



KOLLNER LABRAÑA & CIA. LTDA

Servicio Técnico SOKKIA
Laboratorio de Calibración
Arriendo y Venta

Medición de Distancia Horizontal

Introducción:

Para todo trabajo planimétrico, es de vital importancia fijar los puntos en el terreno intersectando con el suelo líneas verticales materializadas, puntas de torres, estacas de madera o metálicas, entre otras, para su fácil ubicación en el momento de su utilización, ya sea para determinar sus cotas, azimutes, ángulos, o bien, para determinar distancias entre los puntos, ya sea, por medio de instrumentos desde los más complicados y sofisticados, dependiendo de los objetivos perseguidos, longitudes por medir y los procedimientos requeridos de acuerdo a los instrumentos que se dispongan en el momento de la faena. En general, las medidas directas de longitudes (distancias horizontales), vienen acompañadas de un alineamiento previo entre los puntos, cuyo valor puede determinarse por procedimientos directos, como, referencias a pasos, con longímetros o cintas de diversos tipos, con odómetros, con telémetros o bien por procedimientos indirectos o taquimétricos, mediante distanciómetros electrónicos, tanto de fuente luminosa como electromagnética, los que se han desarrollado muy rápidamente, a partir de la Segunda Guerra Mundial, por la aplicación del radar cuyo fundamento biónico es el chillido que emiten los murciélagos.

Dependiendo del tipo de procedimiento e instrumento empleado, será el grado de precisión y refinamiento de las medidas tomadas y el tamaño de los errores que encontremos, variando desde 1% el más burdo, hasta 1 PPM (parte por millón) el más refinado y por consiguiente influirá en la calidad del trabajo que la obra requiera. En la actualidad el topógrafo dispone de dispositivos modernos muy precisos para las mediciones de distancias, entre los cuales hay varios de tipo electrónico, que sin duda han reemplazado a las cintas a pesar de su alto costo económico, ya que son más rápidos, sencillos y confiables que el cadeneo directo.

Medidas de distancias horizontales:

Las medidas de distancias horizontales, pueden ser obtenidas de forma directa por referencia o de forma indirecta mediante cálculos, en general las medidas directas de longitudes, vienen dadas por un alineamiento previo.

Alineación:

Casi siempre, las obras y/o construcciones se alinean en estructuras con respecto a ciertas referencias que están dentro del área de la obra o bien se alinean con respecto a las calles, muelles malecones, linderos de propiedad u otra líneas bases, donde los requisitos de trazo quedan definidos con gran precisión por el ingeniero jefe del proyecto; lo que queda a cargo del topógrafo que establece fuera de toda duda y traza las líneas base de referencia, para comenzar a medir las distancias, localizando los diferentes puntos con precisión y autoridad.



KOLLNER LABRAÑA & CIA. LTDA

Servicio Técnico SOKKIA
Laboratorio de Calibración
Arriendo y Venta

Una alineación base o recta en topografía, es la intersección con el terreno de un plano vertical que pasa por una serie de puntos dados; para determinar bien la alineación, habrá que fijar en el terreno varios jalones verticales o puntos de referencia, los que se debiesen ubicar entre 50 y 100 metros de distancia unos de otros de ser un terreno plano, y si fuese un terreno accidentado, ésta se debiese reducir entre 20 y 50 metros. Ahora bien, una recta queda determinada por dos puntos, luego al jalonar una alineación puede presentarse que debamos continuar la recta dada por los dos puntos, lo que se conoce como prolongación o tener que situar entre estos dos, otros puntos que pertenezcan al mismo alineamiento, conocido como relleno.

Prolongación de una alineación recta:

Sean A y B los dos puntos dados; se pone un nuevo jalón C, de modo que mirando por detrás del mismo hacia B y A, queden tapados uno (A) por el otro (B) y a su vez éste por C, repitiéndose con un nuevo jalón D y así sucesivamente de ser requerido.

Relleno de una alineación recta:

Sean A y D los puntos dados, los que distan más que la longitud de la huincha ocupada, por lo que entre A y D se colocaran tantos puntos como sean necesarios, de tal forma que podamos ocupar la longitud de la huincha en hacer las mediciones entre los puntos, desde A pasando por intermedios hasta D, para lo cual se debe desarrollar la misma operación del caso anterior, pero en vez de colocar un nuevo jalón al exterior de los puntos de origen, estos deberán ser al interior de ellos en la alineación.

Procedimientos para hacer levantamientos:

Los procedimientos para la medición de distancias, varían mucho según sea la precisión que se necesite, ya que los procedimientos más burdos, dan un error de más o menos un por ciento y los más refinados, dan uno en un millón.

Mediciones directas de distancias.

- Levantamiento a pasos:

Su empleo es de utilidad en reconocimientos para estudios de proyectos de obras de ingeniería y en general en todos los casos que interese tener rápidamente una idea aproximada de una distancia consiste en conocer la distancia promedio de nuestros pasos normales y el número de ellos cuando recorremos una distancia dada. Para conocer la longitud de nuestros pasos, localizamos una línea recta, de longitud conocida y la recorreremos n° veces. En cada una de ellas tanto en un sentido como en otro, contamos el número de pasos, cantidades que sumaremos y dividiremos por n° , obteniendo de esa forma el promedio, el que nos ayudará a conocer la longitud promedio de nuestros pasos, al dividir la longitud conocida entre el número de pasos promedio.



KOLLNER LABRAÑA & CIA. LTDA

Servicio Técnico SOKKIA
Laboratorio de Calibración
Arriendo y Venta

Para el conteo de pasos existe un dispositivo llamado podómetro, que consta con un dispositivo de relojería, el que está conectado a un péndulo oscilante que mueve un dispositivo contador, el que activado con el vaivén producido al caminar, ya que es colocado en una pierna del caminante o bien llevado en un bolsillo de éste.

- Levantamiento por el cuenta kilómetros de un automóvil:

Es un procedimiento muy práctico para medir distancias a lo largo de los caminos, con relativa aproximación.

Los cuenta kilómetros controlan el número de revoluciones de las ruedas motrices por medio de un cuenta vueltas, pero en general, en lugar de acusar el número de vueltas de ruedas, indican la distancia recorrida. Por consiguiente, como el sistema depende del tipo y forma del neumático, su presión y su temperatura, antes de ser usado, deberá ser calibrada su exactitud y precisión ante una distancia conocida.

- Levantamiento con longímetros:

Se engloban en este procedimiento, las medidas con: cadenas de agrimensor, cintas o huinchas de acero y tela, alambres o hilos de metal (invar).

- Cadenas de agrimensor:

Constan de varios eslabones de hierro, unidos unos a otros, formando una cadena con minerales o empuñaduras en sus extremos, donde cada eslabón está formado por un alambre grueso terminado en un anillo por sus dos extremos, uniéndose cada dos eslabones por otro anillo intermedio. La longitud normal de cada eslabón es de 20 cm, llegándose a fabricar cadenas con longitudes corrientes de 20, 30 y 50 metros, siendo sumamente pesadas, razón por la cual prácticamente ya no se usan.

- Huincha de acero:

Es una lámina de acero, cuyo espesor varía entre 0.3 mm. y 1mm, con un espesor entre 8 mm y 20mm. Las graduaciones vienen estampadas en el metal, con una división de un centímetro en toda su extensión, con excepción del primer metro que viene graduado al milímetro. Dicha huincha, resiste una tensión de 45 kg. y se comporta idealmente a 20°C de temperatura máxima.

- Huincha de tela:

Se diferencia de la anterior, tanto en su resistencia a la tensión, la que es menos, como en su material, que es a base de tela reforzada con hilo metálico, además sus graduaciones están grabadas en colores de la misma manera que la cinta metálica.

- Alambre o Hilo metálico:



Estos hilos de metal invar, se utilizan para medir a mayor precisión, se le llama invar a una aleación especial de hierro, níquel y cobalto, propiedad que permite una variación muy pequeña de longitud debido a los cambios de temperatura. Se utiliza solo para medir distancia cuya longitud sea aproximadamente la del alambre, en efecto cada extremo tiene graduada una pequeña escala.

En general, los tipos de huinchas de tela, son de menor precisión y para mediciones urbanas o de predios construidos, mientras que las cintas de tipo acero y alambre metálico, son de más alta resistencia a los trabajos de campo, donde se les da un uso más rudo, a demás incrementan la presión por la menor deformación ante los cambios de temperatura. Al hacer las mediciones con cintas, es necesario evitar las equivocaciones; para ello se mide varias veces las distancias en ambos sentidos y se apoyan en distintos puntos intermedios.

Los errores sistemáticos, por defectos de la cinta, disminuyen si se tienen en cuenta todos lo cuidados, verificaciones y correcciones, pero los errores accidentales, suelen presentarse como a continuación se indica:

- El no colocar verticalmente una ficha al marcar los pequeños tramos por medir o al moverla lateralmente con la cinta.
- Que el cero de la cinta no coincida exactamente con el punto donde se indica una medición.
- Errores debido a la variación de tensión, pues si la medición se hace con dinamómetro, pueden llegar a presentarse pequeñas variaciones a pesar de buscar una misma tensión.
- Errores debido a que las lecturas extremas de la cinta, ya sea en toda su longitud un tramo de ella, pudiese no estar sobre el punto a medir o bien que las fracciones que se interpretan no coincidan con el lugar exacto del punto.

- Levantamiento con odómetro o ruedas:

Estos aparatos se utilizan para mediciones simples en banquetas paredes, pisos, etc. Aunque también se llega a utilizar en levantamientos topográficos expeditos, no se logra una gran precisión. Consta de una rueda, cuyo diámetro está perfectamente definido y poseen un contador de vueltas que indican en forma digital las medidas realizadas.

En algunos casos de la construcción se emplean frecuentemente para la cuantificación de instalaciones, trazos de líneas, etc. Para grandes distancias como para fijar o comprobar la situación de hitos kilométricos en carreteras o vías férreas, es recomendable el empleo de la rueda con un contador que emita un sonar cada 100 o 500 metros.

- Levantamiento con Telémetro:

Las mediciones con este tipo de instrumentos resulta muy útiles por su rapidez en terrenos muy accidentados y con lugares de difícil acceso, pues no requiere de equipos auxiliares como balizas o estadales, salvo que el telémetro posea un limbo horizontal



KOLLNER LABRAÑA & CIA. LTDA

Servicio Técnico SOKKIA
Laboratorio de Calibración
Arriendo y Venta

para medidas angulares y pueda ser colocado sobre un trípode. En este caso, si será necesario precisar las visuales hacia puntos de poligonal o radiados.

El fundamento de este tipo de aparatos es el mismo que se presenta a nuestros ojos para distinguir la tercera dimensión o profundidad, es decir la visión estereoscópica, cuando con ambos ojos visualizamos a un punto en que la imagen de uno y otro ojo se sobreponen fundiéndose en una sola. Cuando las dos imágenes coinciden exactamente, el anillo de la escala indicará la distancia correcta, ya sea diagonal u horizontal. La exactitud de este aparato es limitada debido a lo corto de su base, pero tiene ventajas de ser una sola unidad.

El instrumento tiene pocas aplicaciones, excepto cuando se trata de obtener medidas muy aproximadas al reconocer preliminarmente un terreno, ya sea para localizar torres de alta transmisión de energía eléctrica en zonas boscosas o medir distancias sobre el agua.

Mediciones indirectas de distancias:

- Levantamiento con Estadia:

Eran las más empleadas en los trabajos topográficos, en especial aquellas que derivan del anteojo topográfico y estas mediciones pueden ser de distancias horizontales y verticales con estadia, palabra que deriva del latín stadium medida equivalente a un largo o doble, de 180 metros de longitud y es un termino que aplicamos hoy a la medición hecha por un telescopio de teodolito o taquímetro.

- Medidas de distancia horizontal:

El anteojo topográfico se compone básicamente de tres tubos, pudiendo deslizarse uno dentro del otro. En una de sus extremidades, se encuentra el objetivo y en la otra el ocular, se sabe que el objetivo produce una imagen real que el operador debe ver desde el ocular, imagen que debe formarse en el plano del retículo visto desde el ocular; esto da motivo a la operación llamada enfocamiento del punto observado, operación que consiste en llevar a coincidir con el de la imagen de dicho punto. La óptica geométrica enseña que los rayos al pasar por el centro del objetivo, no se desvía y que la imagen de un punto se forma en la intersección de los rayos antes mencionados. Este tipo de cálculos, se puede realizar de la siguiente manera, tanto para niveles de ingenieros como para taquímetros.

En el caso de los niveles de ingeniero: Supongamos que tenemos el anteojo horizontal y acierta distancia una mira vertical, la que hemos enfocado claramente, entonces tendremos:

$$ABF = M' M'' F C = G D = FG$$

F D C



KOLLNER LABRAÑA & CIA. LTDA

Servicio Técnico SOKKIA
Laboratorio de Calibración
Arriendo y Venta

Observamos que F es la distancia focal del objetivo, que es un valor fijo, C es la separación de los hilos del retículo que es otro valor fijo, por lo tanto, tendremos que:

$$K = (F/C) \quad D = KG$$

K : Constante estadimétrica K : 100

G : Generador $G = H_s - H_i$

H_s : Hilo superior del retículo

H_i : Hilo inferior del retículo

D : Distancia Horizontal

En el caso de los taquímetros: La distancia que nos interesa calcular está en función de un ángulo vertical y de la lectura del generador, por lo que habrá que encontrar el verdadero valor de la distancia horizontal, como se ve en la figura.

$$D_h = D_i \cdot \cos \text{_____}$$

_____ : Es el ángulo vertical medido desde la horizontal y su valor es $(100 - v)$

v : Es el ángulo vertical que se lee en el instrumento.

Ahora si observamos la situación que se produce en la mira al momento de medir, veremos:

$$X = (G / 2) \cdot \cos \text{_____}$$

$$D_i = KG' = KG \cdot \cos \text{_____}$$

$$\text{Como } D_h = D_i \cdot \cos \text{_____}$$

$$D_h = KG \cdot \cos^2 \text{_____}$$

En forma análoga, para el ángulo complementario leído en el instrumento:

$$D_h = KG \cdot \text{Sen}^2$$

Levantamiento con Taquímetro:

El taquímetro no es otra cosa que un teodolito provisto de un retículo de estadia en la cual la distancia dada por los hilos varía según sea la inclinación del telescopio. Esto hace más sencilla la medición de distancias con estadia, mencionadas anteriormente, puesto que como el factor de multiplicación se mantiene constante, pudiendo ser 20, 50 o 100 y simultáneamente en algunos teodolitos aparece en el campo visual un factor que permite el cálculo mental y rápido de la diferencia de altura entre la estación y el punto donde está ubicado el estadal. En general la medición con cualquier tipo de taquímetro no presenta mayores dificultades, si además nos encontramos ante un instrumento que da las diferencias de cotas en su visual del lente óptico.



KOLLNER LABRAÑA & CIA. LTDA

Servicio Técnico SOKKIA
Laboratorio de Calibración
Arriendo y Venta

Levantamiento con Distanciómetro:

Este tipo de levantamiento, se realiza con un EDM, Medición Eléctrica de Distancias , encontrando de diferentes marcas y modelos en el mercado, todos los cuales proporcionan medidas precisas que funcionan a bases de ondas electromagnéticas de radiofrecuencia o bien de rayos luminosos (laser). Si utilizan las ondas de radio están contruidos por una unidad emisora y otra receptora-transmisora, en cambio los aparatos que usan rayos luminosos (laser), comprenden una unidad emisora en un extremo y un simple reflector en el otro extremo, que por lo general es un prisma pentagonal. Con cualquier EDM, las ondas son transmitidas a un jalón con un prisma colocado en el punto cuya distancia se desea conocer, y ésta regresa por reflexión a su punto de partida; se mide el tiempo en que las ondas hacen su recorrido ida y vuelta, conociendo su velocidad y determinando la distancia.

Generalmente hablando, el equipo electrónico para medir distancias es más sencillo, rápido y confiable que el cadeneo directo. Ninguno de estos aparatos es demasiado grande ni estorboso para su traslado. Aunque dichos aparatos son costosos, su uso significa un ahorro considerable, sencillamente por la rapidez con que obtiene las medidas y por la confianza que éstas merecen. El tráfico, matorrales altos, terreno quebrado, pantanos, cuerpos de aguas y las áreas de cultivo, no interfieren para nada con el trabajo del EDM, puesto que la visual se puede elevar por encima de los obstáculos y no hay necesidad de caminar por la línea, excepto para situarse en sus extremos.

Algunas de las aplicaciones de EDM, pueden ser, demarcación de límites de propiedad, levantamiento de control, medidas para localizar puntos en topografía aérea, medidas de intersección de puentes o túneles para obtener distancias precisas, etc. Aun las medidas instantáneas sobre objetos en movimiento, como lanchas o botes en trabajos de sondeos hidrográficos, han dejado de ser difíciles con su uso.