

INTRODUCCION

La selección de un método, para establecer o trazar ángulos depende de la naturaleza del trabajo de que se trata. Generalmente en el movimiento de tierras o en los trabajos que no requieran minucioso control, no es necesario efectuar medidas muy precisas en las que se emplea demasiado tiempo. Pero, cuando se trata de estructuras de concreto, de la cuadrícula de control, o de líneas de centros en las cuales se hace algún proyecto de importancia, sí es indispensable establecer con exactitud ángulos y líneas utilizando instrumentos de precisión.

En topografía el uso de cualquier instrumento para la medida de ángulos, ya sea un taquímetro o el teodolito, de los que ya hemos hablado en laboratorios anteriores, cuyo eje vertical es perpendicular al eje horizontal, pasando precisamente por el vértice del ángulo por medir; características que tienen por objetivo reunir las condiciones geométricas necesarias y suficientes para realizar las mediciones de ángulos horizontales; al ser estacionado éste, el círculo graduado estará contenido en el plano perpendicular a dicho eje, es decir, paralelo al horizonte; dichas medidas se agrupan en dos clases, las medidas sencillas y medidas precisas, a demás, sabemos que los taquímetros poseen un dispositivo óptico y mecánico que nos permite hacer mediciones con la garantía de que reúne tener todos los cuidados correspondientes al realizar la operación de medir ángulos.

OBJETIVOS

Continuar con la práctica del uso de un taquímetro o teodolito, al igual que las experiencias anteriores, lograr maniobrar el instrumento eficientemente como mínimo al calar un determinado ángulo en el limbo de éste y poder transportarlo a otra ubicación. A su vez poder sumar ángulos mecánicamente con el instrumento, sin dejar de lado, seguir operando el alineamiento de estacas. Se espera a demás como cosa nueva poder realizar en forma eficaz un replanteo de medida de ángulo horizontal por el método de repetición, aprender a usar, crear un registro para este método y calcular todo lo referente a éste.

MARCO TEORICO

MEDIDAS DE ANGULOS

Para establecer la ubicación de un punto respecto de un sistema de referencia, la mayor parte de los métodos requieren de la determinación de valores angulares. Así bien, en planimetría, la dirección de una línea se determina midiendo el ángulo que ésta forma con otra, que se toma como referencia y en altimetría, la dirección de una línea se determina mediante el ángulo vertical que ésta forma con la horizontal.

En consecuencia, en los trabajos topográficos, los ángulos son horizontales de los que hablaremos en ésta oportunidad o verticales, y evidentemente, lo que se mide son sus proyecciones sobre los planos horizontales o verticales. Los ángulos pueden medirse con distinta precisión según sea la metodología e instrumental empleado; determinándose directamente cuando son medidos efectivamente e indirectamente, cuando son calculados a través de una relación matemática a partir de otras mediciones realizadas previamente.

ANGULOS HORIZONTALES

Según sea la situación, deberá utilizarse el método e instrumental apropiado, así los ángulos en puntos de detalle de un levantamiento taquimétrico, pueden ser leídos solo en posición directa, en tanto que para los puntos que serán vértices de una poligonal taquimétrica, los ángulos deberán ser medidos como mínimo en directa y en tránsito.

Cuando se necesita saber el valor de un ángulo con precisión, ya se trate de medidas con una mira horizontal,

de una dirección que se replantee, o de otros casos particulares, se debe usar método de repetición, al cual nos referiremos en ésta ocasión. En aquellas oportunidades en que se necesite determinar con precisión varias direcciones concurrentes a un vértice, será posible recurrir al método de reiteración, al que nos referiremos en otra oportunidad.

Si no se toman ciertas precauciones de orden general, por refinado que sea el método empleado, se corre el riesgo de incurrir en faltas de consideración en la medida de los ángulos horizontales; ya sea una incorrecta instalación del instrumento sobre la estación, o bien se puede deber a una inadecuada ubicación de la señal al hacer puntería, al excesivo ancho del elemento sobre el que se está apuntando, o falta de verticalidad, entre otros.

ANGULOS SIMPLES

La comprobación de las mediciones que se efectúan para cada punto del levantamiento, se verificarán una vez que se dibuje el plano, el resultado será tan bueno como se presente lo levantado, por lo cual es muy importante confeccionar un buen croquis durante la etapa de terreno y una confrontación visual posterior del plano resultante con el terreno.

TRAZOS DE ANGULOS POR REPETICION

Para obtener una gran precisión al establecer una línea base que forme un ángulo dado con otra línea de referencia ya existente, se usa el taquímetro o el teodolito, o sea debe ser un instrumento que permita repetir las medidas de ángulos horizontales acumulando las lecturas sobre dicho limbo, ya que se emplea una técnica que implica la medición repetida del ángulo en cuestión. En principio, esta técnica consiste en establecer un ángulo y luego medirlo cuidadosamente varias veces antes de mover el punto según se requiera para obtener el ángulo deseado. Lo que se trata de aprovechar en éste método es la ventaja de poder multiplicar un ángulo en forma mecánica, obteniendo la lectura del producto de esa multiplicación con la misma precisión que la lectura de un ángulo simple.

La precisión del método de repetición aumenta con el número de veces que se multiplica o repite el ángulo. En las primeras repeticiones, la precisión aumenta notoriamente para ir descendiendo después, por lo que se recomiendan 5 o 6 repeticiones. Si se requiere mayor precisión, es preferible hacer el trabajo con un teodolito de mayor resolución angular.

A continuación se presenta un detalle de operatoria para un ángulo medido por repetición.

Se empezará por instalar perfectamente el instrumento sobre la estación la que llamaremos E, y una vez puesto en condiciones de medir, se procederá de la siguiente manera, teniendo en cuenta que se efectuará para un limbo sexagesimal (0° a 360°):

- Se busca el ángulo horizontal 0° soltando el tornillo de precisión de giro sobre el eje de la alidada; se aprieta el tornillo de precisión sobre el eje de la alidada y se cala exactamente el ángulo 0° con el tornillo de tangencia de la alidada.
- Se suelta el tornillo de precisión del movimiento general de rotación y se apunta el anteojo aproximadamente sobre el punto origen, que llamaremos A y está a la izquierda. Se bloquea el movimiento general y con su tornillo de tangencia se apunta exactamente sobre A.
- Se suelta el movimiento sobre el eje de la alidada y se apunta el anteojo otro punto que llamaremos B, el que se encuentra a la derecha de A si giramos en sentido horario, se aprieta el tornillo de presión y se lleva la visual, con el tornillo de tangencia de la alidada, exactamente sobre B.
- Se anota la lectura del ángulo horizontal que se observe.
- Se suelta el movimiento general y, rotando el instrumento siempre en sentido horario, se vuelve a apuntar hacia A por segunda vez, se aprieta el tornillo de presión y se apunta exactamente sobre el punto A

mediante el tornillo de tangencia del movimiento general.

- Se suelta el tornillo de presión de alidada y se apunta el anteojo hacia B, se aprieta el tornillo de presión y se apunta exactamente con el tornillo de tangencia de la alidada. Con esto se completa la segunda repetición.
- Se repiten las operaciones 5 y 6, cuantas veces sea necesario hasta completar el número de repeticiones para finalmente, anotar el ángulo horizontal que se observa.
- Se transita el instrumento y se repiten las operaciones 1 a 7. En este caso se está midiendo un ángulo suplementario respecto de 360° , por lo que se cala con 0° hacia B y se mide el ángulo BEA ahora exterior, luego se gira sobre la alidada cuando se va de B hacia A y se gira sobre el movimiento general cuando se va de A hacia B. En ambos casos los giros se realizan en el sentido de los punteros del reloj.

Esta forma de operar permite eliminar los errores instrumentales compensables, Se ha indicado girar siempre en un sentido, ya sea sobre el movimiento general o sobre la alidada, pues de haber error de arrastre entre la alidada y el limbo, éste será siempre en el mismo sentido, tanto para el ángulo (interior) como para su suplemento (exterior); dicho error se podrá compensar en proporción al ángulo.

El registro se calcula, después de haber anotado los ángulos de la siguiente manera:

- Se comienza anotando el valor simple del ángulo, * en directa y *' en tránsito.
- Se calcula el valor del ángulo final en directa después de las n repeticiones ($n* =$), para obtener el número de vueltas completas del ángulo * sobre el limbo (* y *').
- Se procede a llenar la línea Giros Completos con los valores obtenidos para * y *'.
- Se calcula el valor del Angulo Total, sumando * y *' a los valores leídos en el limbo después de las n repeticiones.
- Se calcula el Angulo Provisorio dividiendo por n los valores del Angulo Total.
- Se suman los valores del Angulo Provisorio en directa y en tránsito, debiendo determinarse un ángulo próximo a 360° .
- La diferencia que se tenga (discrepancia) se reparte entre los dos valores del Angulo Provisorio proporcionalmente a su magnitud, para completar la suma de 360° .
- El Angulo Definitivo en el valor final de la medición.

REGISTRO POR REPETICION

Instrumento				Visibilidad			
Aproximación				Viento			
Fecha				Operador			
Angulo Medido	Est. = ()	Angulo Interno		Angulo Externo		Est. = ()	Angulo Medido
* =	Punto	D	T	D	T	Punto	*' =
Nº Repetición							
n=							
Diferencia							
Angulo							
Promedio							"
Corrección							
Angulo Corregido							"

DESARROLLO

La práctica tuvo su comienzo como a las 11:30 hrs. Con una temperatura de 20° C y en aumento, del día Jueves 15-10-1998, a cargo del profesor Marco Cid y los ayudantes Ivan Navarro y Alfredo Yañez.

En esta oportunidad debemos hacer por el método de repetición un replanteo a una estaca, la que había que ubicar a una distancia de 24.37 metros de la estación que nos posicionamos y a su vez estaba a 110.2636 de un poste que el profesor indicó al igual que las medidas señaladas. La medida del ángulo a replantear fue dada en centesimal, pero como el instrumento era de graduación sexagesimal, nosotros la consideramos sexagesimalmente, cosa que ratificó el profesor a las 12:30 hrs cuando se acercó al grupo para revisar lo realizado, pero dijo que para otra oportunidad se debía hacer el cambio previo de modo centesimal al modo requerido dadas las condiciones del instrumento, siendo sexagesimal en esta ocasión. Por lo tanto como datos primarios tenemos, distancia Hz 24.37 y ángulo Hz 110°26'36 del poste dado a la estaca replanteada; por lo tanto debíamos tener dos estacas como mínimo y haber pedido en gabinete una huincha de tela, una mira y un taquímetro (NIKON NE-20s-20sc), con su trípode.

En Terreno, se posicionó una estaca la que fue nuestra estación, a la que llamaremos A, en la que se estacionó el instrumento y se niveló de manera eficiente, para continuar con el siguiente procedimiento; Se busco 0° y se guardó, para visar con ese ángulo al poste indicado, al que llamamos P, una vez ubicada la posición deseada, se soltó el grado guardado y se comenzó a girar en sentido horario hacia la ubicación primitiva de la estaca a unos 110°26' del poste y a demás con ayuda de los demás integrantes del grupo se procedió a medir la distancia indicada en dicha dirección y se materializó la estaca, que llamamos E, visando ésta y haciendo en ella las marcas en la parte anterior, posterior y el punto mismo, trazando la línea de unión de éstas y su perpendicular en el punto, desde donde se hizo la medición al punto de la estación A también marcado en un comienzo. Luego de anotar el ángulo interior calado en la estaca, se procedió con todo lo indicado en el tema trazos de ángulos por repetición del marco teórico

Croquis de ubicación:

RESULTADOS

Luego de desarrollar todo el itinerario de tres repeticiones, se procede de la siguiente manera:

En ángulos interiores:

- En directa, se hace la resta entre A y B, dando la diferencia, en cambio en transito se hace la suma entre A y B.
- Dicha diferencia es dividida por n dando un ángulo en directa y otro en transito.
- Luego los ángulos obtenidos se promedian

En ángulos exteriores:

- En directa, se multiplica 360° por n y se le suma la lectura B; en cambio en transito, se multiplica 360° por (n-1) y se le suma la lectura en B, en ambos casos da la diferencia.
- Dicha diferencia es dividida por n dando un ángulo en directa y otro en transito.
- Luego los ángulos obtenidos se promedian

Posterior a lo anterior, se debe realizar la sumatoria de los ángulos tanto interior como exterior promedios, para que con dicho resultado se compare con 360° y se pueda corregir el error, sumándose o restándose a los promedios.

Por lo tanto, al desarrollar lo anterior, llegamos a los siguientes resultados para ángulo interior y exterior de los puntos replanteados.

Instrumento		Taquímetro		Visibilidad		Buena	
Aproximación		00°00'01		Viento		Débil	
Fecha		15/10/98		Operador		Todos	
Angulo Medido	Est. O	Angulo Interno		Angulo Externo		Est. O	Angulo Medido
& =110°26'	Punto	D	T	D	T	Punto	&' =249°34'00
Nº Repetición	A	0°	180°	0°	180°	B	
n=3	B	331°17'40	151°18'00	208°42'00	208°40'20	A	
Diferencia	331°17'40	331°18'00	748°42'00	748°40'20			
Angulo	110°25'53.33	110°26'00	249°34'00	249°33'26.67			
Promedio	110°25'56.66		249°33'43.33				= 359°59'39.99
Corrección	0.002779		0.002779				= 0.005558
Angulo Corregido	110°26'06.66		249°33'53.33				= 359°59'59.99

Ahora al continuar para realizar la corrección en la estaca, se procede de la siguiente manera:

Como obtuvimos un ángulo: 110°25'56.66, que debía ser comparado con el ángulo dado 110°26'36, en un principio de la práctica para el desarrollo de ésta, comparándose de la siguiente manera :

$$= \text{dado} - \text{resultado } 110^{\circ}26'36 - 110^{\circ}25'56.66 = 39.33$$

Lo anterior, para poder sacar ahora la corrección lineal d a la estaca, siendo de la siguiente manera:

$$d = D * \text{tg } D = \text{Distancia Hz dada} = 24.37 \text{ metros}$$

por lo tanto,

$$d = 24.37 * \text{tg } (39.33) \quad d = 0.0046 \text{ (m)}$$

Como el ángulo dado es mayor que el ángulo resultado d, deberá ser desplazado a la derecha del clavo puesto en un principio en la estaca, quedando así en una posición más precisa a la inicial y requerida por el jefe de faena.

CONCLUSIONES

En la presente práctica se logró aprender la metodología para realizar el replanteo por repetición, el cual es muy preciso si se tienen en cuenta todos los errores que se pueden evitar, como estacionar bien el instrumento, hacer una buena nivelación de éste, a demás visar en un buen lugar al momento de hacer las visuales.

Se debe hacer una única marca de líneas perpendiculares en la estaca y no más, para evitar errores al hacer la corrección de la línea inicial.

A demás se debe considerar un buen registro a empleado, ya que este debe ser el adecuado y cómodo a los requerimientos de la faena y para la comodidad del operador, de tal manera que le facilite la escritura, las que serán ocupadas en próximos desarrollos de cálculos en gabinete o en el mismo terreno.

BIBLIOGRAFIA

Tratado General de Topografía

Tomo I

W. Jordan

Editorial Gustavo Gili S.A.

Barcelona

Topografía Aplicada a la Construcción

B Austin Barry

Limusa Noriega Editores

México

Topografía

Arturo Quintana

Editorial Edugal

Santiago de Chile

Manual de Carretera

De Biblioteca

Universidad de Santiago de Chile

A 0° E ' B 0°