

## ÍNDICE

PRÁCTICA 1	Partes del tránsito y nivel.....	2
PRÁCTICA 2	Uso de estación total y libreta electrónica.....	3
PRÁCTICA 3	Medición de una base con cinta de acero.....	5
PRÁCTICA 4	Medición de un predio por poligonación y radiación.....	7
PRÁCTICA 5	División de una superficie.....	9
PRÁCTICA 6	Nivelación diferencial.....	11
PRÁCTICA 7	Nivelación de perfil.....	17
PRÁCTICA 8	Configuración de un terreno.....	19
PRÁCTICA 9	Localización y trazo de un eje.....	20

---

## PRÁCTICA 1

### PARTES DEL TRÁNSITO Y NIVEL.

**Objetivo:** Adquirir conocimientos de las partes, uso y ajustes del tránsito y nivel.

**Equipo:**

- Tránsito.
- Nivel.
- Equipo de marcación ( estacas, clavos, fichas, pintura)

**Procedimiento:** Se le mostrará al alumno el equipo y se le explicarán las partes, uso y ajustes.

### CONDICIONES QUE DEBE CUMPLIR UN TRÁNSITO PARA TRABAJAR COMO UN GONIÓMETRO HORIZONTAL.

- PRIMERA CONDICIÓN. "Las directrices de los niveles del limbo horizontal deben ser perpendiculares al eje vertical o azimutal" se revisa y corrige por el método de doble posiciones.
  - REVISIÓN. Se monta el tránsito en el tripié y se nivela perfectamente en dirección a dos tornillos niveladores (primer posición), el aparato debe permanecer estable un tiempo, ya estabilizado el aparato se gira 180° (segunda posición) y se observa la posición de la burbuja del nivel, si permanece centrada, el aparato cumple con la condición, de lo contrario requiere corrección.
  - CORRECCIÓN. Se evalúa el desplazamiento de la burbuja el cual equivale a 2 veces el error, la mitad del desplazamiento se corrige con los tornillos de calavera que sujetan el nivel y la otra mitad con los tornillos niveladores.
  - COMPROBACIÓN. Se repite la revisión.
- SEGUNDA CONDICIÓN. "Los hilos de la retícula deben de ser perpendiculares a los ejes respectivos"
  - REVISIÓN. Con el aparato perfectamente nivelado se marca un punto a una distancia 20 m. Luego utilizando los movimientos del aparato se coloca la visual de tal manera que uno de los extremos de cualquier hilo de la retícula coincida con el punto marcado, a continuación, se fijan los movimientos del tránsito y con ayuda del tornillo tangencial se desplazará la visual haciendo que el punto se desplace por el hilo de la retícula hasta el otro extremo, si al llegar al otro extremo el punto se conserva sobre el hilo de la retícula el aparato cumple con la condición; de lo contrario requiere de corrección.
  - CORRECCIÓN. El ajuste se realiza aflojando dos tornillos de calavera consecutivos, de los que soportan la retícula al tubo del telescopio y se gira la cantidad y en el sentido necesario para corregir el desplazamiento.
  - COMPROBACIÓN. Se aprietan firmemente los tornillos de calavera que sujetan la retícula y se repite la revisión.

- TERCERA CONDICIÓN. "No debe existir error de paralaje en la visual de la señal"
  - REVISIÓN. En este punto realmente no es un desajuste del aparato, realmente es un error de enfoque del operador y consiste en checar que al momento de enfocar el objetivo y los hilos de la retícula si el operador se retira del ocular, si da la impresión de que la imagen se mueve es porque el aparato tiene paralaje, si el efecto no aparece el aparato esta perfectamente enfocado.
  - CORRECCIÓN. Si el paralaje apareció en la visual solo basta con re-enfocar ya sea el objetivo o los hilos de la retícula.
  
- CUARTA CONDICIÓN. "La línea de colimación debe ser perpendicular al eje horizontal o de alturas"
  - REVISIÓN. Consiste en ubicar el aparato en una parte plana y despejada colocando una estaca y marcando un punto (A). el cual se visa en posición directa, luego se da vuelta de campana y a la misma distancia a la que se encuentra el punto (A) se coloca un punto (B), el cual se visa en posición inversa. a continuación se gira el aparato 180° y de nuevo se visa al punto (A) pero ahora en posición inversa, se da vuelta de campana y se observa el punto (B) en posición directa, si la visual coincide con la anterior el aparato cumple con la condición de lo contrario se marca un punto (B') y se procede a la corrección.
  - CORRECCIÓN. Se evalúa la distancia entre B y B' la cual equivale a 4 veces "el error por lo que se marcará un punto (R) a 1/4 de la distancia a partir de B'. Con la ayuda de dos punzones se giran los tornillos de calavera que sujetan la retícula en el sentido horizontal la misma cantidad y en el mismo sentido hasta que se observa que la retícula apunta al punto(R).
  - COMPROBACIÓN. Se repite la revisión.
  
- QUINTA CONDICIÓN. "El eje horizontal o de altura debe ser perpendicular al eje vertical o de rotación"
  - REVISIÓN. Se coloca el aparato cerca de un edificio alto y a la mayor altura posible se ubica un punto "A" el cual es observado en posición directa, luego se coloca el telescopio horizontal y sobre el muro se marca un punto "B" el cual se visó en posición directa, posteriormente se gira el aparato 180° y de da vuelta de campana para observar el punto "A" en posición inversa se coloca nuevamente el telescopio horizontal y se observará el punto "B" en posición inversa, si la visual coincide con el punto antes marcado el aparato cumple con la condición, de lo contrario marcaremos un punto "B'" se procede a la corrección.
  - CORRECCIÓN. El desplazamiento entre los punto B y B' es 2 veces el error, con la ayuda de dos punzones se giran los tornillos de calavera de la chumacera del soporte, la misma cantidad y en el mismo sentido hasta apreciar que la visual del aparato queda a la mitad de los puntos B y B'.
  - COMPROBACIÓN. Se repite la revisión.

Cumplidas estas condiciones el tránsito funcionará como un goniómetro horizontal.

### CONDICIONES PARA QUE UN TRÁNSITO TRABAJE COMO NIVEL.

- PRIMERA CONDICIÓN. "El eje vertical o azimutal debe de ser perpendicular a la directriz del nivel del telescopio"

Se revisa y se corrige por el "método de doble posición" con la diferencia de que al momento de corregir no se utilizan los tornillos niveladores, en este caso, se utilizará el tangencial de movimiento circular del aparato.

- SEGUNDA CONDICIÓN. "Cuando el nivel del telescopio este perfectamente nivelado el círculo debe marcar 0"
  - REVISIÓN. Consiste en checar que el círculo marque 0, si no es así, el aparato requiere de corrección.
  - CORRECCIÓN. Con ayuda de un punzón se aflojan los tornillos de calavera que sujetan el micrómetro del vernier vertical y se acomodará de tal manera que se lean 0 en el círculo.
- TERCERA CONDICIÓN. "La línea de colimación debe ser paralela a la directriz del nivel del telescopio"
  - REVISIÓN. Se coloca el tránsito en un terreno no muy quebrado y se coloca un banco de nivel A a +50.0 m y con la ayuda de un estadal se toma la lectura A1, luego a una distancia igual a la anterior y se coloca un banco de nivel B y se toma la lectura A2, con la diferencia de la lectura A1 y A2 se obtiene el desnivel entre los bancos, luego se cambia el tránsito lo más cercano a uno de los bancos de nivel y se toma la lectura A1', con esta lectura y el desnivel calculado se determina cual debe ser el valor de la lectura al otro banco, si al visar al otro banco la lectura coincide con la calculada el aparato cumple, de lo contrario requiere de corrección.
  - CORRECCIÓN. Con la ayuda de dos punzones se giran los tornillos de calavera que sujetan la retícula en el sentido vertical, la misma cantidad y en el sentido necesario hasta que al observar el estadal la retícula marque la lectura calculada.
  - COMPROBACIÓN. Se repite la revisión.

### CONDICIONES QUE DEBE CUMPLIR UN NIVEL FIJO.

- PRIMERA CONDICIÓN. "la directriz del nivel de la regla deben ser perpendiculares al eje vertical o azimutal". Se revisa y corrige por el método de doble posiciones
- SEGUNDA CONDICIÓN. "Los hilos de la retícula deben de ser perpendiculares a los ejes respectivos", se revisa y corrige de la misma manera que la segunda condición del tránsito.
- TERCERA CONDICIÓN. "La línea de colimación debe ser paralela a la directriz del nivel de la regla", se revisa y corrige por el método PEG.

## PRÁCTICA 2

### USO DE ESTACIÓN TOTAL Y LIBRETA ELECTRÓNICA

**Objetivo:** Adquirir conocimientos sobre el uso de estación total y libreta electrónica.

**Equipo:**

- Estación total
- Libreta electrónica

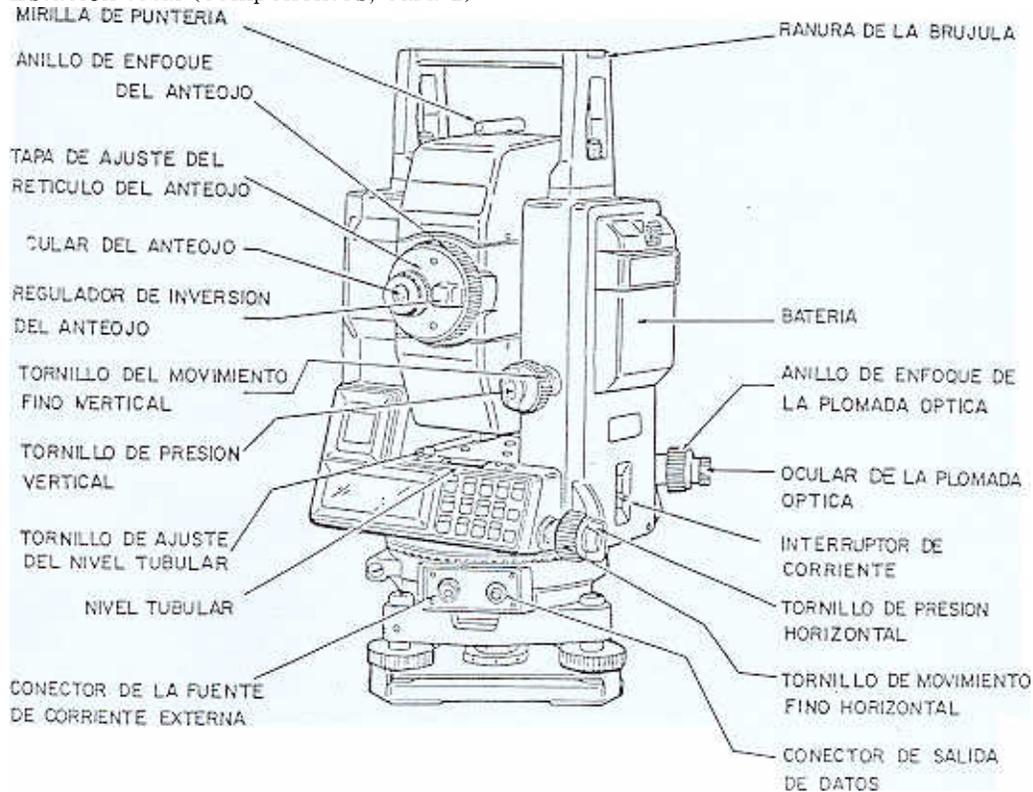
**Procedimiento:**

Se le mostrará al alumno el uso y manejo de la estación total y la libreta electrónica.

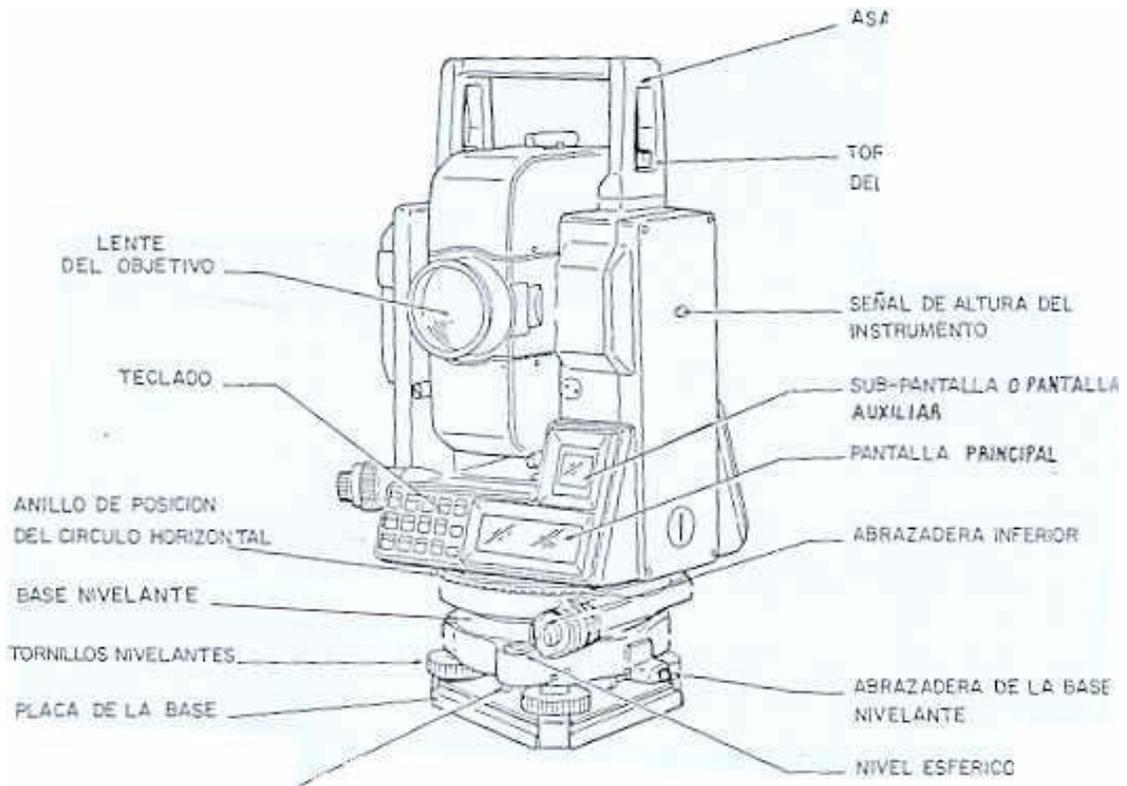
**NOTA.** En estos apuntes se pueden encontrar algunas funciones de la estación total y de la libreta electrónica, para mayor información podemos consultar los manuales de operación de estos equipos en la biblioteca de la facultad.

(Imágenes con muy mala resolución, la maestra Lupita va a traer imágenes más claras.)

Estación total (componentes, cara 1)



Estación total (componentes, cara 2)



Se coloca el tránsito en el punto B y marcando dentro del socavón un punto C, se miden en el punto B los ángulos horizontales, ángulos verticales y las distancias, con esta información y conociendo los cálculos de la práctica # 1 donde se conoce el rumbo de la M1 a la M2 y a la vez se tienen las coordenadas X, y Z de dichos puntos. Con los ángulos medidos en M1 y su distancia hacia el punto A se puede calcular el rumbo de M1-A y las coordenadas del punto A. Para el cálculo de coordenadas del punto B y punto C se procede de la misma manera que de M1-A y así se puede formar dentro del socavón una base de apoyo donde se tienen coordenadas del punto B y del punto C y el rumbo de dicha línea ya dentro del socavón y poderla prolongar por toda la obra.

## PRÁCTICA 3

### MEDICIÓN DE UNA BASE CON CINTA DE ACERO

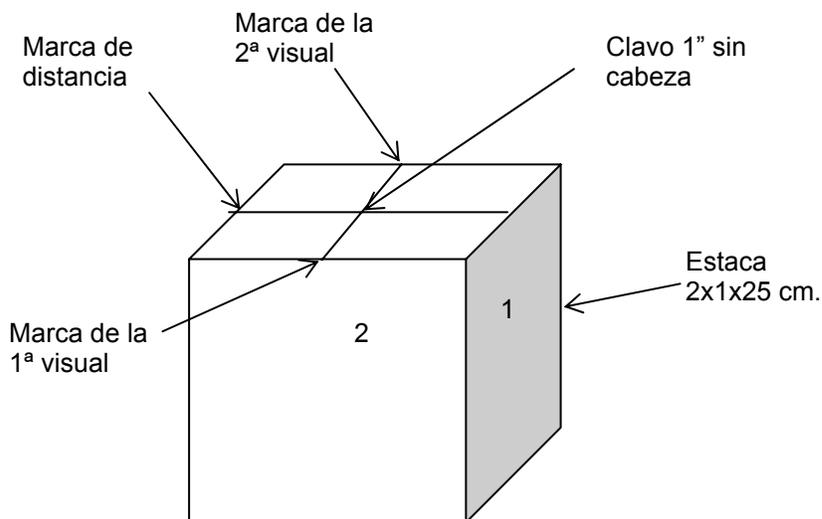
**Objetivo:** Conocer los ajustes necesarios para obtener una buena medición de una base con cinta de acero.

**Equipo:**

- Tránsito.
- Nivel.
- Estadal.
- Plomadas.
- Dinamómetro.
- Termómetro.
- Cinta de acero.
- Equipo de marcación ( estacas, clavos, fichas, pintura)

**Procedimiento:**

Se localizará en campo un terreno de preferencia plano para marcar la base, se colocará el tránsito y se marcará la línea base con estacas y clavos a una distancia de preferencia mínima a la longitud de la cinta y tantos puntos como sean necesarios, aproximadamente 200 m. al colocarse las estacas se tendrá cuidado de marcar el sentido de la línea y el centro donde se tomará la distancia (figura 1).



Al tener todas las estacas marcadas como se muestra en la figura anterior, se procede a medir la diferencia de nivel que existe entre cada una de las estacas, midiendo también la distancia con la cinta de acero ayudándose con el dinamómetro para darle la tensión adecuada; esto se hace con cada tramo entre estacas, a continuación se tomará la temperatura ambiental existente en la zona.

## REGISTRO

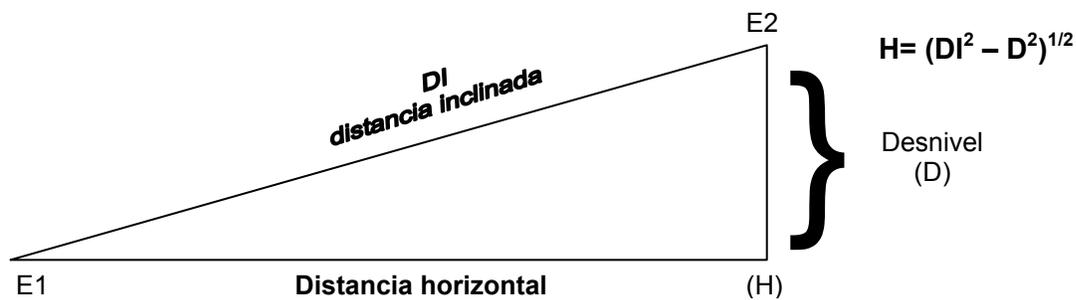
OBRA \_\_\_\_\_

FECHA \_\_\_\_\_

EQUIPO \_\_\_\_\_

LÍNEA	DISTANCIA	DESNIVEL		CORRECCIÓN POR DESNIVEL	CORRECCIÓN POR TENSIÓN	CORRECCIÓN POR CATENARIA	TEMPERATURA		DISTANCIA REAL
		Lec. Atrás	Lec. Adelante				°C	Corrección x Temp.	

Para poder llenar el registro anterior se marcarán las estacas en números consecutivos (ejemplo E1, E2, E3, ...), en la primera fila se pondrá la línea E1, E2, tomando la distancia entre las marcas de las estacas dándole a la cinta la tensión especificada en la cinta y fijándose si la distancia es horizontal o inclinada; de preferencia tomar la distancia inclinada midiendo de marca de estaca a marca de estaca sin el uso de plomadas y esto se anota en la fila de la distancia; después, apoyándose con el uso del nivel se tomará la elevación de la estaca 1 y la elevación de la estaca 2 y al tener el desnivel se podrá calcular la corrección por desnivel.



Para el cálculo de la corrección por tensión, se tiene:

$$C_T = ((P - P_0) L) / aE$$

Donde:

- $C_T$  = Corrección por tensión.
- $P$  = Tensión aplicada.
- $P_0$  = Tensión estandarizada en la cinta.
- $L$  = Longitud del tramo medido.
- $a$  = Área de la sección transversal de la cinta.
- $E$  = Módulo de elasticidad del acero.

Este dato se coloca en el registro.

Ahora se tiene la corrección por catenaria:

$$C_C = W^2 L^3 / 24P^2$$

Donde:

- $C_C$  = Corrección por catenaria.
- $W$  = Peso de la cinta.

**L**= Distancia entre apoyos.

**P**= Tensión aplicada.

Este dato se coloca en el registro.

Ahora se tiene la corrección por temperatura:

$$C_T = \alpha L (T - T_0)$$

Donde:

**C<sub>T</sub>**= Corrección por temperatura.

**α**= Coeficiente de dilatación térmica del acero (0.0000116 m/m)

**T**= Temperatura estandarizada en la cinta.

**T<sub>0</sub>**= Temperatura tomada en campo.

Este dato se coloca en el registro, de tal manera que se pueda afectar la distancia con todas las correcciones y así tener la distancia real. Esto se debe hacer en cada una de las líneas E1, E2, E3 y así sucesivamente hasta tener toda la base corregida.

## PRÁCTICA 4

### MEDICIÓN DE UN PREDIO POR POLIGONACIÓN Y RADIACIÓN

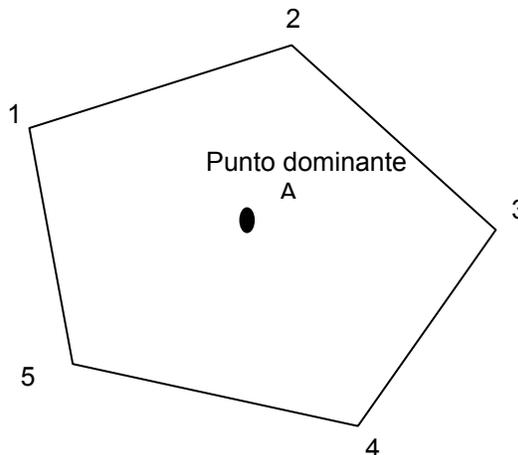
**Objetivo:** Aplicar los conocimientos obtenidos para medir un predio por el método de poligonación y radiaciones.

**Equipo:**

- Tránsito
- Estación total
- Prismas y bastón
- Juego de punterías
- Base de prismas
- Equipo de marcación ( estacas, clavos, ficha, pintura)

**Procedimiento:**

Se localizará en campo un terreno donde se pueda formar una poligonal que reúna las características de la práctica.



Se procederá a realizar la práctica, primero se centra el tránsito en el punto A y ayudándose de las miras se colocará una en el punto 1, y la otra en el punto 2 y se miden los ángulos horizontales y verticales; después se colocará la mira que se tiene en el punto 1 y se le coloca en el punto 3, aquí se debe que tomar en cuenta el uso de otro tripié puesto que el tripié del punto 1 no se mueve, únicamente la mira se traslada. Teniendo una mira en el punto 2 y la otra en el punto 3 se miden los ángulos entre estos dos puntos; ángulo horizontal y ángulo vertical, y así sucesivamente con todos los puntos. En el punto 1 donde se tiene solo el tripié con base, se colocará la estación total y se van tomando las distancias del punto 1 al punto 2 y al punto A, después se cambia al punto 2 y se toma la distancia del punto 3 y al punto A y así sucesivamente, completando el registro.

## REGISTRO

OBRA \_\_\_\_\_

FECHA \_\_\_\_\_

EQUIPO \_\_\_\_\_

PA	EST	PV	$\alpha$ horizontal	$\alpha$ vertical	Distancia horizontal

De tal manera que se va a contar con todos los ángulos medidos de A1, A2, A3, A4, A5 y las distancias de 1-2, 2-3, 3-4, 4-5, 5-1 y también las distancias de 1-A, 2-A, 3-A, 4-A, 5-A se tendrán las distancias completas de todos los lados y quedarán por calcular los ángulos faltantes, lo cual se hará por medio de la ley de senos y cosenos.

## PRÁCTICA 5

### DIVISIÓN DE SUPERFICIES

**Objetivo:** Conocer y aplicar los métodos para la división de superficies.

**Equipo:**

- Estación total
- Bastón y prismas
- Equipo de marcación ( estacas, clavos, ficha, pintura)

**Procedimiento:**

Apoyándose en la práctica 4 donde se tiene una poligonal, se realizarán los cálculos en gabinete para dividir dicha poligonal en partes iguales y pivoteando en uno de sus puntos del perímetro. Para dicha práctica es necesario que el alumno ya haya obtenido los conocimientos en teoría, debido a que dicha práctica es más bien en gabinete que en campo, lo que concierne a campo el alumno marcará una línea con su rumbo y distancia y así formar dos poligonales y podrá checar en campo que los datos calculados en gabinete concuerdan con los datos en campo.

## PRÁCTICA 6

### NIVELACIÓN DIFERENCIAL

**Objetivo:** Determinar sobre el terreno la aplicación de la nivelación diferencial.

**Equipo:**

- Nivel
- Estadales
- Equipo de marcación ( estacas, clavos, ficha, pintura)

**Procedimiento:**

Se localizará un terreno en campo donde existan algunas alternativas para ponerle un cierto grado de dificultad para que el alumno comprenda mejor dicha práctica; ya hecho esto se pondrá como inicio un BN (1) (banco de nivel) bien establecido y explicando que tan importante es este, se elige un tramo de más o menos 500 m para que sea representativo. Se coloca en un lugar donde se puede ver al estadal que este puesto sobre el banco de nivel, tomando ahí la lectura del estadal se gira el nivel y poniendo otro estadal a una distancia aproximadamente igual a la distancia del nivel al BN se toma la lectura en el estadal; la lectura que se toma al BN se le llama lectura atrás y la que se toma al otro estadal será lectura adelante, así se tiene el registro el cual se llena de la siguiente manera:

**REGISTRO**

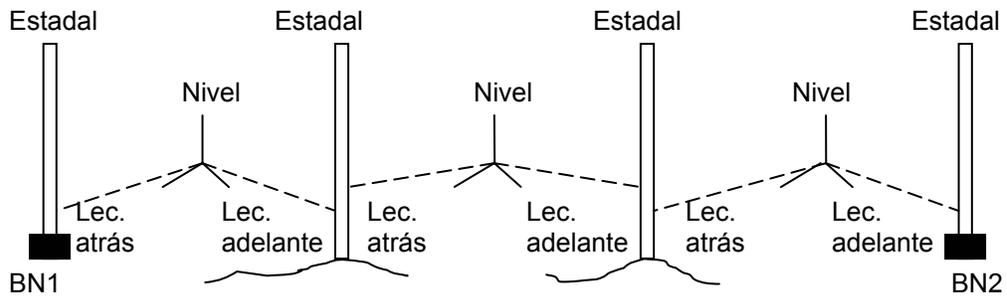
OBRA \_\_\_\_\_

FECHA \_\_\_\_\_

EQUIPO \_\_\_\_\_

LECTURA ATRÁS	LECTURA ADELANTE

El primer dato que se obtiene será una lectura atrás y adelante no existe, en la lectura que se hace al estadal será una lectura adelante, después se moverá el nivel a más o menos 50 m. del estadal, se coloca el nivel y se visa el estadal en lectura atrás como se muestra en la figura:



Se seguirá la misma secuencia hasta llegar a otro banco de nivel (2) y así se cierra la nivelación; para obtener un precisión de dicha nivelación se tendrá que hacer el mismo trabajo pero ahora como se encuentra cerca del BN2 se nivelará de BN2 al BN1 por un camino diferente par obtener 2 nivelaciones y así poder comprobar el error de cierre de la nivelación.

## PRÁCTICA 7

### NIVELACIÓN DE PERFIL

**Objetivo:** Determinar sobre el terreno la aplicación de la nivelación de perfil

**Equipo:**

- Tránsito
- Plomadas
- Nivel
- Estadales
- Cinta de acero (30 m.)
- Equipo de marcación ( estacas, clavos, ficha, pintura)

**Procedimiento:**

Esta práctica se puede hacer en el mismo lugar donde se realizó la práctica 6 y si es posible apoyarse en los mismos BN usados en dicha práctica. Se procede a centrar el tránsito sobre un eje pre-establecido; con la ayuda de la cinta y las plomadas se trazan estaciones de 20 en 20 m. alineándose con el tránsito hasta llegar a la altura donde se estableció el BN2 de la práctica 6 ya establecido el eje nivelaremos a partir del BN1 y tomando las elevaciones de cada una de las estacas establecidas en el eje, pero para obtener un buen resultado de nivelación se tendrán que acomodar las lecturas de la forma que indica el registro.

#### REGISTRO

OBRA \_\_\_\_\_

FECHA \_\_\_\_\_  
EQUIPO \_\_\_\_\_

#### NIVELACIÓN DE PERFIL

EST	Lec.+	<i>hi</i>	Lec. -	Lec. Int.	Cota

**EST=** Estación o lugar donde se pone el estadal, ejemplo: BN(1), 0+ 000, 0+ 020, etc.

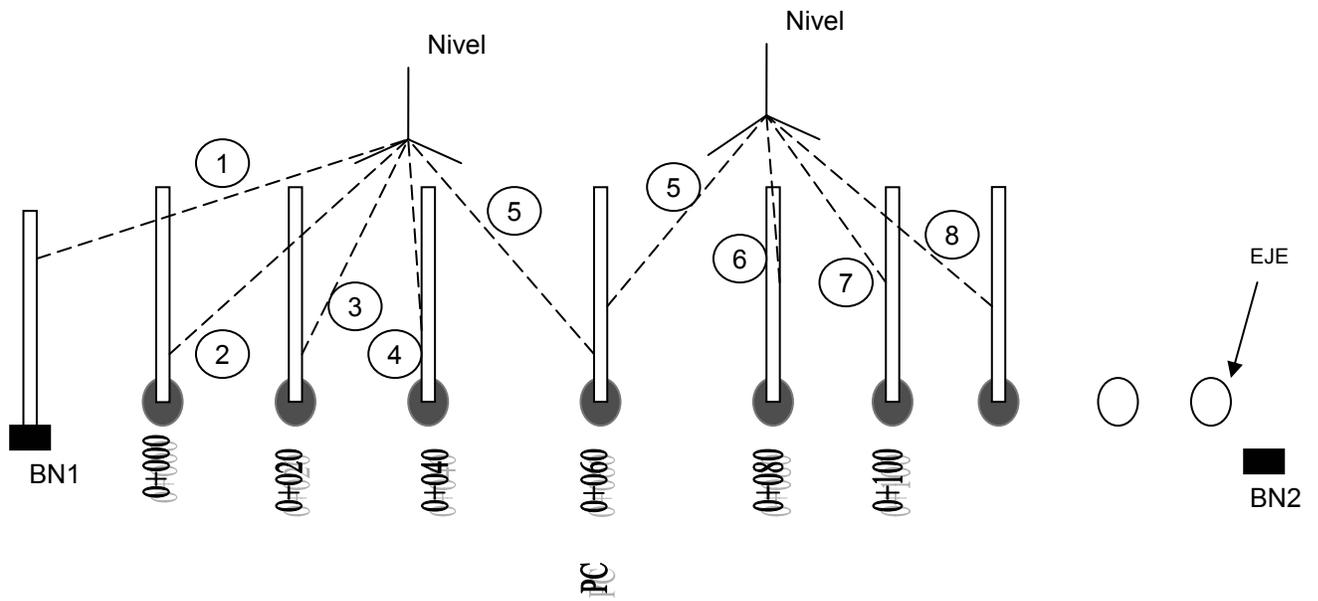
**Lec. +=** Lectura positiva, lectura tomada atrás.

***hi***= Altura del nivel, cota del BN más la lectura del estadal sobre el BN.

**Lec. -=** Lectura negativa, lectura tomada adelante cuando se va a cambiar el nivel formando así un PL (punto de liga).

**Lec Int.=** Lectura intermedias, son todas las lecturas que se toman del nivel a los puntos sin necesidad de mover el nivel.

**Cota=** Son las elevaciones de todos los puntos con referencia al BN, se obtendrá su valor restando la altura del aparato (*hi*) menos la Lec. Int.



Cuando no se alcanza a ver el siguiente punto se cambia de lugar y se forma en ese punto un PC

## PRÁCTICA 8

### CONFIGURACIÓN DE UN TERRENO

**Objetivo:** Aplicar los conocimientos en el uso y manejo de la estación total y libreta electrónica para la configuración de un terreno.

**Equipo:**

- Estación total
- Bastones y prismas
- Libreta electrónica
- Equipo de marcación ( estacas, clavos, ficha, pintura)

**Procedimiento:**

Se localizará en campo un lugar donde se pueda observar varios aspectos topográficos, lomas, pliegues, planicies, etc. Se centrará la estación total en un punto tal que se pueda observar la totalidad del terreno o gran parte de este. Para esta práctica hay que apoyarse en la práctica 2 para poder reafirmar los conocimientos obtenidos en el manejo de la estación total y la libreta electrónica. El método más usado para el levantamiento es por medio de radiaciones, o por el método de cuadrícula, siempre y cuando no se pase por alto los rasgos más importantes del terreno; ya puesta la estación total los ayudantes recorrerán el terreno poniendo los bastones en los lugares adecuados para ser leídos por la estación total y grabados en la libreta electrónica y así cubrir en su totalidad el terreno a configurar.

## PRÁCTICA 9

### LOCALIZACIÓN Y TRAZO DE UN EJE

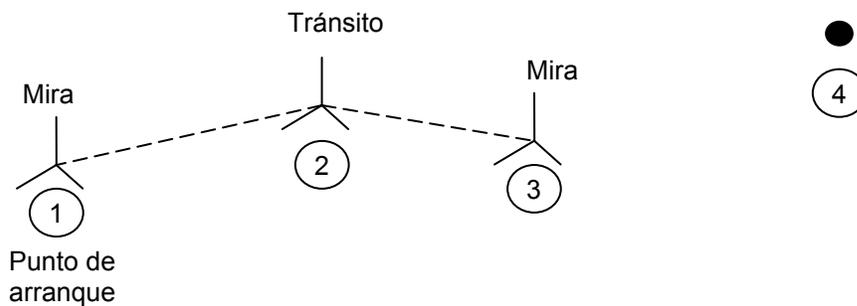
**Objetivo:** Aplicar los conocimientos adquiridos para la localización y trazo de un eje.

**Equipo:**

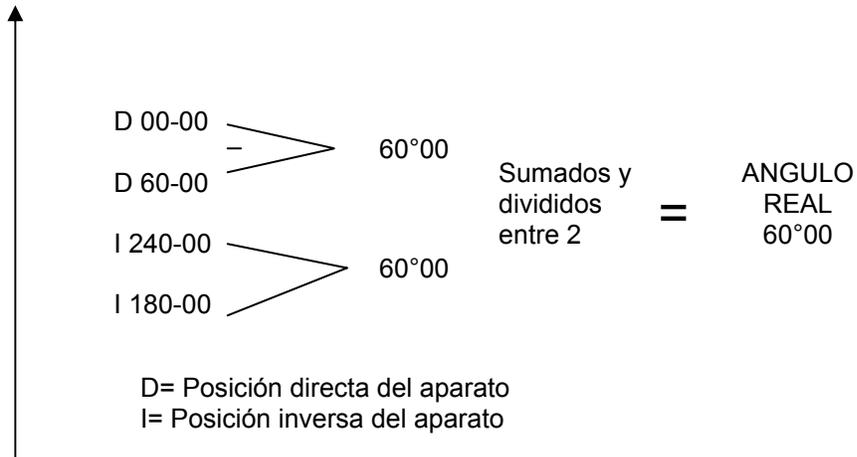
- Tránsito
- Juego de miras
- Estadal
- Clicímetro
- Cinta de acero
- Equipo de marcación ( estacas, clavos, ficha, pintura)

**Procedimiento:**

Se localizará en campo una zona donde se facilite la visualización de la práctica. Primeramente se localizará el eje con la ayuda del clicímetro y los estadales para marcar una línea a pelo de tierra con una pendiente que cumpla con la simulación de la práctica, que puede ser una carretera, una vía de ferrocarril o un sistema de riego. Localizados los tramos, se marcarán los quiebres del eje con estacas para poder proceder a hacer el levantamiento del eje centrando en el punto de arranque y en el primer quiebre se centra el aparato y se pone una segunda mira en el punto de adelante.



Siguiendo la secuencia hasta tomar todos los ángulos horizontales, verticales y la distancia. Todos los ángulos horizontales serán tomados a la derecha siguiendo el sentido del eje, y se tomarán en forma de series, por ejemplo:



Para poder checar el levantamiento se deben que aplicar los conocimientos obtenidos en las prácticas de topografía II sobre orientación astronómica para realizar en el primer terreno del eje una orientación astronómica y al final del eje realizar otra orientación astronómica de tal manera que se tiene un rumbo de salida y un rumbo de llegada transportándolos con los ángulos y las distancias del rumbo de salida se tendrá una comprobación con el rumbo de llegada.



**Universidad Autónoma de Chihuahua.  
FACULTAD DE INGENIERÍA**



---

MANUAL DE PRÁCTICAS DE TOPOGRAFÍA III.