicaciones y Transportes, clasifica a los materiales en terracerías como A, B y C; por el tratamiento que van a tener; en la formación de los terraplenes, los clasifica en materiales compactables y no compactables.

El material "A". Es aquel que puede ser removido con facilidad mediante pico, pala de mano, escrope o pala mecánica de cualquier capacidad; como material "B" el que requiere ser atacado mediante arado o explosivos ligeros, y por último, el material tipo "C", el que solamente puede ser atacado mediante explosivos, requiriéndose para su ejecución el uso de una pala mecánica



ca de una alta capacidad.

Un material es compactable cuando es posible controlar su compactación por alguna de las pruebas de laboratorio de S. C. T. Y no compactable en caso contrario, a éste se le aplica un tratamiento de blandeado al emplearse en la formación de los terraplenes.

C) Subrasante mínima. Los elementos que fijan las elevaciones mínimas de un camino son:

- Obras menores. Que la subrasante respete la elevación mínima que requiere para alcantarillas y sus características como son la elevación del desplante, pendiente según el eje de la obra, el colchón mínimo, la altura de la obra hacia su cadena- miento, etc.

- Fuentes. En los cruces de corrientes es necesaria la construcción de puentes, la elevación de la subrasante no será conocida hasta que se proyecte la estructura, por lo que se deben de conocer los siguientes datos:

- a) Elevación del nivel de aguas máximas extraordinarias.
- b) Sobre-elevación de las aguas ocasionada por el estrechamiento que origina el puente en el cauce.
- c) Espacio libre vertical necesario para dar paso a cuerpos flotantes.
- d) Peralte de la superestructura.

Al sumar los valores de estos elementos se determina la elevación mínima de la rasante para alojar el puente de la cual se tendrá que deducir el espesor del pavimento para conocer la su-

brasante.

- Zonas de inundación. Aquí la elevación de la subrasante se fija con el nivel de aguas máximas extraordinarias, con la sobre elevación de las aguas producidas por el obstáculo que a su paso presentará el camino y con la seguridad de tener estabilidad en las terracerías y el pavimento. En estos casos se recomienda que la elevación de la subrasante sea como mínimo un metro arriba del nivel de aguas máximas extraordinarias.

- Intersecciones. Son los cruces que un camino tiene con otras vías de comunicación terrestre ya sea en proyecto o existentes y éstas pueden ser a nivel o desnivel. Por lo que el proyecto de la subrasante, deberá considerar la vía terrestre que se cruce, y se realiza como en obras menores, pero tomando en cuenta el cauce.

D) Costo de terracerías. Para obtener la economía máxima en la construcción de las terracerías, debe de guardar cierta posición de acuerdo a los siguientes conceptos:

- Costos unitarios. Como son de sobrecarreo, excavación, compactación, etc.

- Coeficientes de variabilidad volumétrica.

- Relaciones entre variación de volúmenes de corte y terraplén, al mover la subrasante de su posición original.

- Distancia económica de acarreo.

4. Secciones de Construcción.- Para el cálculo de los volúmenes de tierra, es necesario obtener la elevación de la subrasante tanto en las estaciones cerradas como intermedias en que -

hay cambio de pendiente del terreno. Asimismo conviene calcular la elevación de la subrasante para cada una de las estaciones -- consideradas, y estas determinarán el espesor correspondiente da do por la diferencia que existe entre las elevaciones del terreno y de la subrasante. Este espesor se considera en la sección - transversal del terreno previamente dibujada, procediéndose al - proyecto de la sección de construcción.

Los elementos y conceptos que determinan una sección de - - construcción pueden clasificarse en dos grupos definidos:

A) Los propios del diseño geométrico.

- Espesor de corte o terraplén
- Ancho de corona
- Ancho de calzada
- Ancho de acotamiento
- Pendiente transversal
- Amplificación en curvas
- Longitud de transición
- Espesor de pavimento
- Ancho de subcorona
- Talud de corte o terra-  
plén
- Dimensiones de las cunetas

B) Los impuestos por el procedimiento a que debe sujetarse la construcción de las terracerías:

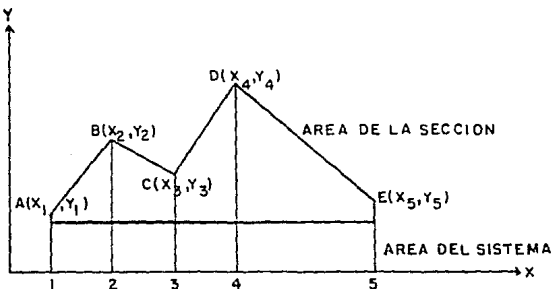
- Desplante
- Compactación del terreno na  
tural
- Escalón de liga
- Cuerpo del terraplén
- Capa subrasante
- Cuña de afinamiento
- Muro de retención
- Berma
- Estratos de corte
- Caja en corte

5. Determinación de áreas. Existen varios métodos para de-

terminar el área de las secciones de construcción y estos son:

- a) Método analítico
- b) Método gráfico
- c) Método mecánico (Planímetro)

a) Método analítico.- Está basado en la descomposición de la sección, en figuras regulares obtenidas al trazar líneas verticales, por los puntos de quiebre del terreno y de la sección de construcción. Si se considera una sección referida a un sistema de ejes cartesianos; el área de la sección de construcción es la suma de las áreas de los trapecios de la sección menos la suma de las áreas de los trapecios del sistema.

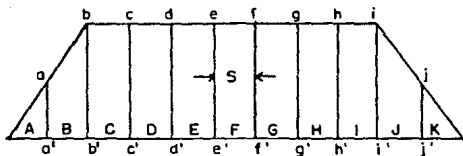


O bien por una matriz

$$A = 1/2 \begin{vmatrix} y_1 & y_2 & y_3 & y_4 & y_5 & y_1 \\ x_1 & x_2 & x_3 & x_4 & x_5 & x_1 \end{vmatrix} = 1/2 \left[ (y_1 x_2 + y_2 x_3 + y_3 x_4 + y_4 x_5) - (y_1 x_5 + y_2 x_1 + y_3 x_2 + y_4 x_3 + y_5 x_4) \right]$$

b) Método Gráfico.- Se divide la sección en trapezios y dos triángulos extremos, mediante líneas verticales a una separación constante. El área de la sección es igual a la suma de las áreas parciales.

$$\text{Area} = S (a+b+c+d+ \dots +j)$$



Como S es una constante: el área es igual a:

$$A = S/2 [ a + (a + b) + (b + c) + (c + d) + (d + e) + (e + f) + (f + g) + (g + h) + (h + i) + (i + j) + j ] .$$

Si se deseara que esta expresión fuera lo más exacta posible es necesario que las líneas verticales coincidieran en todos los casos con los puntos de cambio de pendiente del terreno y con los cerros, hombros y centro de la línea a partir de lo equidistancia (S), y será menor cuando (S) sea más pequeña.

Una aplicación práctica consiste en acumular las distancias aa', bb', cc', dd', marcándolas en una tirilla de papel, y afecta

da la operación en toda la sección, la distancia entre las marcas extremas y multiplicada por la separación (S), será el área total de la sección.

c) Método mecánico con planímetro.- Aparato que proporciona mayor rapidez de operación y precisión. Las partes por las que se encuentra integrado están descritas en el capítulo I, y su funcionamiento es el siguiente:

- Se fija el polo en un punto conveniente y se coloca la guía trazadora en un punto de la sección, se toma la lectura inicial y se recorre a la derecha el perímetro de la figura con la guía hasta volver al punto de partida, tomándose una nueva lectura; la diferencia entre estas lecturas multiplicada por una constante, será el área buscada. Es recomendable recorrer 3 a 5 veces como mínimo el perímetro para disminuir el error y con esta lectura dividir entre el número de veces recorrida, multiplicada por la constante (factor de escala) dará el área buscada.

Nota: Si el polo se coloca fuera de la sección y el perímetro de ésta es recorrido en el sentido de las manecillas del reloj, la lectura final será mayor que la inicial y el tambor gira hacia adelante.

#### 6. Cálculo de volúmenes.

Ya determinadas las áreas de las secciones de construcción, se calcularán los volúmenes de tierra. Para esto es necesario suponer que el camino está formado por una serie de prismoides tanto en el corte como en el terraplén.

Cada uno de éstos se encuentra limitado en sus extremos por dos superficies paralelas verticales, representadas por las secciones de construcción y lateralmente por los planos de los taludes, de la subcorona y del terreno natural.

Para estos existen tres métodos:

a) Método de áreas medias

$$V = D/2 (A_1 + A_2)$$

Donde:

$A_1$  = Área de la sección 1

$A_2$  = Área de la sección 2

$D$  = Distancia entre la sección 1 y 2

$V$  = Volumen

Obteniéndose el volumen promedio entre 2 secciones transversales  $A_1$  y  $A_2$ , con esta fórmula se conoce un resultado aproximado con datos mayores a la realidad, sin embargo es muy rápida y sencilla.

b) Fórmula del prismoide.

$$V = D/6 (A_1 + 4A_m + A_2)$$

Donde:

$A_m$  = Se encuentra equidistante de las secciones extremas

Se utiliza en sólidos de forma prismática, para excavaciones en roca y estructuras de concreto.

c) Método de curvas de nivel

$$V = h/3 [(A_1 + a_n) + 2(A_3 + \dots + A_{n-2}) + 4(A_2 + A_4 + \dots + A_{n-1})]$$

Donde:

A = áreas de las curvas de nivel

n = número de curvas de nivel

h = equidistancia vertical de las curvas de nivel.

Nota: No es utilizable en vías de comunicación sino en volúmenes de Bancos de material.

7. Coeficiente de Abundamiento o Coeficiente de Variabilidad volumétrica.- El material ya sea de corte o de préstamo empleado en la formación de los terraplenes, experimenta un cambio de volumen al pasar de su estado natural a formar parte del terraplén, siendo esencial el conocimiento de este cambio para la correcta determinación de los volúmenes y de los movimientos de tierra correspondientes.

El coeficiente de abundamiento es la relación que existe entre el peso volumétrico del material en su estado natural y el peso volumétrico que ese mismo material tiene al formar parte del terraplén.

$$\text{Coef. de Abund.} = PV_{mn} / PV_{ms}$$

Donde:

PV<sub>mn</sub> = Peso volumétrico del material en estado natural compactado

PV<sub>ms</sub> = Peso volumétrico del material en estado suelto





$$PV_{mn} = P_{mn} / V_{mn}$$

$$PV_{ms} = P_{ms} / V_{ms}$$

Este coeficiente se aplica al volumen del material en su estado natural para obtener su volumen en el terraplén.

El coeficiente será mayor que la unidad, cuando un metro cúbico de terraplén pueda construirse con un volumen menor de material. Y el coeficiente será mayor que la unidad, cuando el volumen de terraplén requiera un volumen mayor de material.

8. Talud.- En caminos se llama talud a la superficie que - en cortes queda comprendida entre la línea de ceros y el fondo - de la cuneta; y en terraplenes, la que está comprendida entre la línea de ceros y el hombro correspondiente. Los taludes de los - cortes y terraplenes se fijan de acuerdo con su altura y la naturaleza del material que los forman.

En terraplenes, dado el control que se tiene de la extracción y colocación del material que forma el talud, el valor más empleado es 1.5:1.

En los cortes por la gran variedad en el tipo y disposición de los materiales, es indispensable un estudio, para cada caso.

Se dará una tabla de taludes recomendables en los cortes. Para cortes de más de siete metros de altura, realizar estudios con detalle, para fijar de un modo racional, los taludes y procedimientos de construcción. (ver tablas).

TABLA DE TALUDES RECOMENDADOS EN CORTES

TIPO DE MATERIAL	TALUD RECOMENDABLE		OBSERVACIONES
	Hasta 8 m.	de 8m. a 16m.	
Granito sano y masivo	1/4:1	1/4:1	Descopetar hasta 3/4:1 la parte intemperizada si la hay.
Granito sano, en bloque	1/2:1	3/4:1	Amacizar taludes según la disposición de los bloques.
Granito sano, fracturado.	1/2:1	1/2:1	No se considera recomendable la construcción de berma en el cambio de talud. El talud recomendable variará de acuerdo con la disposición relativa de las diaclasas respecto al talud.
Derrames basálticos -- intercalados con piroclásticas y tezontles	3/4:1	1:1	Conviene la construcción de banqueta de 4 m. al pie del talud para recibir desprendimientos.
Tezontle suave bien cementado	1/4:1	1/2:1	
Tezontle sano fragmentario	3/4:1	1:1	
Tezontle intemperizado	3/4:1	3/4:1	

**Nota:**

Estos taludes recomendados pueden variar notablemente de acuerdo con la posición relativa

TIPO DE MATERIAL	TALUD RECOMENDABLE		OBSERVACIONES
	Hasta 8 m.	de 8m. a 16m.	
Areniscas fuertemente cementadas	1/8:1	1/8:1	va de los planos de sedimentación respecto al plano del talud.
Areniscas débilmente cementadas	1/2:1	3/4:1	
Conglomerado brechoidal de bien cementado con matriz silicosa	1/8:1	1/8:1	
Conglomerados cementados con matriz calcárea	1/4:1	1/4:1	
Conglomerado pobremente cementado o con matriz arcillosa	1/2:1	3/4:1	
Caliza fracturada con echados casi horizontales	1/8:1	1/8:1	Descopetar a 1/2:1 la parte superior del corte, si el fracturamiento es muy intenso. Estos taludes recomendados pueden variar notablemente de acuerdo con la posición relativa de los planos de sedimentación respecto al plano del talud.
Caliza muy fracturada, cavernosa y poco alterada.	1/2:1	3/4:1	
Pizarras con planos de apizarramiento de 5 a 10 cm. de separación, con echados casi horizontales	1/4:1	1/2:1	Se aconseja la construcción de contracunetas impermeables si éstas son necesarias.

TIPO DE MATERIAL	TALUD RECOMENDABLE		OBSERVACIONES
	Hasta 8 m.	de 8m. a 16m.	
Aglomerados medianamente compactos	3/4:1	3/4:1	
Arenas limosas pumíticas y vidrios volcánicos (jales)	3/4:1	1:1	Protección de taludes inmediata, mediante -- "tepes", cunetas y contracunetas impermeabilizadas.
Limos arenosos muy -- compactos (tepetales)	1/4:1	1/2:1	
Arcillas poco arenosas firmes (homogéneas).	1/2:1	1/2:1 a 3/4:1	
Arcillas muy suaves, expansivas y comprensibles	1:1	1.5:1	Si existe nivel freático se requerirá buen -- subdrenaje.
Caolín, producto de alteración de dioritas	1:1		Cubrir con "tepes" el talud. Altura máxima -- de corte 8 m. Si existe nivel freático se -- requerirá buen subdrenaje.

9. Cálculo de la ordenada de la curva masa.- La ordenada de curva masa en una estación, es la suma algebraica de los volúmenes de terraplén y de corte; estos últimos afectados por el -- coeficiente de abudamiento, considerados los volúmenes desde un

origen hasta esa estación; tomando los volúmenes de corte como positivos y los de terraplén negativos.

Estas ordenadas servirán, para dibujar el diagrama de masas.

Ejemplo:

Teniendo el perfil y secciones transversales determinadas y dibujadas, se proyecta de acuerdo a las condiciones topográficas una subrasante media.

1. Cálculo de la pendiente.

a) Desnivel (H)

$$H = \text{Elev. inicial} - \text{Elev. final}$$

$$H = 148.48 - 149.60$$

$$H = -1.12 \text{ m.}$$

b) Cálculo de la distancia entre cadenamientos

$$D = 12 + 380 - 12 + 240$$

$$D = 0 + 140 \text{ Km.} = 140 \text{ m.}$$

c) Pendiente

$$m = \frac{\text{desnivel}}{\text{dist.}} = \frac{H}{D} = \frac{-1.12}{140} = -0.08$$

expresada en por ciento

$$m = -0.80\% \quad \text{y para cada } 20 \text{ m.} = 0.16/20$$

2. Cálculo de las cotas de la subrasante correspondiente a los cadenamientos de las secciones levantadas. Para facilitar este cálculo se resume en la siguiente tabla:

Cadenamiento	ELEVACION	
	Terreno	Subrasante
12 + 240	149.18	149.60
12 + 260	148.83	149.44
12 + 280	149.12	149.28
12 + 300	148.96	149.12
12 + 320	149.20	148.96
12 + 321.20	149.61	148.95
12 + 340	149.18	148.80
12 + 360	149.12	148.64
12 + 380	148.77	148.48
12 + 400	149.30	148.32

Nota: Estos puntos serán dibujados en las secciones correspondientes.

3. Dibujar los datos en las secciones transversales para determinar los espesores y con esto formar las secciones de construcción. Se tomará como talud para el terraplén 1.5:1; ya que así está determinado por la S. C. T. y para el corte se tomará de la tabla de taludes recomendables en cortes. En nuestro ejemplo se trata de arcilla muy suave expansiva y compresible, por lo tanto encontramos un talud en la tabla de 1:1.

4. Cálculo del área de las secciones. Se llevará a cabo -- por el método mecánico (planímetro), el cual ya fue explicado anteriormente.

a) Determinar la constante. Si se conoce una área determinada, se toma la lectura correspondiente con el planímetro y con éstos, se puede conocer con la siguiente fórmula:

$$L_1 = 0016, L_2 = 1362$$

$$L = L_2 - L_1$$

$$A = c L \text{ por lo tanto } c = A/L = 100\text{m}^2 / (1346/5) = 0.3715 \text{ m}^2$$

Donde:

A = Area en  $\text{m}^2$

L = Lectura del planímetro

c = Constante

b) Cálculo del área. Teniendo la constante, se procede a realizar la lectura con el planímetro en la sección correspondiente, teniendo ésta, el área será igual a la constante por la lectura tomada entre el número de veces que se paso el aparato.

Para el cadenamamiento 12 + 400

$$L_1 = 0016, L_2 = 0253$$

$$\therefore L = L_2 - L_1$$

$$L = 0237/5 = 47.40$$

$$A = 0.3715 (47.40) = 17.61 \text{ m}^2$$

Por facilitar este procedimiento solo se presentará la siguiente tabla, la cual ya se conoce su desarrollo.

Cadenamiento	Lectura	Áreas (m <sup>2</sup> ) Corte	Áreas (m <sup>2</sup> ) Terraplén
12 + 400	0237/5	17.61	-
12 + 380	0216/5	16.05	-
12 + 360	0075/5 0049/5	5.57	3.64
12 + 340	0146/5	10.85	-
12 + 320	0073/5	5.42	-
12 + 321.20	0103/5	7.65	-
12 + 300	0053/5 (0007 + 0004)/5	3.96	0.80
12 + 280	0090/5	-	6.69
12 + 260	0134/5	-	9.96
12 + 240	0114/5	-	8.47

Nota: El ejemplo solo se efectuó para una sección, ya que - para reducir cálculos y tener una amplia visión, se asentaron éstos en la tabla de la curva masa; lo mismo sucederá en el cálculo de volúmenes.

5. Cálculo de volúmenes. Se utilizará el método de Volúmenes medios, ya que es el más sencillo y facilita los cálculos.

$$A_1 = 8.47 \text{ m}^2$$

$$A_2 = 9.96 \text{ m}^2$$

$$D = 20 \text{ m} = \text{distancia entre secciones}$$

$$V = [(A_1 + A_2) / 2] D$$

$$V = [(8.47 + 9.96) / 2] 20$$

$$V = 184.30 \text{ m}^3$$



6. Coeficiente de abundamiento. De una muestra de cada material se obtuvieron los siguientes datos:

Para terraplén

Para corte

PVms = 1105

PVms = 1450

PVmn = 1350

PVmn = 1340

Cof.abun. =  $1350/1105 = 1.2$

Cof.abun. =  $1340/1450 = 0.9$

7. Cálculo de la curva de masa. Este se realizará por medio de la tabla siguiente; ya que aquí se resumen todos los datos anteriormente acumulados. Se considera un volumen inicial de  $1000\text{m}^3$  para la estación 12 + 240.

—PLANILLA DE CALCULO DE LA CURVA MASA

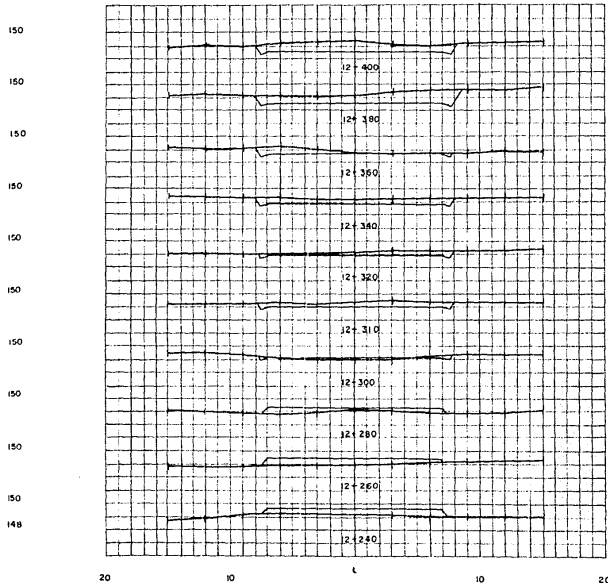
Est.	Elevación		Espesor		Areas		A <sub>1</sub> * A <sub>2</sub>		D/2	Volumen		Coef. Abund.		Vol. Ab.		Dif. Abund.		Ord. C. M.
	Terr.	S. Bros.	C	T	C	T	C	T		C	T	C	T	C	T	C	T	
12+240	149.18	149.60		0.42		8.47			—									1000
12+260	148.83	145.44		0.61		9.96		18.43	100		18.43	—	1.2	—	22.12	—	22.12	7788
12+280	149.12	149.28		0.16		6.69		16.65	100		16.65	—	1.2	—	199.8	—	199.8	5790
12+300	148.96	149.12		0.16	3.96	0.80	3.96	7.49	100	39.6	74.9	0.9	1.2	35.6	89.9	—	54.3	5247
12+320	149.20	148.96	0.24		7.65		11.61	0.80	100	118.1	80	0.9	1.2	104.3	96	94.9	—	6186
12+321.2	149.61	148.95	0.66		5.42		12.07		0.60	7.64		0.9	—	7.0	—	7.0		6268
12+340	149.18	148.80	0.38		10.85		16.27		9.40	152.9		0.9	—	137.6	—		137.6	7642
12+360	149.12	148.64	0.48		5.57	3.64	16.42	3.64	100	16.42	3.64	0.9	1.2	147.8	43.7	104.1		8683
12+380	148.77	148.48	0.29		16.05		21.62	3.64	100	21.62	3.64	0.9	1.2	194.6	43.7	150.9		10192
12+400	149.30	148.32	0.98		17.61		33.66		100	33.66		0.9	—	302.9	—	302.9		13221

### Conclusiones.

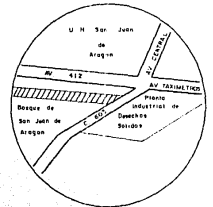
Este trabajo es muy importante e interesante, ya que es la aplicación del capítulo a un problema de Ingeniería Civil, como es el anteproyecto de una vía de comunicación. Por otra parte -- amerita el conocimiento de diferentes conceptos, algunos ya conocidos y otros que hay que investigar tal es el caso de los elementos que integran la subrasante, una sección de construcción y la utilidad de éstos; además como se desinen el talud recomendable para cortes y terrapién (aplicando la mecánica de suelos); -- determinación de áreas y uso del planímetro; cálculo de volúmenes y coeficiente de abundamiento, como influye en estos y por -- último el cálculo de la ordenada de la curva masa.

Sin embargo, al poseer toda la información necesaria, el -- trabajo se vuelve sencillo aunque un poco laborioso; como muchos elementos de cálculo se repiten se aprecia mejor los mismos en -- una tabla, por ello solo se calculó un ejemplo de cada elemento.

Hay que tener cuidado en lo que corresponde al dibujo del -- perfil y secciones, ya que si no se usa la escala adecuada, los desniveles no se aprecian por lo tanto será difícil comprender -- el área de un elemento de escala distinta, acarreado como consecuencia un volumen no real y un trabajo ficticio.

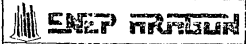
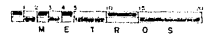


CROQUIS DE LOCALIZACION



NOTA :  
La información de campo se obtuvo de la práctica N° 8.

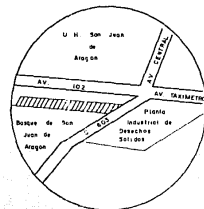
ESC. GRÁFICA



ANTEPROYECTO DE UNA VIA DE COMUNICACION  
"SECCIONES DE CONSTRUCCION "

FECHA MAYO / 82	PROF. I. I. O. I.	ELABOR. EL CENENINA GUERRERO S.	N.º PÁG. 9
ESC. 1 : 200	BAJADA " B "	PROY. BENJAMIN PERA A	

CRUQUIS DE LOCALIZACION



NOTA:

La información de campo se obtuvo en la práctica N.º 8.

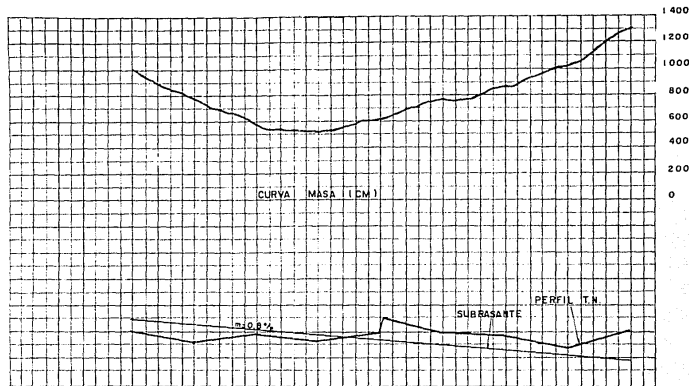
ESC. GRAFICA



ANTEPROYECTO DE UNA VIA DE COMUNICACION

" PERFIL Y CURVA MASA "

FECHA:	GRUPO:	ALUMNO:	N.º PRAC:
MAYO/91	1110	ALEJANDRA GUERRERO S	9
ESC:	DEPARTAMENTO:	PROF:	
VAR	- 3 -	ING BENJAMIN PERA	



Codificación	Cotas		Espesor		Ordenada Curva Masa
	Termino	Subras	C	T	
12+240	149.19	149.60	0.42	0.00	
12+260	149.93	150.14	0.21	0.778 8	
12+280	149.12	149.20	0.08	0.16	0.779 0
12+300	148.98	149.12	0.14	0.16	0.54 7
12+320	149.20	148.90	0.30	0.19	0.50
12+340	149.18	148.80	0.38	0.38	0.764 20
12+360	149.12	148.64	0.48	0.48	0.668 30
12+380	148.77	148.48	0.29	0.29	0.018 20
12+400	149.30	148.32	0.98	0.98	0.332 10

## C A P I T U L O    I V .

### PLANIMETRIA Y ALTIMETRIA SIMULTANEAS.

## CAPITULO IV

PLANIMETRIA Y ALTIMETRIA  
SIMULTANEAS.4.1 Práctica No. 10"LEVANTAMIENTO TAQUIMETRICO"Objetivo

- a) El manejo del tránsito como taquímetro utilizando la -- teoría de lastadla de mira vertical en un terreno accidentado y para el levantamiento de detalles de poca importancia.
- b) Obtención de distancias, desniveles y cotas así como la interpolación de puntos de cota redonda.
- c) Aplicar las observaciones y cálculos que se realizan pa ra la configuración de un predio (curvas de nivel).

Equipo

- 1 Tránsito  
2 Estadales

Material

- Estacas  
Cinta Metálica

Personal

- 1 Jefe - anotador  
1 Aparatero  
2 Estadaleros  
1 Peón

Desarrollo

Los levantamientos taquimétricos son rápidos y adecuados pa

ra zonas extensas y de mucho detalle, si así lo requiere el estudio al que se estará destinando el trabajo topográfico. Se utilizarán en lugar de las medidas directas cuando se presenten obstáculos o distancias muy grandes que hacen imprecisas las medidas.

El método de la estadia está basado en la lectura que se observa sobre una regla graduada, limitada por la separación de los hilos de la retícula del anteojo paralelo al horizontal.

Configuración de puntos aislados.

Los puntos del terreno se fijan por radiaciones desde los vértices de polígonos de base, calculándose su distancia, desnivel y elevación. Como en este aspecto solo se toman puntos aislados para el dibujo, las curvas de nivel se obtendrán interpolándolas entre las cotas de los puntos fijados; tomándose también los detalles necesarios, además de los del terreno (bancos de nivel, linderos, vías de comunicación, construcciones, etc.).

La cota de partida puede tomarse de un banco previamente establecido o suponerla a un banco. Teniendo la necesidad de realizar una nivelación por los puntos de la poligonal o teniendo la cota de uno de los vértices; se pueden ir conociendo paulatinamente las cotas de los demás por el mismo procedimiento, y obtener a partir de ellos las cotas de los puntos de detalle y de configuración del terreno.

Es conveniente que en la configuración se haga un croquis minucioso de la localización de los puntos y detalles del terreno.



no que son tomados de cada vértice, para después reproducirlos - en el dibujo. Por lo tanto estos croquis pasan a ser tan impor-  
tantes como el registro numérico, ya que sin ellos el dibujo pue-  
de resultar diferente del terreno que se trata de representar.

Los vértices del polígono base deberán estar situados en -- puntos notables elevados, con la mayor visibilidad posible a su  
alrededor, para tomar desde ellos todos los puntos necesarios.

Es preciso en algunos casos llevar polígonos o puntos auxi-  
liares ligados al principal, que permiten configurar las zonas -  
faltantes. Los puntos a tomar para obtener dicha configuración -  
del terreno serán aquellos donde existan cambios de dirección de  
los accidentes topográficos o de pendiente. Fijar puntos que de-  
finan los ejes de cañadas, crestas y parteaguas, ya que sirven -  
para definir la dirección de las curvas de nivel.

Para ahorrar tiempo, facilitar el trabajo y obtener mayor -  
precisión al fijar los ángulos horizontales de las radiaciones,  
se miden los ángulos en el vernier, teniendo cuidado de anotar -  
cual es el origen de esos ángulos y el sentido en que se midie-  
ron. En cada uno de los vértices se hará un croquis acompañado -  
de su respectivo registro de campo. Es importante que las lectu-  
ras de ángulos verticales se anoten con una flecha después del -  
número, para de esta manera evitar confusiones al escribir sig-  
nos más o signos menos que pudieran mal interpretarse.

#### A. Trabajo de Campo.

##### 1. Reconocimiento del terreno.

2. Marcar los puntos de la poligonal.
3. Proceder al levantamiento del predio con tránsito y cinta (distancia y ángulo horizontal).
4. Realizar una nivelación diferencial para establecer la cota de los vértices de la poligonal.
5. Levantamiento de los linderos con tránsito y cinta incluyendo los detalles y puntos aislados por el método de estadía.

Del trabajo anterior se obtienen diferentes registros de campo ya conocidos.

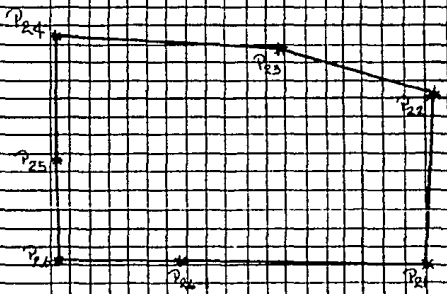
Ejemplo:

A continuación se darán los registros tipo de campo para realizar el cálculo de la configuración.

Prolongación Reforma  
 Lev. Taquimétrica Poligonal

Brigada: "B"  
 Jefe: Alejandrina  
 Asistente: Estrella  
 Hoja: 1/1  
 Fecha: 11-X-89  
 Aparato: Tránsito Resbach de 20" No. 3  
 Círculo de Acero de 30 cm.  
 Edo. Físico: Ligera Albulia

Est.	P.O.	Ang. H.	Dist.	Nota
P <sub>21</sub>	P <sub>26</sub>	0° 00'		
	P <sub>22</sub>	93° 01'	41.51	358° 00' Az
P <sub>22</sub>	P <sub>21</sub> P <sub>23</sub>	0° 00' 101° 03'	32.42	
P <sub>23</sub>	P <sub>22</sub> P <sub>24</sub>	0° 00' 164° 34'	52.58	
P <sub>24</sub>	P <sub>23</sub> P <sub>25</sub>	0° 00' 87° 52'	29.24	
P <sub>25</sub>	P <sub>24</sub> P <sub>26</sub>	0° 00' 160° 33'	23.24	
P <sub>26</sub>	P <sub>25</sub> P <sub>21</sub>	0° 00' 89° 55'	81.25	
	P <sub>26-1</sub>	-	28.73	Punto Auxiliar
	Σ	720° 00'	260.24	





## B. Trabajo de Gabinete.

1. Cálculo de la cota de cada uno de los puntos de la nivelación diferencial (realizado en el mismo registro de campo).
2. Cálculo de la planilla de la poligonal, donde se obtendrán las coordenadas de los puntos.
3. Cálculo del desnivel, distancia y cota de los diferentes puntos a configurar (obtenidos en las mismas hojas de la libreta de campo).

En condiciones normales, se obtendrán resultados suficientemente satisfactorios si se desprecia la constante  $c = (f + e)$ , - por lo que las ecuaciones a utilizar serán las siguientes:

$$L = h_s - h_i$$

$$H = 1/2 KL \operatorname{sen} (2\alpha) \pm (h - h_m) \text{ (desnivel)}$$

$$D = KL \cos^2 \alpha \text{ (distancia)}$$

Recuérdese que para los instrumentos de enfoque interno la constante aditiva  $c=0$  y la constante multiplicadora  $K = 100$ .

Ejemplo:

$$\text{De } P_{26} \text{ a } 1 \quad \alpha = 11^\circ 50' ; \quad KL = 19.2$$

$$D = 19.2 \cos^2 (11^\circ 50') = 14.56 \text{ m.}$$

$$H = 1/2 [19.2 \operatorname{sen} (23^\circ 40')] = 3.05 \text{ m.}$$

Obtenido el desnivel se calcula la cota (sumando o restando la  $\downarrow$ ), según corresponda la flecha del ángulo vertical a la cota del punto de estación. En la fórmula del desnivel, el signo  $\pm$  - que precede al último paréntesis se tomará + cuando  $\alpha$  sea  $\uparrow$  y - cuando sea  $\downarrow$ .

Cota + H = Cota de ese punto [1]

$$51.81 + 3.05 = 54.86 \text{ m.}$$

4. Cálculo de las coordenadas de los puntos radiados ( $L_1$ ,  $L_2$ ,  $L_3$ ,  $L_4$ ,  $L_5$  y  $L_6$ ), del linderero.

5. Cálculos de los elementos del linderero.

Nota: Los cálculos mostrados anteriormente, solo fueron para el primer ejemplo de estadía (distancia, desnivel y cota); ya que los restantes y las otras planillas aparecerán directamente en la misma por tener un mayor campo visual, además de que ya -- fueron indicados sus procedimientos con detalle en los capítulos II y III.

#### DIBUJO:

Del registro de campo donde también los cálculos de: H, D, cota, etc., posteriormente se procede a dibujar de la siguiente forma:

1. Se dibuja el polígono de base y los polígonos auxiliares en caso de haberlos.

2. Con transportador circular se marcan los ángulos horizontales de todos los puntos de configuración, alrededor de todos y cada uno de los vértices.

3. Se miden las distancias correspondientes para fijar la posición de los puntos y se les pone su nombre y cota.

4. Con ayuda de los croquis de campo, se marcan ejes de cañadas y parteaguas. Luego se ve cuales son los puntos entre los

cuales hay pendiente constante y sobre la línea que los une se marcan igualmente espaciados los puntos de cota cerrada, que será por donde pasarán las curvas de nivel. Como se tendrá que dividir muchas líneas en un variado número de partes iguales; es recomendable utilizar el procedimiento gráfico que en dibujo se debió ya estudiar para la subdivisión de una línea en "n" partes iguales que consiste en:

a) Se toma un número de divisiones igual al desnivel entre los puntos extremos con una escala que sea su dimensión parecida a la distancia que hay entre estos puntos.

b) Colocar la regla apoyando el "0" en el punto de menor cota, formando un ángulo aproximado a los  $60^\circ$  y marcar solo las divisiones correspondientes a las cotas de las curvas buscadas.

c) Unir el último punto con el otro extremo y pasar paralelas por los puntos marcados hasta cortar la línea que une los puntos en los cuales estamos interpolando.

5. Realizado lo anterior, se puede ir dibujando por zonas las curvas de nivel uniendo los puntos de igual cota, ayudándose con los croquis. Es importante empezar por el trazo de las curvas maestras, posteriormente se obtendrán las cuatro intermedias.

Recordemos que las curvas maestras son cada cinco curvas múltiplo de la equidistancia a la que se buscarán.

La equidistancia vertical de las curvas depende de la escala del dibujo. En escalas de 1:500 ó 1:1000, se usan equidistancias de un metro.

# U N A M                      E N E P                      A R A G O N

## CALCULO DE LA COMPENSACION DE UNA POLIGONAL

Lado	Ang. H.	Long.	R.M.C.	Proy. Y	Proy. X	C.Y	C.X	Proy. YC	Proy. XC	Vert	Ordenada	Abscisa
P <sub>21</sub> -P <sub>22</sub>	93° 01'	11.51	N 02° 00' W	11.48	-1.45	-	-	11.48	-1.45	-	-	-
P <sub>22</sub> -P <sub>23</sub>	104° 03'	32.42	N 77° 57' W	6.77	-31.71	-	+0.01	6.77	-31.72	-	100.00	100.00
P <sub>23</sub> -P <sub>24</sub>	161° 34'	52.61	S 86° 57' W	-3.10	-52.52	-	-0.02	-3.10	-52.54	-	141.48	98.55
P <sub>24</sub> -P <sub>25</sub>	87° 52'	29.24	S 5° 31' E	-29.10	2.81	-	-	-29.10	2.81	-	148.25	66.83
P <sub>25</sub> -P <sub>26</sub>	180° 35'	23.24	S 4° 56' E	-23.15	2.00	-	-	-23.15	2.00	-	145.15	14.29
P <sub>26</sub> -P <sub>21</sub>	89° 55'	81.23	N 84° 59' E	7.10	80.92	-	-0.02	7.10	80.90	-	116.05	17.10
											92.90	19.10

Σ Ang	Σ Long	Σ Proj. N	Σ Proj. E	Σ	Σ	Σ Proj. Y	Σ Proj. X
720° 00'	260.25	55.35	85.73	-	0.05	110.70	171.41
Σ Ang Com.		Σ Proj. S	Σ Proj. W	ey	ex	EL	Prescisión
720° 00'		55.35	85.68	0.00	0.05	0.05	1/5200

$$\Sigma \text{ Ang} = 180^\circ (n-2)$$

$$\Sigma \text{ Proj. Y} = 0$$

$$\text{Proj. Y} = L \cos \text{Rbo.}$$

$$EL = \sqrt{(eY)^2 + (eX)^2}$$

$$T. \text{ Ang} = \alpha \sqrt{n}$$

$$\Sigma \text{ Proj. X} = 0$$

$$\text{Proj. X} = L \sin \text{Rbo.}$$

$$P = 1 / \Sigma \text{ Long} \div EL$$

ALUMNO (A): Alejandro Valverde García      GEO 1101      BRIG 3  
 DATOS DE Lev. Topométrica (Poligonal)      FECHA: 18-XI-81



# UNAM ENEP ARAGON

## CALCULO DE LAS COORDENADAS DE LOS PUNTOS RADIADOS

Est	PO	Ang. H.	Long.	R.M.C.	Proy. Y	Proy. X	Punto	Ordenada	Abscisa	Productos	X
P <sub>20</sub>	P <sub>25</sub>	0°00'	-	N4°56'W	-	-	P <sub>26</sub>	92.90	19.10	-	-
	L <sub>1</sub>	288°19'	15.92	N7°27'W	3.68	-15.49	L <sub>1</sub>	89.22	3.61	-	1,074.21
										9,640.79	379.88
P <sub>21</sub>	P <sub>26</sub>	0°00'	-	S84°59W	-	-	P <sub>21</sub>	100.00	100.00	-	-
	L <sub>2</sub>	152°07'	9.63	N57°06'E	5.25	8.09	L <sub>2</sub>	105.23	108.09	11,682.63	15,452.55
P <sub>22</sub>	P <sub>23</sub>	0°00'	-	N77°57'W	-	-	P <sub>22</sub>	141.48	98.55	9,749.87	16,520.89
	L <sub>3</sub>	161°10'	12.55	N85°13'E	1.48	12.47	L <sub>3</sub>	142.96	111.02	-	-
										10,064.02	10,750.37
P <sub>23</sub>	P <sub>22</sub>	0°00'	-	S77°57'E	-	-	P <sub>23</sub>	148.25	66.83	-	-
	L <sub>4</sub>	325°54'	1.48	N67°57'E	0.56	1.37	L <sub>4</sub>	148.81	68.20	1,897.87	10,135.03
	L <sub>5</sub>	262°51'	9.41	N4°54'E	9.38	0.80	L <sub>5</sub>	157.63	67.63	-	-
										540.99	-
P <sub>24</sub>	P <sub>25</sub>	0°00'	-	N86°37'E	-	-	P <sub>24</sub>	145.15	14.29	-	-
	L <sub>6</sub>	247°50'	5.22	N25°33'W	4.71	-2.25	L <sub>6</sub>	149.86	12.04	-	-

Proy. Y = Long. Cos Rbo.

Y(PO) = Y(Est) + Proy (Rad) Y

Proy. X = Long. Sen Rbo.

X(PO) = X(Est) + Proy (Rad) X

I Prod.

45,579.17

I Prod.

54,312.92

AREA = 5,366.87 m<sup>2</sup>

ALUMNO (A): Alejandrina Guzmán S. OPO: 1101. SERIO: 2  
 DATOS DE: Juan Tapia Méndez. I.C.O. FECHA: 18-11-89

UNAM

ENEP

ARAGON

## CALCULO DE LOS ELEMENTOS DEL LINDERO

Vert	Ordenado	Abscisa	Ang. Int.	Lado	Long.	Rbo. Col.	Proy. Y	Proy. X	Dif. D. M.	Productos
L <sub>1</sub>	89.22	3.61	73°22'	-	-	-	-	-	-	-
L <sub>2</sub>	105.23	108.09	103°05'	L <sub>1</sub> -L <sub>2</sub>	105.70	N. 81°17' E	16.01	104.78	-24.70	-396.45
L <sub>3</sub>	142.96	111.02	93°21'	L <sub>2</sub> -L <sub>3</sub>	37.84	N. 4°26' E	37.73	2.93	82.71	3,120.65
L <sub>4</sub>	148.81	68.29	258°31'	L <sub>3</sub> -L <sub>4</sub>	43.22	N. 82°13' W	5.85	-42.82	42.82	250.50
L <sub>5</sub>	157.63	67.63	65°45'	L <sub>4</sub> -L <sub>5</sub>	8.84	N. 3°42' W	8.82	-0.57	-0.57	-5.03
L <sub>6</sub>	149.86	12.04	105°52'	L <sub>5</sub> -L <sub>6</sub>	53.13	S. 82°03' W	-7.77	-55.59	-56.73	440.79
				L <sub>6</sub> -L <sub>1</sub>	61.22	S. 7°55' W	-60.64	-8.43	-120.75	7,322.28

 $\Sigma \text{Ang Int.}$   
720°00'

 $\Sigma \text{Long}$   
312.95

 $\Sigma \text{Proy. Y}$   
0.00

 $\Sigma \text{Proy. X}$   
0.00

 $\Sigma \text{Productos}$   
10,733.74

$$\text{Proy. Y} = y_2 - y_1$$

$$\text{Dist} = \sqrt{(\text{Proy. Y})^2 + (\text{Proy. X})^2}$$

$$\text{Area} = 1/2 \Sigma (Y_{n+1} - Y_n) X_n$$

$$\text{Area} = 5366.81 \text{ m}^2$$

$$\text{Proy. X} = x_2 - x_1$$

$$\text{Ang Rbo} = \text{Tan}^{-1} (\text{Proy. X} / \text{Proy. Y})$$

$$\text{Area} = 1/2 \Sigma D.M. (\text{Proy. Y})$$

 ALUMNO(A) Alejandrina Guerrero  
 DATOS DE Luv. Inagme H. 150  
 GEO. 1101 BRIG. 2  
 FECHA 18-X-89

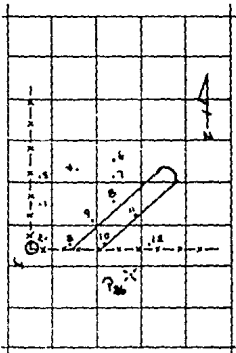
# UNAM ENEP ARAGON

## REGISTRO Y CALCULO DE RADIACIONES DE ESTADIA

Est	PO.	Ang. H	Ang. V	KL	Notas	H	D	Cotas
P <sub>1</sub>	P <sub>2</sub>	0°00'	↑	-	Lado P <sub>1</sub>	25.17	14.7	51.81
L <sub>1</sub>		288°19'	-	-	Lindero		15.92	-
1		315°25'	11°60'	19.2	-	3.05	14.56	54.86
2		288°24'	8°32'	16.1	-	2.36	15.74	54.17
3		335°28'	18°56'	24.8	-	8.09	22.96	59.90
4		349°55'	19°15'	24.8	-	7.70	22.11	59.52
5		322°41'	17°48'	7.8	-	2.27	7.07	54.08
6		8°53'	18°45'	25.9	-	7.65	23.12	59.44
7		2°25'	17°52'	12.9	-	4.06	12.58	55.87
8		2°42'	18°58'	13.9	-	3.21	12.04	55.05
9		3°52'	12°09'	11.4	-	2.34	10.89	54.15
10		226°33'	18°31'	4.6	-	1.09	4.53	52.90
11		11°34'	6°04'	5.0	hm = 0.47	1.61	5.73	55.42
12		54°29'	9°21'	4.0	-	0.64	3.89	52.45

$$D = KL \cos^2(\text{Ang V})$$

$$H = 1/2 KL \sin(2 \text{ Ang V}) \pm h - hm$$



Alumno Va: Alejandro Guerrero S. No. 1101  
 CARRERAS DE Los Topógrafos (Ingeniería) Fecha: 18.XI.85

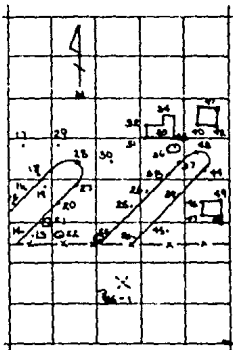
# UNAM ENEP ARAGON

## REGISTRO Y CALCULO DE RADIACIONES DE ESTADIA

Est	P.O.	Ang. H	Ang. V	KL	Notas	H	D	Cotes
P <sub>1</sub>	P <sub>2</sub>	0° 00'	—	—	Lado Base	X = 1.6	46.27	
13	23° 24'	12° 52'	28.5	—	—	6.63	86.86	52.90
14	28° 03'	14° 41'	31.6	h = 2.5	—	6.74	29.57	53.01
15	29° 05'	14° 37'	31.4	—	—	7.67	29.40	53.94
16	31° 39'	17° 07'	38.8	—	—	10.91	25.44	57.18
17	56° 57'	20° 18'	35.0	—	—	10.73	29.02	57.00
18	52° 13'	19° 36'	26.6	—	—	8.44	25.58	54.71
19	52° 13'	17° 30'	25.6	—	—	7.34	23.28	53.61
20	48° 14'	19° 26'	28.1	—	—	6.93	19.65	53.30
21	34° 18'	17° 50'	34.7	Arbol = 0.25	—	10.11	31.44	56.38
22	21° 44'	14° 05'	31.7	—	0.4	6.12	31.04	51.39
23	21° 44'	12° 55'	15.1	—	0.25	2.78	12.48	49.05
24	36° 45'	12° 11'	9.7	—	—	2.03	9.26	48.30
25	41° 50'	12° 31'	11.9	—	—	2.36	10.78	48.63
26	44° 29'	16° 35'	12.2	—	—	3.24	11.30	49.61

$$D = KL \cos^2(\text{Ang V})$$

$$H = 1/2 KL \sin(2 \text{ Ang V}) \cdot (1 - \cos)$$



ALUMNO (a): Alejandro Guerrero S. 1101 18-3-80  
 DATOS DE LA Topografía (Longitudinal) 18-3-80

# UNAM ENEP ARAGON

## REGISTRO Y CALCULO DE RADIACIONES DE ESTADIA

Est	P.O.	Ang. H	Ang. V	KL	Notas	H	D	Cotas	Crequis
26	74	0° 00'	?	-	Lado Base	78.13	1.50	46.27	$D = KL \cos^2(\text{Ang. V})$ $H = 1/2 KL \sin 12 \text{ Ang. V} \cdot \sin - \text{km}$
27		55° 58'	20° 00'	22.2	-	9.13	19.60	53.40	
28		57° 50'	18° 38'	25.2	-	7.60	22.54	53.87	
29		55° 50'	20° 12'	25.8	-	8.36	22.72	54.63	
30		65° 46'	21° 00'	33.0	-	11.04	26.76	57.31	
31		85° 34'	21° 52'	34.7	-	12.00	29.88	58.27	
32		89° 26'	22° 37'	40.7	hm = 3.5	12.45	34.68	58.72	
33		91° 24'	22° 24'	39.6	hm = 3.5	9.98	33.94	56.25	
34		91° 26'	21° 56'	40.7	hm = 3.5	11.89	34.50	58.16	
35		103° 52'	19° 35'	37.9	-	11.96	33.64	58.24	
36		108° 00'	18° 53'	35.3	Arbol = 0.4	10.81	31.60	57.08	
37		111° 10'	16° 24'	25.7	" 0.5	6.48	21.77	52.75	
38		111° 10'	14° 42'	21.2	-	5.2	19.83	51.47	
39		115° 59'	16° 55'	18.9	-	5.08	17.42	51.35	
40		120° 14'	16° 40'	31.4	-	8.68	29.00	54.94	
41		125° 23'	14° 45'	41.3	hm = 2.5	9.17	38.63	55.44	
42		138° 12'	12° 08'	58.3	-	7.87	36.60	54.14	
43		131° 21'	15° 04'	30.2	-	7.59	28.15	53.86	

CURSO 11: ALVIACION FISICA - Sem. 11A - 1981-82  
 DATOS DE LA AGUJERITA (longitudinal) RECHA: 14.3.81



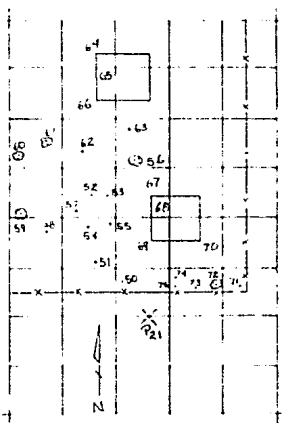
# U N A M                      E N E P                      A R A G O N

## REGISTRO Y CALCULO DE RADIACIONES DE ESTADIA

Est	P.O.	Ang. H	Ang. V	KL	Notas	H	D	Cotas
P <sub>21</sub>	P <sub>26</sub>	0° 00'	↑	-	Lado Base	$KL \cdot h = 1.50$		43.21
	P <sub>2</sub>	152° 01'	-	-	Lindero		9.63	
	50	31° 27'	14° 48'	9.9	-	2.44	9.25	45.65
	51	26° 27'	9° 08'	11.2	-	1.56	10.97	44.78
	52	22° 19'	10° 46'	14.0	-	2.57	13.51	45.78
	53	50° 29'	17° 29'	20.5	-	5.87	18.65	49.08
	54	56° 50'	16° 41'	19.1	-	5.25	17.52	48.46
	55	62° 21'	18° 14'	18.1	-	5.37	16.32	48.59
	56	70° 08'	20° 38'	17.7	Arbol 0.3	5.83	15.50	49.04
	57	69° 23'	19° 18'	16.5	-	5.14	14.70	48.36
	58	63° 08'	19° 25'	28.1	Eje	8.81	24.99	52.02
	59	56° 05'	18° 27'	28.1	Arbol 0.7	8.43	25.28	51.64
	60	65° 21'	20° 35'	37.2	" 0.4	12.24	32.60	55.45
	61	70° 10'	20° 23'	34.9	" 0.4	11.39	30.66	54.60
	62	73° 03'	19° 34'	34.7	Eje	10.95	30.80	54.76
	63	76° 40'	21° 39'	34.0	hm: 2.00	11.15	27.37	54.37
	64	88° 52'	22° 13'	33.2	-	11.62	28.45	54.83
	65	88° 52'	20° 51'	32.3	-	10.74	28.21	53.95
	66	88° 52'	23° 19'	27.4	-	9.95	23.11	53.17
	67	98° 37'	22° 39'	18.3	-	6.50	15.59	49.71
	68	100° 02'	21° 03'	17.3	hm: 2.00	5.30	15.07	48.51
	69	102° 41'	26° 43'	12.6	-	5.06	10.05	48.27

$$D = KL \cos^2 (\text{Ang VI})$$

$$H = 1/2 KL \text{ sen } (2 \text{ Ang VI}) \cdot (h - hm)$$



ALUMNO (A): Alfonso L. Sierra      GEO: 11.1      BR: P  
 DATOS DE Int. Topografía (Topografía)      FECHA: 16-1-81

# UNAM ENEP ARAGON

## REGISTRO Y CALCULO DE RADIACIONES DE ESTADIA

Est	P.O.	Ang. H	Ang. V	KL	Notas	H	D	Cotas	Croquis
21	70	131° 13'	22° 19'	4.1	-	4.95	12.07	48.16	$D = KL \sin^2 \text{Ang V}$ $H = 1/2 KL \sin 12 \text{ Ang VI}^2 (h - km)$
	71	116° 20'	15° 12'	10.3	-	2.68	9.54	45.89	
	72	141° 45'	19° 35'	8.3	Arbol 0.6	2.62	7.87	45.83	
	73	124° 48'	0° 00'	6.0	h = -0.10	1.60	6.00	44.81	
	74	46° 46'	28° 28'	11.2	-	4.09	9.42	47.30	
	75	62° 37'	20° 05'	10.0	-	3.22	8.82	46.43	
	76	47° 16'	19° 22'	6.4	-	2.00	5.70	45.21	
	77	43° 14'	7° 50'	5.4	-	0.73	5.3	45.94	
	78	354° 44'	6° 58'	4.2	-	0.81	1.13	45.71	

ALUMNO (A) Alfonso Guerrero ENEP 101 000 101 000  
 DATOS DE LA INGENIERIA (Ingeniería) Topografía FCMA 18.1.89





# UNAM ENEP ARAGON

## REGISTRO Y CALCULO DE RADIACIONES DE ESTADIA

Est	RO.	Ang. H	Ang. V	KL	Notas	H	D	Cotas	Croquis
82	22	27° 00'			Arbol 2.00		1.46	60.52	<p style="text-align: center;">D = KL cos<sup>2</sup> (Ang V)</p> <p style="text-align: center;">H = 1/2 KL sen 12 Ang V : (h - km)</p>
	24	285° 54'			Arbol 2.00		1.46		
	25	282° 51'			Arbol 2.00		1.41		
91	186° 11'	14° 47'	18.2	Arbol 2.50	4.49	17.01	71.01		
92	124° 25'	28° 22'	19.7	Arbol 2.00	5.07	18.80	71.59		
93	163° 35'	3° 24'	15.1	Arbol 2.00	6.69	15.25	67.41		
94	136° 25'	-8° 32'	14.6	Arbol 2.50	2.48	14.33	65.08		
95	103° 23'	-29° 37'	12.5	Arbol 2.00	1.35	11.59	62.17		
96	95° 18'	-22° 46'	17.5		6.35	14.18	60.17		
97	93° 49'	-21° 11'	8.0		6.05	15.65	66.46		
98	146° 09'	-5° 35'	6.0		6.56	5.95	65.96		
99	165° 42'	6° 54'	5.1		6.65	5.62	67.20		
100	204° 34'	0° 00'	3.25	Arbol 2.00	3.05	3.25	66.52		
101	241° 56'	21° 59'	11.3		3.92	9.72	70.44		
102	261° 40'	23° 50'	9.4		3.47	7.86	69.99		
103	260° 31'	-27° 28'	9.2		3.75	7.22	62.73		

Alumno (a) Alfonso Suarez S. No. 1101 Sem. 2.  
 DATOS DE Act. Inicial de Topografía. FECHA 18 de Julio 53

# U N A M E N E P A R A G O N

## REGISTRO Y CALCULO DE RADIACIONES DE ESTADIA

Est	PO.	Ang. H	Ang. V	KL	Notas	H	D	Cotas	Crœquis
Pto	23	0°00'	0°00'	-	Lance Saca	1.37	60.99		<p style="text-align: center;"><math>D = KL \cos^2(\text{Ang V})</math></p> <p style="text-align: center;"><math>H = 1/2 KL \sin(2 \text{ Ang V}) \pm (h - hm)</math></p>
	L3	361°10'	-	-	Arbol	12.55	-		
	104	335°43'	-3°35'	15.9	Arbol = 0.42	2.99	15.63	60.00	
	105	329°39'	-3°26'	11.1	-	2.38	9.51	58.51	
	106	304°59'	-11°56'	8.6	Arbol = 1.00	1.92	5.95	59.57	
	107	358°50'	8°06'	7.4	" 0.4	2.43	12.05	63.42	
	108	9°24'	11°38'	17.7	-	3.49	6.95	64.48	
	109	19°00'	10°11'	12.1	Fle.	2.12	11.71	63.11	
	110	37°41'	18°20'	9.8	Arbol 0.7	2.93	8.53	63.92	
	111	37°41'	0°00'	4.1	Arbol 2.6	2.00	4.1	60.99	
	112	164°06'	65°06'	5.5	-	3.24	6.97	61.25	
	113	162°03'	4°58'	2.2	-	1.03	12.11	62.92	
	114	209°00'	17°28'	7.6	-	3.23	1.10	58.76	
	115	196°55'	13°49'	4.9	-	3.45	4.25	57.53	
	116	229°09'	22°54'	17.6	-	6.38	15.10	54.61	
	117	230°09'	22°38'	16.6	h = 2.37	5.69	15.54	55.35	
	118	235°45'	-22°33'	3.9	-	7.67	19.76	53.32	
	119	233°40'	23°35'	24.5	-	9.1	20.81	51.88	
	120	237°47'	-21°11'	31.2	h = 2.37	9.5	27.12	51.48	
	121	240°13'	-22°51'	32.	h = 2.37	10.35	27.37	55.63	

ALUMNO (A) Alejandro Guerrero S. PRO: UNP BRG: 2.  
 DATOS DE Lev. Geométrica (Angulación) FCCH: 16. X. 88

### Conclusiones

La elaboración de este trabajo tanto en campo como en Gabinete es muy importante y se debe tener mucho cuidado al realizarlo ya que un error se reflejaría de inmediato.

El levantamiento tiene que ser sistemático, es decir, paso por paso, porque no se debe de hacer en desorden ya que un error es consecuencia del anterior.

Por otra parte como se realiza con tránsito, se debe contar con la habilidad y destreza suficiente en el manejo del instrumento para que éste sea rápido. Lo mismo será para la elección de los puntos donde se colocará el estadal; esto es en lo que -- concierne al campo. Sin embargo, los cálculos son ya conocidos y su ejecución es sencilla, aunque laboriosa.

Lo desconocido y difícil para esta práctica, fue el cálculo de la distancia, desnivel y cota, pero al aplicar las fórmulas específicas, éste se vuelve práctico y monótono ya que se repite muchas veces.

Por lo que concierne al dibujo, se dan los pasos a seguir para facilitarlos y obtener una buena configuración.

Sin embargo es importante tener presente los posibles errores para evitarlos se dan a continuación:

Errores accidentales:

- Lectura errónea del estadal. La inhabilidad del operador

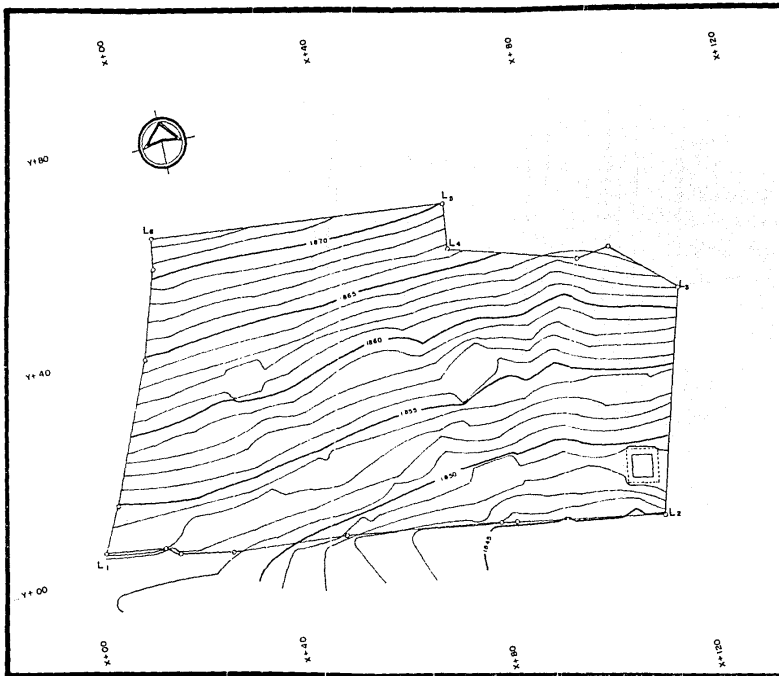
para determinar exactamente el intervalo sobre el estadal.

- Estadal no plomeado. Si el estadal no está vertical, el intervalo leído es más grande y la distancia correspondiente también resulta mayor.

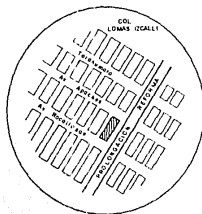
- Longitud incorrecta del estadal. Es evidente que por este error queda multiplicado por  $K$ , por lo tanto es importante verificarla de vez en cuando con una cinta de acero las longitudes de los estadales a emplear.

- Paralelaje. Es un error muy importante y debe evitarse haciendo que el anteojo esté bien enfocado sobre la retícula.

- El viento, la refracción diferencial, la humedad y los cambios de temperatura afectan a las mediciones con estadla. Por lo tanto en lo general el viento causa problemas tanto al operador del instrumento como al estadalero, y la refracción en menor grado.



CROQUIS DE LOCALIZACION



DATOS DE LOS PUNTOS RADIOS

VERT	ORD	ABS	ANG H	LADO	DIST
L1	89.23	381	79.28	11.12	15.70
L2	105.23	107.00	109.00	32.13	17.84
L3	142.91	111.02	320.00	53.54	43.27
L4	178.91	8.20	259.50	64.53	8.88
L5	192.93	3.23	89.42	15.53	36.12
L6	188.92	2.04	105.52	14.11	21.27

AREA = 3,159.87 m<sup>2</sup>

ESC. GRAFICA



LEVANTAMIENTO Y CONFIGURACION  
DE UN PREDIO

FECHA	OPERA	NUMERO	Nº PÁG
ENE. 79	154	COL. LOMAS, CENEDRO 3	10
ESC. 1/20	OPERA	NO RELEVAMIENTO	4
2/78	OPERA	NO RELEVAMIENTO	4

**C A P I T U L O V .**

**ENLACE ENTRE TANGENTES.**

## CAPITULO V

## "ENLACE ENTRE TANGENTES"

5.1 Práctica No. 11

## "CURVA HORIZONTAL"

Objetivo

Que el alumno practique el cálculo de las curvas horizontales de un radio pequeño y que ejecute el trazo de los puntos de dicho cálculo por el método de deflexiones.

Equipo

- 1 Tránsito
- 2 Plomadas

Material

- Estacas y tachuelas
- Clavos para concreto
- Cinta métrica
- Pintura

Personal

- 1 Jefe
- 1 Aparatero
- 2 Cadeneros
- 1 Peón

Desarrollo

Una tangente es la proyección sobre el plano horizontal de las rectas que unen las curvas horizontales. El punto de intersección de la prolongación de las tangentes se le llama PI (punto de inflexión), al ángulo de deflexión formado por la prolonga



ción de una tangente, y la siguiente se representa por  $\Delta$  y se mide directamente con el transportador en el proyecto, del eje de la vía, aunque después en el terreno se medirá con el tránsito.

Un punto cualquiera localizado sobre una tangente, se representa PST (punto sobre tangente) y uno en la curva PSC (punto sobre la curva).

Las curvas utilizadas son arcos de círculo que forman la -- proyección horizontal de las curvas empleadas para unir dos tangentes consecutivas (tramos rectos) y son las que se emplean en las vías de comunicación para cambiar de una dirección a otra. -- Como el cadenamiento debe seguir continuo, se marca igual en las tangentes y en las curvas, a cada 20 m., aunque en las curvas el cadenamiento de los PSC estándar en función del grado de curvatura.

Las curvas horizontales pueden ser:

**Curvas Simples.** Constituidas por un tramo de una sola circunferencia, éstas pueden ser a la izquierda o a la derecha.

**Circulares Compuestas.** Formadas por varios tramos de curvas simples, de radios diferentes según las necesidades del terreno o de la estructura.

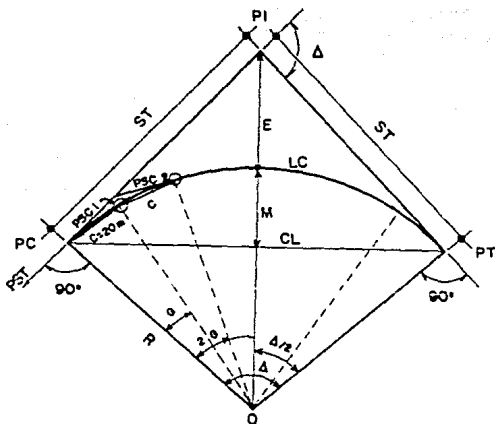
**De transición.** Curvas espirales donde varía el grado de curvatura paulatinamente.

**Nota:** En el caso de este manual, solo se estudiará a las -- curvas horizontales simples.

En esta práctica los trabajos se realizarán iniciando por los cálculos de Gabinete para de esta manera poder trabajar con los obtenidos en el campo.

#### A. Trabajo de Gabinete.

Se iniciará por dar a conocer un croquis de una curva horizontal.



Los elementos que deben determinarse para una curva son:

PC = Punto de comienzo

PI = Punto de intersección (Inflexión)

PT = Punto de término

R = Radio de curva

ST = Subtangente

$\Delta$  = Deflexión total

c = Cuerda unitaria (20 m.)

- G = Grado de curva  
 CP = Cuerda principal (PC - PT)  
 g = Subgrado  
 SC = Subcuerda  
 Lc = Longitud de la curva (PC a PT)  
 M = Ordenada media (flecha)  
 E = Externa

Estos elementos deben conocerse antes de acudir al campo, - ya que basándose en éstos se trazará la curva, por lo que a continuación se definen:

1. Grado de Curvatura. Es el ángulo subtendido por una - - cuerda de 20 m. El grado máximo que puede tener es el que permite a un vehículo recorrer con seguridad la curva (G).

2. Radio de Curva. Es el radio de la curva circular.

$$R = \frac{C/2}{\text{Sen } (G/2)} ; R = \frac{C/4}{\text{Sen } (G/4)} ; R = \frac{C/8}{\text{Sen } (G/8)}$$

3. Ángulo Central. Es el subtendido por la curva circular. En curvas circulares simples es igual a la deflexión de las tangentes.

4. Longitud de curva. Es la longitud del arco entre PC y el PT.

$$Lc = \frac{\pi \cdot R \cdot \Delta}{180} \quad \text{o} \quad Lc = 20 \left( \frac{\Delta}{G} \right)$$

5. Subtangente. Es la distancia entre el PI y el PC o PT, medidos sobre la prolongación de las tangentes. Del triángulo -- rectángulo PI - O - PT se tiene:

$$ST = R \tan (\Delta / 2)$$

6. Externa. Distancia mínima entre el PI y la curva. Del mismo triángulo anterior tenemos:

$$E = R [\sec (\Delta / 2) - 1]$$

7. Ordenada media. Es la longitud de la flecha en el punto medio de la curva. Continuando con el triángulo se obtiene:

$$M = R [1 - \cos (\Delta / 2)]$$

8. Deflexión a un punto cualquiera de la curva. Es el ángulo entre la prolongación de la tangente en PC y la tangente en el punto considerado.

$$\delta = G/40 \quad \delta = G/20 \quad \delta \quad \delta_m = 1'.5G = G/40$$

9. Cuerda. Es la recta comprendida entre dos puntos consecutivos de la curva (c). Si estos son el PC y el PT, la cuerda se le denomina cuerda principal.

$$c = 2R \sin \Delta / 2$$

10. Cálculo de cadenas. Los extremos están dados por las siguientes expresiones:

$$PC = PI - ST$$

$$PT = PC + Lc$$

Sin embargo los cadenas de los PSC deben estar cerrados en relación a G de acuerdo a:

$0 < G < 10^\circ$  Se usarán cadenas múltiples de 20 m.

$10^\circ < G < 22^\circ$  Los cadenas serán de 10 m.

$22^\circ < G < 62^\circ$  Se emplearán cadenas múltiples de 5 m.

Para evitar grandes discrepancias entre las cuerdas y sus arcos respectivos.

Ejemplo:

Calcular los elementos de la curva horizontal simple, considerando los datos siguientes:

$$\text{Cad. PI} = 12 + 300.95$$

$$\Delta = 24^{\circ}44' \text{ der.}$$

$$L_c = 41.22 \text{ m.}$$

Procedimiento.

1. Cálculo de G.

$$\text{Tomando } L_c = 20 \frac{\Delta}{G}; \text{ despejando } G$$

$$G = 20 \frac{\Delta}{L_c}$$

$$G = 20 \{24^{\circ}44' / 41.22\}$$

$$\underline{\underline{G = 12^{\circ}00'}}$$

2. Cálculo de R y elección de las cuerdas para el trazo: De acuerdo al grado de curvatura obtenido, se observa de la tabla de cadenamientos que G se encuentra en:

$$10^{\circ} < G < 22^{\circ}$$

Por lo tanto se usarán cadenamientos de 10 m. y la fórmula:

$$R = \frac{C/4}{\text{sen } (G/4)}$$

$$R = \frac{20/4}{\text{sen } (12^{\circ}/4)}$$

$$\underline{\underline{R = 95.54 \text{ m.}}}$$

## 3. Cálculo de la subtangente.

$$ST = R \tan (\Delta / 2)$$

$$ST = 95.54 \tan [24^{\circ}44' / 2]$$

$$\underline{\underline{ST = 20.95 \text{ m.}}}$$

## 4. Punto de comienzo.

$$PC = PI - ST$$

$$PC = 12 + 300.95 - 20.95$$

$$\underline{\underline{PC = 12 + 280.00}}$$

## 5. Punto de término.

$$PT = PC + Lc$$

$$PT = 12 + 280.00 + 41.22$$

$$\underline{\underline{PT = 12 + 321.22}}$$

## 6. Deflexión en un punto cualquiera.

$$S_m = 1'.5 G = \frac{G}{40}$$

$$S_m = 1'.5 [12^{\circ}] = 18' = 0.3^{\circ}$$

## 7. Cálculo de deflexiones.

Para la 1a. cuerda

$$PC = 12 + 280.00$$

$$PSC = 12 + 290.00$$

$$a = 10.00 = \text{arco}$$

$$c = 10.00 = \text{cuerda}$$

Para las intermedias:

$$a = 10.00 \text{ m.} \quad y \quad c = 10.00 \text{ m.}$$

Para la última cuerda

$$PSCn = 12 + 320$$

$$PT = 12 + 321.22$$

$$a = 1.22$$

$$c = 1.22$$

Por lo tanto al multiplicar (a) por  $S_m$  dará la deflexión correspondiente.

$$a_j \delta_m = \delta_j = 10.00 (0.3^\circ) = 3^\circ$$

$$a_{iN} \delta_m = \delta_{iN} = 10.00 (0.3^\circ) = 3^\circ$$

$$a_N \delta_m = \delta_N = 1.22 (0.3^\circ) = 0.366^\circ = 21' 58''$$

A partir de estos valores se calcula la tabla de deflexiones que estard registrada en la libreta de tránsito.

8. Externa.

$$E = R [\sec (\Delta / 2) - 1] ; \quad \sec = 1 / \cos \Delta$$

$$E = 95.54 [\sec (24^\circ 44' / 2) - 1]$$

$$E = 2.27 \text{ m.}$$

9. Ordenada media.

$$M = R [1 - \cos (\Delta / 2)]$$

$$M = 95.54 [1 - \cos (21^\circ 29')] ]$$

$$M = 2.22 \text{ m.}$$

# UNAM ENEP ARAGON

## CALCULO DE UNA CURVA HORIZONTAL SIMPLE

Estacion	Cuerda	Δ parcial	Δ total de PC	Δ total de PT	Elementos
12+280.00					PI = 12+300.95 Δ = 24° 44' dec. G = 12.00° R = 95.54 m Cp = 40.92 ST = 20.95 Lc = 41.22 Δm = 0.3° PC = 12+280.00 PT = 12+321.22 si 0° < G < 10° R = 10 / sen (G/2) si 10° < G < 22° R = 5 / sen (G/4)
	10.00	3° 00'	3° 00'	—	
290.00					
	10.00	3° 00'	6° 00'	—	
300.00					
	10.00	3° 00'	9° 00'	—	
310.00					
	10.00	3° 00'	12° 00'	—	
320.00					
	1.22	0° 21' 58"	12° 21' 58"	—	
12+321.22					

ALUMNO (A): Alejandrina Guerrero S. GEO 1101 896-22  
 DATOS DE CURVA HORIZONTAL  
 FECHA: 25-V-89

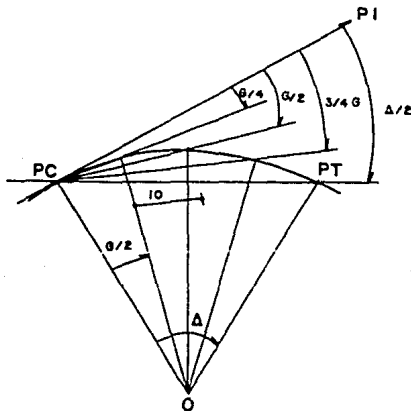


### B. Trabajo de campo.

Con el registro obtenido anteriormente, se procede a realizar el trazo en el campo de la curva horizontal, utilizando el método de deflexiones con tránsito y cinta.

El origen será la visual al PI, ya que los ángulos de las deflexiones son la mitad de los ángulos centrales. Al ir marcando cada cuerda ésta es abarcada por  $G/2$  desde el centro; las deflexiones estarán variando  $G/4$ . Por lo tanto colocando en el PC el tránsito y viendo PI, las deflexiones a marcar serán  $G/4$ ,  $G/2$ ,  $3/4 G$ , G... hasta llegar al PT, (previamente marcado).

En cada deflexión se mide la cuerda desde el punto anterior y en la intersección estará el nuevo punto de la curva.



Nota: Es recomendable trazar la mitad de la curva desde PC y la otra mitad de la curva desde PT y encontrarse al centro, -

evitándose los errores acumulativos; para una mayor precisión.

Este trabajo se puede comprobar:

Angularmente. Viendo PT, la graduación del tránsito debe marcar  $(\Delta/2)$  Tolerancia  $\pm 01'$ .

Linealmente. La distancia entre el último punto trazado y PT, será la [SC]. Tolerancia  $\pm 0.10$  m. para curvas de gran longitud y en terreno accidentado.

Procedimiento:

1. Establecer la tangente de entrada marcando los puntos - PC y PI midiendo la ST.
  2. Trasladar el aparato al PI y medir la deflexión ( $\Delta$ ).
  3. Verificar el ángulo  $\Delta$  operando el tránsito en las dos - posiciones del anteojo.
  4. Cadenciar sobre la tangente de salida la ST y establecer PT.
  5. Centrar el instrumento a un punto de tangencia PC o PT.
  6. Observando el PI en ceros, empezar a colocar los puntos intermedios de la curva PSC midiendo las deflexiones registradas en la tabla de deflexiones que para el caso se tienen anotadas - en la libreta de tránsito.
  7. Al ir colocando cada PSC se medirá la cuerda desde el - punto anterior y la deflexión sin mover el aparato del punto de tangencia.
- Al establecer el último PSC, la distancia de éste al PT - - (o al PC), deberá ser igual a la subtangente  $\pm$  una tolerancia.

*Nota: Este trazo deberá ser ejecutado completo el mismo día para que sea verificado por el profesor de prácticas.*

### Conclusiones.

La elaboración de este capítulo es muy sencilla, ya que únicamente contiene una práctica la cual no ofrece dificultad alguna al realizarla tanto en gabinete como en el campo; porque como puede percatar el estudiante, los cálculos no tienen ningún grado de dificultad (si domina la substitución de datos en la fórmula y además si ya ha dominado su calculadora) y el trazo debe realizarse con cuidado para que éste sea bien ejecutado.

El método de deflexiones se utiliza en curvas horizontales (poligonales abiertas) como las empleadas en el trazo y localización de vías de comunicación (ferrocarriles, caminos, canales, etc.); por lo que este trabajo se integra al efectuado en el capítulo anterior (Anteproyecto de una vía de comunicación).

C A P I T U L O VI.

FOTOGAMETRIA.

## CAPITULO VI

## FOTOGRAMETRIA

6.1 Práctica No. 12

## "FOTOGRAMETRIA"

Objetivo

Estudio de la obtención de medidas de precisión de las fotografías métricas para la elaboración de planos y la interpretación de los detalles fotografiados, uso del estereoscopio.

Equipo

Fotografías aéreas

Estereoscopio

Material

1 Aguja

1 Crayón grueso

Cartulina

Escuadras

Lápiz

1 Par fotogramétrico

Personal

Práctica Individual

Desarrollo

La fotogrametría es el arte de obtener medidas confiables - por medio de fotografías para la elaboración de planos e interpretación de detalles; ésta tiene dos clases básicamente que son:

- Fotografía Terrestre. Cuando se toman con la cámara sobre un trípode y el eje óptico del lente es horizontal o inclinado.

- Fotografía Aérea. Cuando son tomadas desde cualquier vehículo aéreo; estas fotografías pueden ser verticales u oblicuas. Las fotografías verticales se toman con el eje óptico apuntando al nadir en el momento de la exposición. Las fotografías oblicuas se obtienen cuando el eje óptico está intencionalmente inclinado respecto a la dirección de la plomada.

Cualquiera de los tipos de fotografías obtenidas deberán contar con un traslape longitudinal del 60% y si se efectúan varias líneas para el cubrimiento total de la escena, se tendrá cuidado que exista un traslape lateral del 10%.

La fotointerpretación es la determinación de la naturaleza y descripción de los objetos que aparecen, por lo tanto es cualitativa.

La primera fotografía fue el daguerrotipo en 1839 por Daguerre. Después se originó la fotogrametría con el Coronel Aimé Laussedat, en 1849.

Es importante tener en cuenta las siguientes definiciones que son usuales en las fotografías:

Punto de Observación (L). Es el centro del lente u objetivo de la cámara.

Eje de la Cámara. Línea que pasa por el centro del lente de la cámara y es perpendicular tanto al plano de la imagen de la cámara (negativo) como al plano de la fotografía (positivo).

Plano de la Fotografía. Es el plano perpendicular al eje -

de la cámara, situado frente al lente a la distancia focal. Se representa por la copia positiva de contacto o por la fotografía tomada de un plano o película.

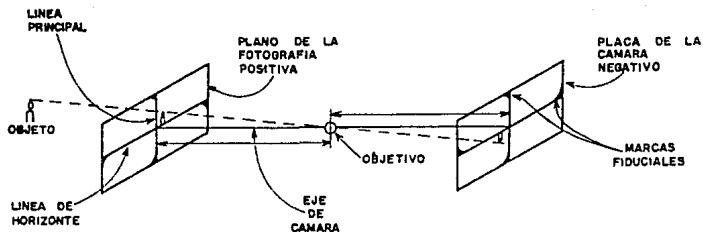
Plano Principal. Punto de Intersección (P) del eje de la cámara con el plano de la fotografía (positiva) o con la placa de la cámara (negativo).

Distancia Focal (f). Es la distancia perpendicular desde el centro del lente de la cámara hasta el plano de la fotografía o hasta la placa de la cámara (plano focal). Se determina con precisión a través de calibración y es fija para cada cámara.

Marcas Fiduciales (M.F.). Son marcas de Índice dentro del marco de la cámara, que forman imágenes en los bordes del negativo. La intersección de las líneas rectas que unen estas marcas, fija el punto principal de la fotografía.

Nadir de la Fotografía. Punto de intersección de una línea vertical que pasa por el centro del lente (en el instante de la exposición) y la fotografía. Si no existe giro del lente de la cámara al hacer la exposición, el nadir de la fotografía y el punto principal coincidirán.

Nadir del Terreno. Punto de intersección de una línea vertical que pasa por el centro del lente y la superficie del terreno.

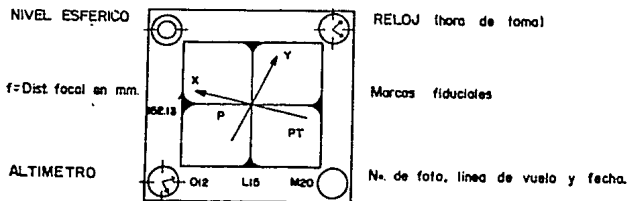


La calidad de una cámara aérea la determinan los resultados de su calibración, incluyendo la información sobre varias características métricas como son:

Distancia focal, distorsión del lente, resolución (indica el tamaño mínimo de detalle que puede detectarse e interpretarse, localización real del punto principal respecto a la intersección de las líneas que unen marcas de colimación (fiduciales opuestas).

En estas cámaras solo puede variar la distancia del objeto, puesto que la distancia de la imagen es una constante que es igual a la distancia focal de la cámara.

Orientación Interna de la Cámara.

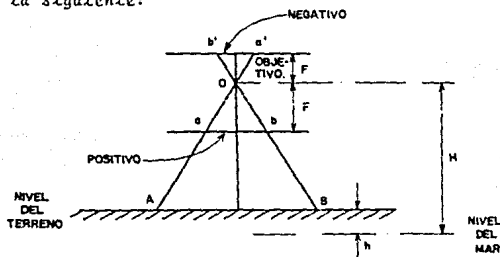


P=Punto principal  
PT=Punto principal transferido  
P-PT=Base de exposición



**Orientación Externa de la Cámara.** La constituye la unión de los puntos de exposición o sea, la distancia de la base de exposición, la distancia entre la lente de la cámara y la escena (área fotografiada); en una fotografía vertical es la distancia de exposición le llamaremos  $H$ , altura de vuelo medida a partir de N.M.M.

Por lo tanto la geometría de una fotografía vertical ideal será la siguiente:



En esta foto el eje de la cámara está vertical y el terreno es horizontal. Los objetos A y B del terreno quedan en los puntos  $a'$  y  $b'$  del negativo que se localiza en el plano focal de la cámara. El plano de la copia positiva de contacto se localiza a la misma distancia en el lado opuesto del objetivo y a ésta se le asignan los nombres  $a$  y  $b$ .

La escala de una fotografía es la relación entre una distancia medida sobre la fotografía y la distancia correspondiente sobre el terreno. Esta relación puede expresarse de la siguiente manera:

$$\text{Esc.} = \frac{M_{\text{gráfíca}}}{M_{\text{real}}} = \frac{ab}{AB} = \frac{f}{H}$$

de donde:

$$\text{Esc.} = \frac{f}{H - h}$$

donde:

$f$  = Distancia focal

$H$  = Altura de vuelo

$h$  = Altura del objeto

De tal manera que si se conoce la escala y la distancia de una línea cuyos extremos sean fotografiados, se podrá conocer la altura de vuelo.

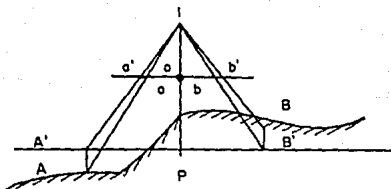
Una fotografía es una vista en perspectiva que está sujeta a los principios de ésta.

1. Las imágenes fotográficas de todas las líneas verticales de objetos en el terreno, serán líneas verticales que si se prolongan, pasarán por el punto principal P.

2. Las líneas paralelas en el terreno como los dos rieles de un ferrocarril en terreno plano, aparecerán como paralelos en la fotografía.

El desplazamiento por relieve debido a la elevación del objeto fotografiado sobre o bajo algún nivel de comparación es un cambio radical en la posición de imagen.

Este desplazamiento es hacia afuera cuando las elevaciones están sobre el nivel de comparación B' y hacia adentro para elevaciones bajo el nivel de comparación.



$a'a = d =$  desplazamiento por relieve

$r =$  distancia radial (medida de P al punto al

entonces:  $d = \frac{rh}{H}$       y       $h = \frac{dH}{r}$

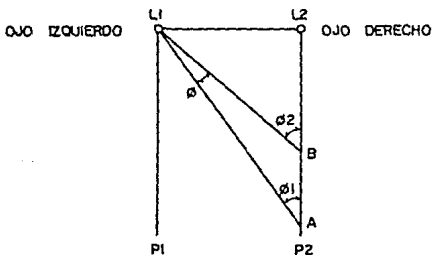
Este fenómeno se basa en que el observador es capaz de percibir y relacionar los ángulos paralácticos, es decir, aprecia las tres dimensiones en su campo visual.

Esta percepción es provocada por el tamaño relativo aparente de los objetos cercanos y lejanos, así como los efectos de la luz y sombra, pero una condición importante es el hecho de que el objeto dado se observa simultáneamente con los dos ojos que están separados en el espacio, por lo que los dos rayos de visión convergen en un ángulo sobre el objeto observado

Por lo tanto la percepción estereoscópica, se obtiene haciendo exposiciones consecutivas con la cámara, desde el avión en movimiento con el fin de obtener imágenes del terreno con traslape. Posteriormente se aplican los principios de la visión estereoscópica al área de traslape de cualquier par de fotografías consecutivas.

El ángulo de convergencia de los dos rayos de visión se denomina ángulo de paralaje, y su magnitud tiene efecto sobre la exactitud con la que el observador puede juzgar las dimensiones verdaderas del objeto observado.

Debemos tener presente que conforme el ángulo sea más pequeño, llegaremos a un valor límite bajo el cual el sentido de visión estereoscópico es nulo y el observador no puede juzgar -- cual de los dos objetos está más cercano. Sin embargo el rango e intensidad de la percepción pueden incrementarse de dos maneras, por un lado aumentando aparentemente la base entre puntos de observación, o por otro lado amplificando el campo visual mediante lentes.



Por ejemplo: Suponiendo que  $L_1$  y  $L_2$  representen la posición de los ojos del observador, y que A y B sean dos objetos en el campo visual, es evidente que los rayos que convergen sobre A forman el ángulo  $\phi_1$ , y que aquellos que convergen en B forman el ángulo  $\phi_2$ . De tal manera que como ocurre entre dos objetos -- se juzgará más cercano al observador a aquel cuyo ángulo  $\phi$  sea

mayor. Además que  $\varnothing_2 - \varnothing_1 = \varnothing$  que es denominado paralaje diferencial y proporciona la medida de la distancia AB sobre una línea paralela a la base de observación.

Se llama base ocular a la distancia interpupilar de una persona; la cual varía de 63 a 69 mm. Por lo tanto el ángulo paraláctico menor al que se puede observar estereoscopia es de  $40''$  - el cual proporciona una distancia máxima de 600 m.; y el ojo percibe un objeto hasta una distancia mínima de 25 cm.

Por lo que al observar un par de fotografías simultáneamente con los dos ojos sobre un mismo punto, provocamos que los - - ejes ópticos de los ojos incidan en él, formando el ángulo paraláctico, captando una imagen en tres dimensiones que permite apreciar las distancias de los objetos.

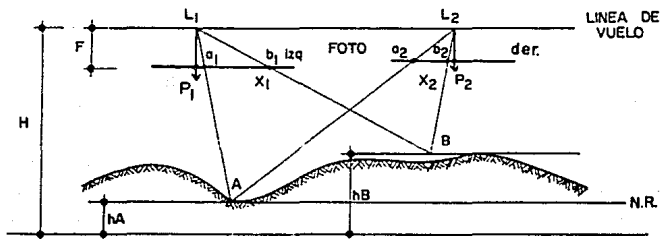
Entonces se necesita que para ver un punto, debe existir un ángulo paraláctico y se requiere que un mismo objeto aparezca en dos fotografías; de tal manera que si nuestro ojo izquierdo únicamente ve la fotografía del lado izquierdo y lo mismo sucede -- con el ojo derecho, que solo ve la foto derecha, se observará tridimensional la escena, llamada Modelo que se formará debajo de las fotografías.

Por lo que las condiciones ideales para la observación de - fotos serán las siguientes:

- a) Tomar dos fotografías con traslape [60%].
- b) Que la distancia al objeto sea la misma en las dos exposiciones  $L_1$  y  $L_2$  .

c) El eje de la cámara esté vertical y por tanto los planos de las imágenes queden en el mismo plano horizontal.

A la diferencia que existe entre una distancia  $X_1$  y  $X_2$ , medida desde los ejes "V" trazados perpendiculares a la base de vuelo en los puntos principales se les llama paralaje en "X"; y sirve para calcular las alturas de los puntos del terreno respecto a un plano de referencia.



#### A. Trabajo de Gabinete.

Nociones de Fotointerpretación para la identificación de los detalles fotografiados.

Para determinar el significado de las imágenes fotográficas se debe considerar las siguientes características:

##### a) Características Físicas.

Tono y textura en una fotografía son muy importantes; ya que cada tono entre blanco y negro y la frecuencia de cambio en la imagen proporciona la textura, haciendo más fácil la identificación de objetos. Ejemplo: en una fotografía aérea, la cima de

una montaña se ve en tono más claro que una barranca ya que éstas perciben más luz del sol. Estas características se apreciarán mejor cuando se cuenta con fotografías a color.

b) Rasgos y Objetos.

Tomando en consideración la forma, el tamaño y la sombra de las imágenes, se distingue entre los objetos que se deben a la actividad humana y los naturales. Por ejemplo: las imágenes con apariencia regular corresponden a objetos que son de actividad humana, sin embargo las imágenes irregulares son objetos de la naturaleza; lo que revela y acentúa el relieve terrestre es la sombra. Estas características se pueden complementar y relacionar de acuerdo a objetos en el área.

c) Topográficas y Geomorfológicas.

Su aspecto del relieve generalmente indica la dureza de los materiales (los resistentes forman partes altas con taludes acentuados y los blandos forman llanuras o lomeros suaves); a cada resistencia de material corresponde un talud natural, por lo que los cambios de talud indican cambio de material.

El alineamiento y exposición pueden indicar flujo, fracturas, plegamientos, fallas, etc., el drenaje está dado por la pendiente del terreno y por las características de resistencia a la erosión de los materiales superficiales y subyacentes de la zona así como por las fracturas y fallas.

d) Vegetación.

Esta puede identificar el tipo de suelo y el de la roca original. Un determinado tipo de vegetación puede indicar la compo-

sición del suelo, contenido de humedad, permeabilidad, variaciones de su espesor y pendiente. Teniendo la precaución de distinguir la vegetación natural y de los cultivos, reforestación, etc., que pudiera desorientar al observador.

**Procedimiento:**

Las fotografías se deben de preparar para su correcta observación estereoscópica de la siguiente manera:

1. Buscar el punto principal de cada fotografía, trazando líneas (tenues y finas) desde las marcas fiduciales y donde se intercepten estará el punto principal (P); se pica este punto -- con la aguja y con el crayón grueso se marca con un pequeño círculo para facilitar su localización posterior.

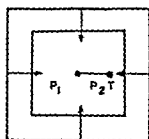


FOTO IZQUIERDA

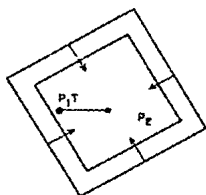


FOTO DERECHA

2. El punto principal de cada foto se transfiere a la otra, que se le conoce como Punto Principal Transferido (P<sub>T</sub>).

3. Trazar en una cartulina una línea recta y pegarla al -- restridor o mesa de trabajo y colocar sobre ésta las fotogra -- fías, haciendo coincidir la línea de vuelo con la recta.

4. Pegar la fotografía izquierda y desplazar la derecha de



tal manera que tenga la distancia de la base estereoa. Esto se observará cuando a través del estereoscopio (previamente montado), se ve un punto doble y al deslizar la fotografía derecha observamos que se sobreponen las imágenes, percibiéndose en este momento la tercera dimensión.

5. Teniendo la precaución de que el eje del estereoscopio sea paralelo a la línea de vuelo (línea trazada en la cartulina).

### Conclusiones

La práctica es muy teórica pero se llega a la observación - de la estereoscopia siguiendo los pasos señalados anteriormente, que nos servirá para la interpretación de los detalles y también para medir la paralaje en "X" (Px) estereoscópicamente con la -- "barra de paralejes"; se podrán resolver algunos problemas de altura H, escala, altura de un objeto, desplazamiento por relieve y también la longitud entre puntos fotografiados.

La paralaje se mide de la siguiente manera:

Habiendo orientado las fotografías, se buscan los puntos -- donde se desea estudiar (su respectiva imagen en cada una de las fotografías A-A' y B-B'). Se coloca la barra de paralejes haciendo coincidir sus índices con los puntos a-a', girando el micrómetro de la barra para hacer que el punto flotante "toque" el terreno; en esta posición se toma la lectura del micrómetro. Posteriormente se colocan los índices de la barra sobre los puntos -- b-b', girando el micrómetro hasta que el punto flotante "toque" el terreno. Se toma la lectura.

Si se desea conocer la diferencia de paralajes únicamente - hay que restar la primera lectura de la última. Y esto servirá - para conocer el desnivel entre dos puntos.

Debe considerarse que el éxito alcanzado en una práctica co mo la presente, estará en función de el estudio previo de la Teoría y que el alumno consiga y tenga a la mano el material necesario para su ejecución.

**C A P I T U L O VII.**

**CONCLUSTONES.**

## CAPITULO VII

## CONCLUSIONES

## 7.1 Conclusiones Generales y Aplicaciones en Ingeniería Civil.

La elaboración de este trabajo ha tratado de ser minuciosa y lo más exacta posible, por lo que el alumno contará ahora con una arma más, dentro del campo de la Topografía que le proporcionará los elementos necesarios para la ejecución de las prácticas de Topografía; siendo éste el complemento de la teoría. Existen algunos conceptos que únicamente se mencionan ya que su definición debió de haberse estudiado en la teoría. Aún considerando - que al final de cada práctica se hizo una observación particular, aquí expondré una conclusión general por capítulo.

En lo que respecta al Capítulo I (Generalidades), este es - muy sencillo e introduce únicamente al alumno en el conocimiento del equipo y material, es decir a las herramientas con que se cuenta para realizar levantamientos de Topografía, recibiendo - una explicación sobre su utilización; porque además de comprender cuáles son y como están integradas, hay que saber para que sirven. Por último, se integró a éste un cuadro de la clasificación del equipo de acuerdo a su uso.

El Capítulo II (Planimetría), es muy extenso y es el que - más espacio abarca de esta tesis, ya que se refiere a los métodos para la realización de levantamientos, y es este el que tiene un campo de acción muy extenso, es decir, desde trabajos sencillos con cinta y plomada hasta levantamientos laboriosos con -

tránsito.

En éste, los conocimientos van siendo acumulativos, es decir, en la práctica No. 2 aprendemos a medir con cinta, plomada, brújula y tránsito; posteriormente se van utilizando las experiencias anteriores; en los cálculos tal vez no se lleva a cabo, pero creo que es aquí donde el alumno se introduce de lleno a la Topografía y aprende cosas elementales como es el caso del levantamiento de un predio construido, de una parcela y culmina con el levantamiento urbano donde utiliza tránsito y cinta, siendo éste el integrador de la planimetría, aplicando los conocimientos antes vistos, sin embargo, es el más complicado y laborioso tanto en campo como en gabinete.

Las aplicaciones que tiene son muy importantes, ya que en ese momento sabemos realizar este tipo de trabajos pero además debemos de tener conocimiento de como se aplican en el área, por lo que a continuación dare las aplicaciones en Ingeniería Civil.

La ejecución más común es la medición de poligonales para levantamientos locales de control horizontal. El trayecto de esta puede adaptarse a los obstáculos que presente el terreno accidentado, boscoso o pantanoso, así como a edificios grandes y zonas de tránsito pesado que pudieran hallarse.

El trabajo más común y fundamental topográfico de este capítulo es el levantamiento-poligonación con tránsito. Sus principios y prácticas se aplican a trabajos: topográficos (levantamiento de un predio construido), hidrográficos, urbanos (levantamiento

miento de detalles) y catastrales, así como a la selección de ruta para la construcción de carreteras, vías férreas y/o ductos.

Los organismos que ocupan los levantamientos topográficos - de control donde se incluyen su aprovechamiento, por parte de empresas públicas como las compañías de energéticos, organismos públicos metropolitanos, dependencias estatales como las de carreteras, compañías petroleras, empresas consultoras de Ingeniería de diversos ramos y entidades federales.

Las aplicaciones se pueden describir generalmente como:

- Línderos. Su función es definir áreas de jurisdicción, -- sirven como líneas divisorias, ya sean límites internacionales, estatales o sencillas líneas de lotificación en una área urbana. Siendo la localización y el establecimiento de éstos una función primordial en la delimitación de propiedades.

- Transferencias de Predios. La propiedad de tierra es uno de los más apreciados derechos del hombre, ya sea como sitio de residencia o medio de producción, es aquí donde interviene la Topografía para delimitar el área correspondiente del propietario.

- Levantamientos Prediales. Se realizan para diversos fines, como localización del terreno (línderos), obtener datos para la descripción de una escritura, calcular áreas y recobrar información requerida para testamentos, hipotecas, arrendamientos, cálculo de impuestos y expropiaciones. Estos son clasificados como levantamientos originales y replanteos o relocalizaciones.

a) Los originales se ejecutan para definir el tamaño, la forma y la localización relativa de un predio referida a sus más remotos antecedentes.

b) Subdivisiones, se efectúan en la creación de nuevas parcelas a partir de un predio mayor.

c) Relocalizaciones. Se llevan a cabo con el fin de ubicar linderos de predios ya descritos en documentos existentes, - siendo necesarios en el caso de levantamientos urbanos para determinar si las calles quedan entre linderos y si las estructuras o edificaciones de los lotes no invaden otras propiedades.

- Levantamientos de Predios Rurales u Urbanos. Los levantamientos prediales, levantamiento municipal, se refieren a programas cartográficos que culminan en la producción de cartas topográficas de escalas grandes, que resultan sumamente importantes para la planificación urbana. Estos términos también se emplean para indicar levantamientos de construcción o trazo, carreteras, vías férreas, ductos, etc., como aquellos para nuevas calles o instalaciones públicas. Un aspecto catastral de los levantamientos municipales es la localización de todas las líneas de las calles, en vista del hecho de que tales líneas representan límites de propiedad pública.

- Levantamientos de Condominios. Las partes de un edificio circulante compartidas en común por todos los propietarios de las unidades. Por ejemplo: el terreno, los cimientos y muros, escaleras, pasillos, vestíbulos, tuberías, etc. El término condo-

minio también se aplica al edificio en su totalidad y a cada una de las unidades individuales,

El papel que desempeña el topógrafo en la elaboración de la declaración del condominio es muy importante, por lo que el documento usualmente incluye una descripción legal del terreno que va a ser sometido a las disposiciones de la ley de condominios - del estado, la descripción de cada unidad conforme al plano anexo del levantamiento y el porcentaje de participación de los elementos comunes asignado a cada unidad.

Por lo que respecta al Capítulo III (Altimetría), la nivelación es importante ya que podremos obtener los desniveles del terreno sin importar la posición horizontal. La primera práctica es muy sencilla ya que sólo se establecen puntos de control vertical, sin embargo la segunda adquiere mayor importancia porque los resultados arrojados por ésta, son aplicados al cálculo de un anteproyecto de una vía de comunicación. Dándole mayor importancia al capítulo, ya que es el único que tiene aplicación directa en la Ingeniería Civil apreciándose paso a paso el cálculo del mismo.

Otras aplicaciones que existen dentro de esta área son: encauzamiento de ríos para evitar inundaciones, proyectos de muros de contención y estribos de puentes, construcción, proyectos de vías de comunicación (carreteras, ferrocarriles, metro, etc.).

- Ríos. Se utiliza para describir la sección del mismo además de los niveles de agua (NAME, NAMO), nivel del terreno, con



ayuda del perfil, se proyecta la línea hasta donde se socavará - previamente calculada en Hidráulica, con esto se evalúan volúmenes de excavación, etc.

- Muros de Contención y Estribos de Puente. En esta área - son importantes los datos proporcionados por la nivelación ya -- que son la base del proyecto porque se obtiene con estos datos - el nivel del terreno y se proyecta nivel de rasante, siendo elementalmente estos datos de partida para el diseño del mismo, como - se usan secciones transversales y perfil del terreno.

Todas las aplicaciones anteriores se complementan y observan más detalladamente en el Capítulo IV (Planimetría y Altimetría Simultáneas); el cual está integrado por una práctica y es la integración de los capítulos anteriores, obteniéndose la configuración de un predio, observándose que es más sofisticado y - de mayor refinamiento.

Su aplicación inmediata es la descripción plana y altimétrica de un lugar quedando en un mismo plano asentados los datos, siendo el destino de esta información las cartas topográficas -- que son de gran ayuda para una infinidad de trabajos como son -- topográficos, hidrológicos, geológicos, hidrográficos, etc.

Para fines de Ingeniería, se pueden representar: áreas y volúmenes de presas, cuencas de captación, sitios de puentes y edificaciones, estructuras de tierra y proyectos de carreteras.

- Presas. Los estudios se efectúan sobre planos para loca-

lizar la presa y proceder al diseño de ésta para proyectos de -- abastecimiento de agua potable, generación de energía o riego, -- se determinan: volumen de agua por almacenar, los límites de -- área de inundación, boquilla y zona de riego.

- Cuencas. Con las curvas de nivel de un plano, es muy sencillo dibujar o identificar la cuenca de captación, hallando la línea del partecaguas que limita la cuenca, Esta línea puede no ser evidente en todos los sitios sobre el plano y a veces, es necesario medir en campo. El área se determina con planímetro.

- Puentes y Edificaciones. Con frecuencia se recurre a planos con curvas, para definir la localización de estructuras como presas, puentes y edificios, ya que es en éstos donde se pueden detectar con mayor facilidad.

- Terracerías. Con los datos obtenidos en campo de perfiles y secciones transversales, suelen hacerse cubicaciones de terracerías para el proyecto de carreteras. Sin embargo se pueden cubicar a partir de planos con curvas de nivel.

- Proyectos de Carreteras. Los planos con curvas de nivel se utilizan para los estudios de localización de vías férreas, carreteras y canales, ya que en base a éstos se designa la pendiente, distancia horizontal, etc. Proporcionando los elementos básicos en la planeación y proyecto de las mismas.

El Capítulo V (Enlace entre Tangentes). Es un complemento en el anteproyecto de la vía de comunicación inmediata, por refe

irse únicamente a la curva horizontal.

El rango de aplicación es restringido, ya que va aunada al diseño de carreteras, puentes, vías férreas y se integran a éste únicamente cuando se requiere, dependiendo del proyecto y de la topografía del lugar.

Otra de sus funciones es no provocar somnolencia en el conductor en tramos largos de una carretera, ya que si ésta es completamente plana y recta, él fijará la vista en un punto y posteriormente le provocará sueño y como consecuencia algún accidente.

Por último el Capítulo VI (Fotogrametría), es una práctica demasiado teórica que no presenta mayor grado de dificultad siguiendo los pasos indicados.

Su campo de aplicación está dado por una amplia gama de profesionales, incluyendo especialistas en planeación, silvicultura, ingeniería, conservación del medio ambiente, etc.

Algunas veces se obtiene información de la observación directa de una fotografía aérea; esta evaluación revela detalles omitidos en los planos existentes y proporciona la información más reciente sobre cambios en el desarrollo de una área determinada.

Aplicándose a levantamientos prediales. Los antiguos linderos de propiedades pueden ser visibles en fotografías aéreas, -- aunque una persona que caminara sobre el terreno los percibirá --

fácilmente. Los planos topográficos y mosaicos elaborados por fo  
togrametría han sido usados por planificadores y proyectistas de  
caminos durante más de cuatro décadas (desde el reconocimiento -  
del terreno, trazo del anteproyecto, etc.). También se usa mucho  
en Hidráulica para anteproyectos y a veces, hasta proyectos de fi  
nitivos ya que se obtiene tanto planimetría y altimetría simultá  
neamente (proyectos de agua potable, presas de almacenamiento, -  
remodelación de ríos, etc.).

El uso más común de la fo  
togrametría es la elaboración de -  
planos topográficos. Casi todo el trabajo cartográfico en la ac-  
tualidad se realiza por métodos fo  
togramétricos.

## REFERENCIAS .

## R E F E R E N C I A S

- Fundamentos de Topografía. Milton O. Schmidt, William Horace Rayner. Editorial Continental, Abril de 1983.
- Topografía (ENEP ARAGON), Ing. Benjamín Peña Alcalá, Julio 1988.
- Manual de Proyecto Geométrico de Carreteras. Secretaría de - Comunicaciones y Transportes [S.A.H.O.P.].
- Topografía General. Ing. Saburo Higashida Miyabara.
- Topografía. Miguel Montes de Oca. Representaciones y Servicios de Ingeniería, Agosto 1978.
- Curso Básico de Topografía. Editorial Concepto. Julio 1981.
- La Ingeniería de Suelos en las vías terrestres. Vol. I. - Alfonso Rico Rodríguez, Hermilio del Castillo, Editorial - Limusa, Marzo 1976.