

Topografía

La Topografía es una ciencia derivada de la geometría aplicada y una de las que se ocupa de la representación de la forma exterior de la tierra.

Esta se reduce generalmente, a la representación de los accidentes y detalles del terreno, en extensiones relativamente pequeñas y prescindiendo de la forma esférica de la tierra. Supone las superficies de nivel, planas dentro de los límites que corresponden al trabajo, por lo tanto se puede definir la topografía como:

Es la ciencia que prescindiendo de la esfericidad de la tierra, tiene por objeto principal la representación gráfica de los detalles y accidentes del terreno, guardando las formas y proporciones. Sin embargo no es solo el palpe que cumple la topografía, sino que comprende también el trabajo de llevar a terreno, datos e indicaciones obtenidas en dicha representación gráfica.

El primer trabajo toma el nombre de *levantamiento* y segundo de *replanteo*.

La representación gráfica de los accidentes y detalles del terreno, se obtiene estampando en el papel, ciertos signos previamente establecidos. Para que estos signos signifiquen una representación conforme, es decir que se conserven sus formas, es necesario tener ciertas medidas, tendientes a determinar la posición de ciertos puntos característicos del terreno ubicados en la superficie. La fijación de dichos puntos se hace relacionada con otros puntos previamente conocidos, llamados estaciones, u otros elementos geométricos también conocidos o elegidos arbitrariamente.

En la geometría descriptiva se a visto que un punto queda determinado, si se conoce su proyección sobre un plano horizontal y su cota. Esta manera de viajar puntos es la que se adopta en topografía y se observa entonces que el problema queda dividido en dos partes.

a).– **Planimetría**: Determinación de la proyección horizontal, el conjunto de estas operaciones se llama Planimetría.

b).– **Altimetría**: Determinación de las cotas y alturas, el conjunto de estas operaciones se llama altimetría.

De lo anterior deducimos que en topografía, todas las operaciones se reducen a mediciones sobre las siguientes magnitudes.

- 1)– Distancias horizontales
- 2)– Distancias verticales
- 3)– Angulos horizontales
- 4)– Angulos verticales

1)– Medidas de distancias horizontales

Existen métodos para medir las distancias horizontales, el directo y el indirecto.

• Procedimientos directos

Los procedimientos directos para la medición de distancias, varia mucho según sea la precisión que se

necesita.

Los procedimientos más burdos dan un error de masa o menos uno por ciento y los mas refinados, uno en un millón. Empezando por los procedimientos más imperfectos tenemos.

a)- **Medición de distancias a pasos.**

La determinación de distancias a pasos es un procedimiento cómodo y sencillo, que de la evidente inseguridad que ofrece en muchos casos, tiene gran aplicación practica. Cada persona tiene una longitud usual del paso, contando simplemente él numero de pasos que emplean en recorrer una longitud conocida, digamos 100metros. Conocida la longitud usual del paso, para medir una distancia cualquiera, se la recorre de un extremo a otro y se van contando los pasos, en él numero total de pasos multiplicado por la longitud usual del paso, nos da la distancia promedio.

b)- **Medidas con huincha.**

Se engloban en este procedimiento las medidas con cadena, cintas de acero, cintas de tela, alambres metálicos etc.

Medidas con cadenas: Esta formada por una serie de eslabones de 0.50mts de longitud, cada cinco eslabones hay una plaqueta u otra señal con él numero de metros.

Cintas de acero: Es una lamina metálica cuyo espesor varia entre 0.3mm a 1mm y su ancho entre 8 a 20mm, las graduaciones vienen estampadas en el metal generalmente en centímetros en toda la extensión de la cinta.

Cinta de tela: Se diferencia de la anterior solamente en el material, es a base de tela reforzada con hilos metálicos y las graduaciones son pintadas.

El alambre INVAR: Todas las medidas de precisión se usan actualmente con alambre invar. Este es una aleación de níquel y acero, con 36% de níquel, es el metal de menor coeficiente de dilatación en comparación con los otros materiales utilizados.

c)- **Medidas precisas con huincha.**

Cuando se necesita una precisión mayor que la que es posible obtener por los métodos anteriores, como por ejemplo las medidas de longitud que se efectúan en conexión con los trabajos de triangulación, es necesario refinar mas los procedimientos de medidas, entrando a considerar algunos otros factores.

En efecto, cuando la precisión requerida es muy grande devén considerarse los efectos producidos por las variaciones de temperatura, las variaciones de tensión, la alineación requiere aquí cuidados especiales y da motivo a un trabajo previo. En efecto para hacer la medida de longitud es necesario materializarla previamente, mediante un estacado a intervalos de medidas iguales. Las estacas devén quedar sólidamente clavadas y dejar sobre el suelo una longitud entre 0.40 y 0.60mts. las cuales llevan un numero de orden.

• **Método de trabajo.**

Sobre las estacas se clava una tarjeta, tamaño postal, esto se materializa en ellas la línea marcada en la estaca y se enumera de acuerdo con estas.

La huincha se equipa con los termómetros y dinamómetros, en los extremos son ligados dos bastones que se clavan en el suelo y sobre los cuales se puede hacer tensión. Los termómetros son atados a la cinta, distantes de los extremos, la cuarta parte de la longitud total, los dinamómetros van entre la cinta y los bastones

terminales. Preparada la cinta y estando bien en reposo, a una misma orden los operadores de ambas estacas marcan con toda prolijidad en la tarjeta, los puntos cero y final de la cinta, anotando además en ella los valores de temperatura de la tensión F, correspondiente el termómetro y dinamitero más próximo.

Al repetir esta operación para el paño siguiente, no necesario hacer coincidir el cero de cinta con la marca ya escrita, sino que hace una nueva marca. Por este motivo devén hacerse una marca diferente para el comienzo y final de la huincha. En esta forma resulta en cada tarjeta un desplazamiento del cero con respecto al final anterior, que puede dar motivo a una conexión negativa o positiva .

Las lecturas de la tensión devén ser hechas con una aproximación de 0.1kg y temperatura 0.1grado centígrado.

Para obtener el resultado de cada medición total, es necesario someter a una longitud dada, a las siguientes correcciones.

• **Procedimientos indirectos**

Las medidas indirectas de distancias son generalmente, las empleadas en los trabajos topográficos. Algunas de estas son :

a)– El anteojo topográfico

b)– El telémetro

a)– **El anteojo topográfico.**

El anteojo topográfico o de galileo, se compone de tres tubos pudiendo deslizar uno del otro.

En uno de sus extremos lleva el objetivo y en el otro el ocular. Se sabe que él produce una imagen real, que el operador debe ver por el ocular.

• **Descripción**

El anteojo esta formado por tres tubos cilíndricos que pueden deslizar el uno del otro.

El primero se llama **PORTA OBJETIVO**. En su parte anterior se encuentra el objetivo, la otra extremidad presenta en su interior una superficie cilíndrica en la cual va embutido el segundo tubo, llamado **PORTA RETICULO**. Este puede deslizar en el primero, por medio de un tornillo que le permite avanzar o retroceder, de modo de llevar el retículo al plano de la imagen real dada por el objeto. Los hilos del retículo son generalmente cuatro. El primero esta colocado según el diámetro horizontal y se llama hilo axial o hilo medio, el segundo es perpendicular al hilo medio y se llama hilo vertical. Además se colocan otros dos horizontales y a igual distancia del hilo medio son los hilos extremos o hilos superiores e inferiores.

El retículo debe ser susceptible de desplazar tanto vertical como horizontal, para que pueda regular la posición del eje óptico y debe poder jira sobre sí mismo, par que el hilo medio pueda ser llevado a su posición horizontal.

Viene finalmente el tubo **PORTA OCULAR**, esta cerrado en su parte posterior por un obturador, con orificio regularmente pequeño en que mira el observador a través de un sistema de pequeños lentes. El ocular debe poder deslizar a lo largo del tubo, para poder enfocar el retículo según el ojo de cada observador.

b)– **El telémetro.**

Las medidas de distancias con telémetro, se basa en la formación de un triángulo más o menos agudo, del cual se conoce un cateto y se puede determinar el ángulo opuesto. Consta principalmente de dos espejos colocados a una distancia fija. El espejo es fijo y tiene la mitad transparente.

El observador colocado en otro punto puede ver a través del, por una visual directa a un objeto, cuya distancia se quiere determinar.

El espejo se puede hacer rotar, permite que un rollo que sale de donde esta el objeto, llegué al observador después de reflejarse.

El observador hace notar el espejo hasta que la imagen directa del observador y la reflejada coincidan. El movimiento está controlado por un tornillo micrométrico, que permite en cierto modo medir el ángulo.

Nivelación.

Nivel de comparación:

Nivelación es la operación mediante la cual se efectúa la comparación de las alturas de diferentes puntos situados en la superficie terrestre.

Los trabajos de nivelación o altimétricos de una superficie de terreno tienen, por tanto, por objeto de determinación de la altura de los puntos del terreno, (en realidad de sus puntos característicos), sobre una superficie del nivel que se toma como superficie de comparación de nivel; esta superficie se puede elegir arbitrariamente y puede ser cualquiera, con la única condición de que todos los puntos de la superficie del terreno considerada estén situadas por encima de ellos.

La altura de los puntos, sobre la superficie o nivel de comparación, se denomina cota de dichos puntos.

Una elección arbitraria de la superficie de comparación presenta el inconveniente de que no pueden relacionarse, entre si, trabajos diferentes y por ello, es preferible utilizar siempre una misma superficie de comparación o nivel de superficie de nivel de referencia, a la que se asigna, la cota cero. Se denomina, altitud, a la cota sobre la superficie de nivel de referencia.

Equipo.

Los elementos básicos del equipo son el nivel óptico y una mira graduada, aunque para largas distancias pueden utilizarse un teodolito y un blanco. Este último método se denomina nivelación trigonométrica.

Anteojo.

Un anteojo es un elemento esencial del nivel y del teodolito, puesto que, su ampliación de conjunto, permite visualizar un objeto distante en condiciones atmosféricas satisfactorias.

El anteojo consta de dos lentes o sistemas convergentes, montadas en un tubo y formando un sistema diótrico centrado, con la particularidad de que se puede variar la distancia entre ambas lentes. La lente que se dirige al objeto que va a visualizarse se denomina objetivo, mientras que la otra, a la que se aplica el ojo del observador se denomina ocular.

La óptica incluye un diafragma o retículo, con dos líneas gravadas, una vertical y la otra horizontal, llamadas hilos las que forman lo que se denomina como cruz filar. El punto de intersección de los hilos se denomina centro de retículo.

La línea de vista o visual del anteojo viene dada por la línea que une el centro del retículo con el centro óptico del objetivo.

CLASES DE ERRORES

Existen dos clases de errores, según su naturaleza

- **Errores Sistemáticos**
- **Errores Accidentales**

- **Errores Sistemáticos:** es todo error resultante de una causa permanente conocida o desconocida y que se produce, por consiguiente, siempre de una misma manera según una ley determinada. Si el error se produce siempre en el mismo sentido y conserva el mismo valor se llama **Sistemático constante**, Ejemplo: medir una distancia con una cinta de longitud incorrecta

Llamaremos **Sistemáticos Variables** a aquel cuyo signo o valor no permanece igual. Ejemplo: Medir una distancia con una Huincha Metálica

Errores Accidentales;: Son pequeñas inexactitudes fortuitas debidas a combinaciones de causas que no alcanza el observador a controlar y para las cuales no son posible obtener corrección.

Pueden definirse como la diferencia entre el verdadero valor de una cantidad y una determinación que esta libre de equivocaciones y de errores sistemáticos. Para cada observación y el signo algebraico del error accidental dependen del azar, y no puede calcularse. Los errores accidentales tomados en conjunto obedecen a la ley de las probabilidades. Ejemplo, la imperfección del ojo en medidas pequeñas, vibraciones del instrumento por efectos del viento, variaciones de temperatura etc.

- Comparación entre los errores sistemáticos y accidentales.

La diferencia entre ambas clases de errores es, por lo general, es más relativa que absoluta, dependiendo a veces en las condiciones en que se hagan las observaciones.

Ejemplo, el error de división de un instrumento puede ser considerado como sistemático cuando una división sirve para todas las medidas de una misma cantidad y como accidental cuando en cada medida se emplea una división diferente.

Lineas de nivel:

Un nivel adecuadamente ajustado y correctamente colocado, producirá una línea de vista, o visual, horizontal que es perpendicular a la dirección de la línea de gravedad. La línea de vista es tangente a la línea de nivel situada a la altura del aparato; esta línea de nivel tiene una altitud

constante sobre el nivel del mar y por tanto, es una línea curva. En distancias cortas tales como los que aparecen en trabajos de ingeniería civil, las dos líneas pueden ser tomadas como coincidentes.

Visuales de gran longitud.

En distancias largas, es preciso, por lo dicho anteriormente, efectuar una corrección para reducir las lecturas en la mira, dada por la visual horizontal, a la línea de nivel equivalente. Al error que hace necesaria esta corrección, se le denomina error de esféricidad. La refracción de la línea de vista debe ser, también tenida en cuenta. El método de nivelación con estaciones reciprocas puede utilizarse para eliminar la necesidad de efectuar correcciones en distancias largas, con visuales, por tanto, de gran longitud.

Anotación de niveles reducidos.

Un nivel basculante o reversible, adecuadamente ajustado, fue situado en un punto P y se tomaron las lecturas sucesivas siguientes en una mira colocada en los puntos A, B y C, respectivamente: 0.063; -0.841 y 0.939 .

El nivel fue trasladado, a continuación, al punto Q y efectuaron las lecturas siguientes a los puntos C y D.

Punto C = 1.198; Punto D = 1.100

Utilizar este ejemplo para explicar el significado de los términos, como lectura o nivelación atrás o de espaldas (Backsight), lectura o nivelación frontal o adelante (Foresight), lectura o nivelación intermedia (Intersight) y punto de cambio. Anotar, reducir y comprobar los niveles utilizando los métodos estándar, dado que el nivel reducido de A, era de 94.115 m sobre el nivel medio del mar (hay que advertir que la lectura en B, se tomó en una mira invertida y por lo tanto, se anotó con signo negativo).

¿cuáles son las ventajas y desventajas, que asociaría con cada método?

Solución:

La figura siguiente muestra la lectura dada en el problema e ilustra el hecho de que la nivelación implica la interconexión de grupos separados, por ejemplo, AC y CD.

Lectura de atrás.

La primera lectura cuando el nivel se situó en P es conocida como una lectura o nivelación de atrás. La mira se colocó en el punto A de nivel reducido conocido; podría ser un punto topográfico de referencia, pero no es necesario. Cuando se ha cambiado la posición del instrumento, la primera lectura efectuada, en el nuevo grupo, también es una lectura atrás.

Lectura adelante.

La última lectura, desde una estación de nivelación, a una mira colocada verticalmente en un punto es denominada, lectura o nivelación adelante. Es, por tanto, la última lectura dentro de un grupo de niveles, antes de cambiar la posición del instrumento y, también es la última observación realizada de una serie completa de niveles. Es práctica conveniente terminar en un punto de nivel reducido conocido o volver al punto de partida, de forma que pueda efectuarse una valoración de la exactitud del trabajo para cualquier error de cierre.

Lectura intermedia.

El término lectura intermedia abarca todas las observaciones y lecturas consiguientes efectuadas entre la lectura adelante y atrás, en cada grupo o sección. En la figura anterior la lectura de la mira invertida es una lectura intermedia.

Punto de cambio.

Para permitir que la nivelación cubra distintas apreciaciones o para paliar las dificultades del terreno, la posición del nivel puede tener que ser cambiada, con frecuencia. Para relacionar los diferentes grupos o secciones es esencial que se realice una lectura adelante y una lectura atrás, en una mira situada en un punto de cambio. El punto C, de la figura anterior, cumple este propósito. Los puntos de cambio presionan estar firmemente ubicados, de forma que no aparezca ningún desplazamiento relativo en la mira cuando su cara se vuelve hacia la nueva posición del instrumento. Cuando se seleccionen estos puntos de cambio, es conveniente, tratar de igualar las distancias a las que se realizan las lecturas adelantes y atrás, para, de este modo, eliminar el error

de colimación y cualquier otro error debido a la curvatura y a la refracción. Aunque los niveles modernos permiten lecturas con una estimación de 1mm en distancias de 100m es común utilizar distancias de las visuales del orden de 50m.

Tabla u hoja de nivelación:

|distancia | lectura de mira | cotas |

Punt|Parcial|acumulado|atás|intermedio|adelante|instrumental|punto|corección|punto|obs. |

Vrebes definiciones:

Punto: Refiere al punto que se está leyendo. Comenzando de un PR (punto de referencia)

Distancias: _ Parcial: es la distanvcia que se toma desde un punto y otro en serie.

_Acumulada: es la suma sucesiva de las distancias parciales.

Lecturas: _ atras: es siempre la primera lectura realizada del instrumento a un punto.

_ intermedia: son lecturas auxiliares que se toman fuera de la poligonal, pero con el instrumento inamovible con respecto al punto de trabajo.

_ adelante: son las lecturas que se hacen posteriormente a las lecturas de atrás.

Cotas: _instrumental: es la altuar del instrumento con respecto al terreno donde se encuentra instalado .

_ Punto: Es la diferencia de nivel de cada punto a estudiar.

¿Como llenar la tabla?

Punto:

Se designará con un numero a cada punto y/o estcion que se quiera estudiar ejemplo: 1,2,3.....,n.....

NOTA: las distancias y las lecturas son datos obtenidos del terreno realizado.

Primera cota del intrumento:

sera la primera cota del punto mas la lectura de atrás.

Cota intrumental en un punto de cambio:

(Lectura de atrás menos la lectura de adelante) mas la cota intrumental anterior.

Primera cota del punto:

la cota intermedia menos la cota instrumental.

Cota del punto en un punto de cambio:

(cota instrumental anterior menos la lectura de adelante)

Corrección:

(error de cierre por distancia de cada punto) Dividido por la distancia acumulada.

Corrección cuando no se tiene las distancias:

error de cierre dividido por el número de posiciones instrumentales.

Error de cierre:

Sumatoria de lecturas de atrás menos sumatoria de lecturas de adelantes.

Nivelación trigonométrica.

La determinación de distancias verticales por el método trigonométrico, se basa en la medida de distancias horizontales y de los ángulos verticales respectivos.

La fórmula que se aplica, siendo "Z" el ángulo zenital (la dirección del cero hacia el zenit) y D la distancia horizontal corregida, es la siguiente.

$$h = D * \cot z$$

La nivelación trigonométrica se emplea generalmente, para determinar las cotas entre puntos visibles entre sí a distancias relativamente largas por lo que es imprescindible hacer las correcciones por curvatura terrestre y refracción atmosférica.

Para esto se hace recuerdo que la altura se debe corregir según la fórmula siguiente ya que se ha explicado con anterioridad.

$$C_h = -0.42 \frac{D^2}{R}$$

R

Diafragma o retículo

ocular

objetivo

Mira o regla