

LEVANTAMIENTOS



Los levantamientos son procesos de mediciones para obtener información (coordenadas X, Y y/o N, E) que nos permitan describir una realidad en un plano a escala, un modelo digital de terreno (MDT), un modelo digital de elevación (MDE), o un sistema de información geográfico o topográfico (SIG o SIT). Los levantamientos se encuentran apoyados en poligonales para la localización de detalles. Siendo muy claro que en cualquiera de la circunstancia lo que se requiere medir son ángulos y distancias que nos permitan dar la posición espacial de algunos objetos topográficos que componen la zona de estudio.

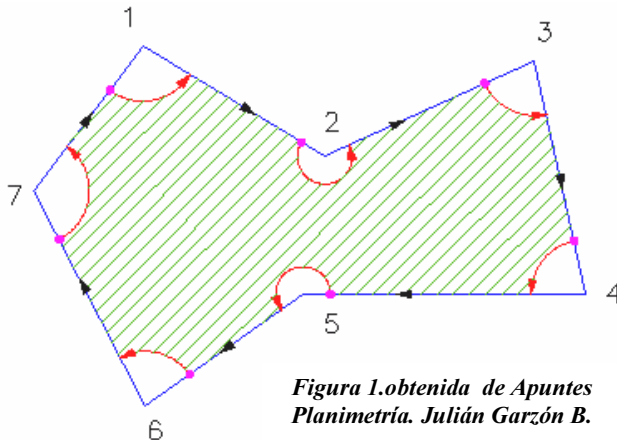
En capítulos anteriores hemos estudiado instrumentos y métodos para obtener estos elementos, sabiendo entonces que para medir distancias podemos emplear la medición a pasos, la cinta, la estadimetría y los equipos MED, y que para medir ángulos se utiliza la cinta, la brújula o el tránsito. Podemos definir de esta forma que la combinación de dichos instrumentos nos proporcionan métodos o sistemas de trabajo como: levantamientos con cinta, con brújula y cinta o con tránsito los cuales se pueden apoyar de la cinta, la estadimetría y los MED.

7.1 Levantamientos con cinta

Se emplea la cinta tanto para la medición de distancia como para la medición de ángulos, para lograr este fin se aplican los procedimientos de trabajo para dichos, instrumentos que ya se estudiaron en el capítulo de distancias.

Los levantamientos con cinta son utilizados en trabajos donde la precisión requerida es baja, como en trabajos de reconocimiento; donde para la precisión que se necesita no se justifica el empleo de instrumentos y métodos con los que el trabajo se hace más complicado.

7.1.1 Levantamientos de poligonales con cinta



En los levantamientos de poligonales empleando la cinta, es importante recordar como se procede con este instrumento para la determinación de los ángulos; los métodos empleados para este fin que ya se estudiaron anteriormente, solo permiten obtener la amplitud de ángulos menores a 180° . Miremos un ejemplo para que se entienda.

En el vértice 1 se puede medir con cinta el ángulo interno, en el vértice 2 no es posible medir el ángulo interno debido a

que es mayor de 180° ; por lo que se mide el ángulo externo y se puede obtener el que se necesita utilizando la relación $360^\circ = \text{ángulo interno} + \text{ángulo externo}$.

La cinta no es empleada para levantamientos de detalles de gran tamaño, ya que es muy incomodo y poco preciso realizar todas la mediciones angulares necesarias para localizar los detalles, por tal razón se trabaja apoyado en otros instrumentos (jalones, plomadas, escuadra de topógrafo o primas) y métodos, como el de abscisa y ordenadas, que facilitan y aligeran el trabajo. El método de abscisas y ordenadas consisten el establecer perpendiculares que pasen por el punto a levantar desde un alineamiento generado con anterioridad o desde el lado de una poligonal. *ver fig.2.*

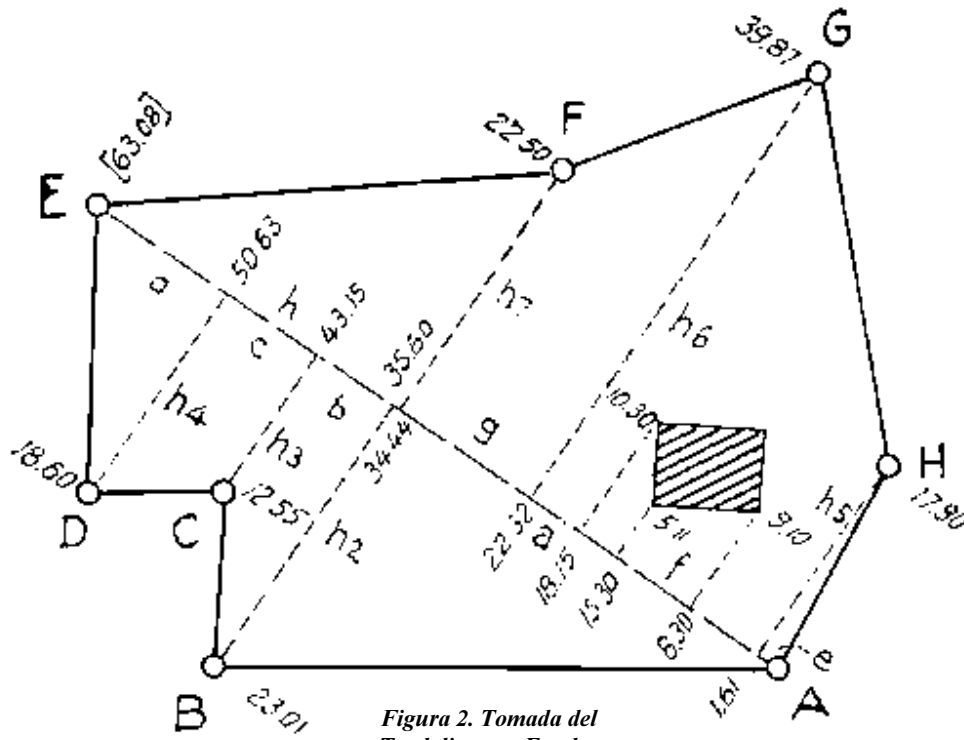


Figura 2. Tomada del Teodolito y su Empleo

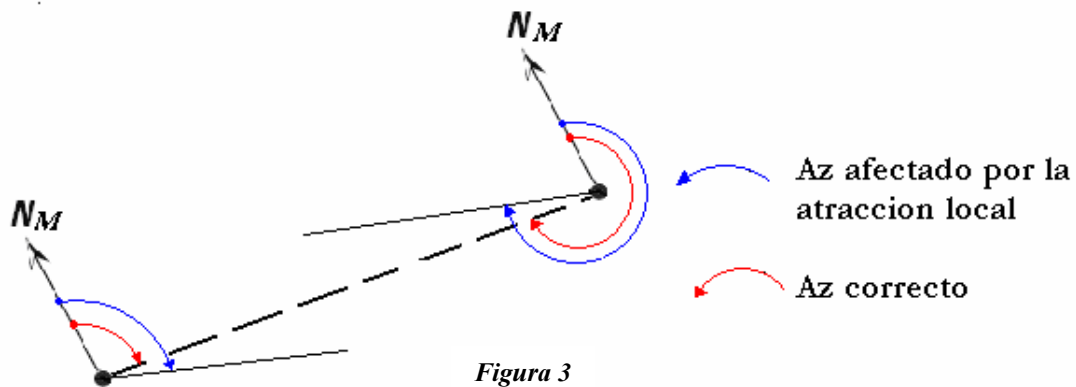
7.2 Levantamientos con brújula y cinta

Con los instrumentos anteriores se tenían los inconvenientes de ser muy lento para grandes levantamientos de detalles, poco precisos y además los ángulos obtenidos deben ser trasformados en rumbos o azimuts para el proceso de dibujo. Con el empleo de la brújula se corrigen muchas de estas dificultades, ya que es un instrumento con el que se obtiene el rumbo o azimut de las líneas directamente, teniendo la ventaja de ser de fácil manejo.

Los levantamientos con brújula se emplean mucho para mapeos rápidos, trabajos de geología o en situaciones donde el trabajo con el transitó se vuelve muy complicado o no es posible, siendo más fácil realizar un trabajo cuidadoso con la brújula; teniendo en cuenta las variaciones que se presentan en la dirección de la norte magnética. Por ejemplo para el caso de la declinación magnética; que es el ángulo formado por la componente de la línea que sigue la inducción magnética de la tierra sobre el plano N,E y la NV o traza del meridiano del sitio. La declinación magnética varía de un lugar a otro; es negativa cuando la aguja imantada se encuentra al oeste de la NV o NG y positiva cuando está al este, el ángulo formado se le debe sumar a todos los ángulos obtenidos a partir de ésta, para llevarlos a tener como origen la NV, pero cuando la declinación es al oeste del meridiano se le debe restar a todos los ángulos para lograr el mismo fin. La declinación magnética sufre de unas variaciones que pueden ser: seculares, anuales o diurnas las cuales

permiten ser determinadas para realizar la corrección, por ejemplo para el caso de las anuales por medio de mapas isogónicos. Dichas correcciones son posibles debido a que la declinación se mantiene constante para una zona de levantamientos más o menos limitada.

Existen variaciones que se conocen como de atracción local; se les denomina de esta forma debido a que no son homogéneas en todos los puntos de estación en una poligonal; haciendo que las visuales de ligadura de los vértices de la poligonal sufran cambios diferenciales. Para poder determinar la presencia de dicho fenómeno y poder corregirlo, se hacen visuales para obtener los rumbos de ida y vuelta, siendo la diferencia entre ellos la desviación introducida por causa de la atracción local, se aprecia el procedimiento en la figura 3.



7.2.1 Levantamientos de detalles con brújula

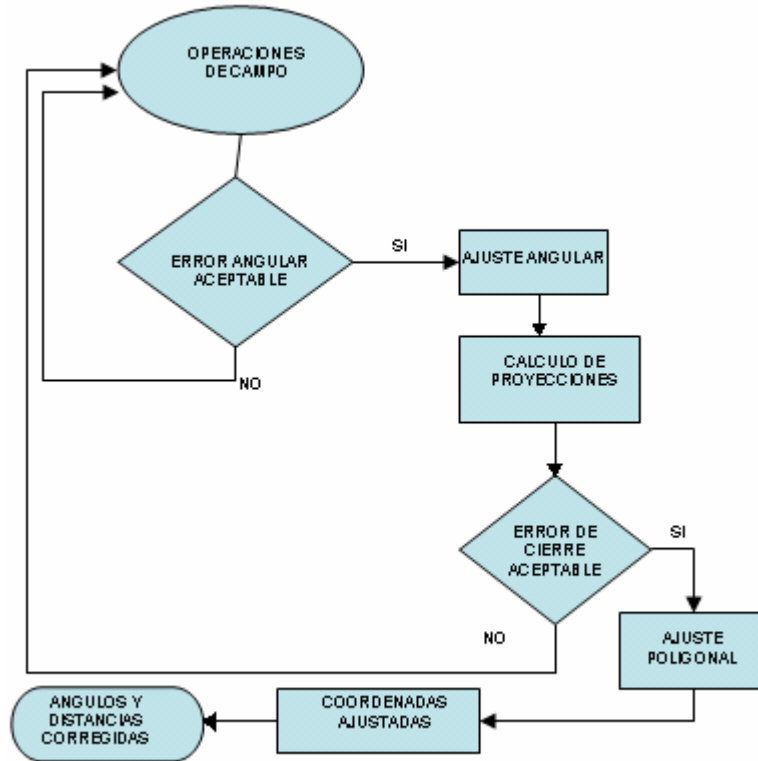
Los levantamientos de detalles con brújula se puede llevar acabo por métodos como el método de coordenadas polares (radiaciones), el método de intersecciones visuales, este método no solo se usa para la localización de punto con base en otro, sino para saber la posición del observador dentro de un plano cuando se esta trabajando en lo que se puede denominar relleno de información.

7.3 Levantamientos con transitó

En los levantamientos que se requiere mejor precisión se emplea el transitó lógicamente para mejorar la precisión de la medidas angulares (ver métodos de medición angular capítulo de ángulos) y además llevar a cabo los trabajos con mayor rapidez al aplicar de forma mas fácil los métodos de localización de detalles; como coordenadas polares o intersecciones. El transitó se puede apoyar para la medición de distancias con cinta, y hacer que el trabajo con ésta sea mas preciso debido a que se hace de forma mas confiable el proceso de alineación de la cinta a longitudes mayores. También puede emplearse para la medición de distancias la mira (estadimetría) y los distanciómetros. Los levantamientos que hacen uso de este tipo de equipos los denominamos taquimétricos por la gran información que se obtiene en poco tiempo así pues que en la actualidad con la utilización de los medidores electrónicos de distancias (MED) se ha acelerado el trabajo y mejorado la precisión de las medidas lineales.

7.4 Cronología del trabajo de una poligonal

Cuando se desea realizar un trabajo con poligonales se debe de tener en cuenta los pasos del siguiente diagrama:



7.5 TRABAJO DE CAMPO

En el trabajo de campo se deben tener en cuenta muchos elementos para lograr que éste sea exitoso. Por ejemplo el primer aspecto es el de preparar los elementos de trabajo: como el tránsito, cinta, plomadas, jalones, miras si se piensa trabajar por estadimetría y comprobar en que estado se encuentran para la medición (revisión del equipo).

Los pasos siguientes son la selección del método para el levantamiento, después se piensa en las anotaciones, ya que estas deben ir de acuerdo con el método. Son importantes también la selección de los puntos de estación, la orientación y la referenciación, veamos en que consiste cada una.

7.5.1 Selección del método

La selección del método es muy importante por que es en ésta instancia donde elegimos el método que mejor se adapte al trabajo que se piensa realizar, Es el momento donde comparamos las ventajas y desventajas de cada método (sistema operativo) para escoger el indicado para el fin propuesto.

7.5.2 Anotaciones de campo

Las anotaciones de campo tienen una importancia especial, ya que son estas el registro del trabajo realizado en campo, si tales anotaciones son incorrectas o incompletas, se perderá de alguna forma el tiempo invertido en hacer medidas muy precisas.

Para lograr tener unas anotaciones de campo muy buenas estas deben de tener las siguientes características y ser realizadas en las siguientes condiciones:

- Contener un registro completo de las medidas realizadas
- Debe de tener los diagramas, los croquis y observaciones pertinentes
- Deben de ser legibles
- Cuando se están realizando las observaciones, en ese momento debe de ser anotadas
- No hacer anotaciones en hojas sueltas y de desecho para ser transcritas posteriormente ya que esto puede llevar a cometer equivocaciones.
- Es muy recomendado hacer las anotaciones en pares, que quiere decir esto que para las anotaciones de una hoja exista un dibujo a lado donde aparezca el elemento que fue observado y el número de la anotación que le corresponde a dicho elemento, esto ayuda a facilitar los procesos de cálculo y dibujos
- Aunque todas las anotaciones diagramas y croquis se hacen a mano libre es recomendable siempre llevar una regla que nos permita hacer dibujos de mejor calidad
- No debe borrarse en una cartera las anotaciones incorrectas, es preferible trazar una línea sobre el dato y escribir el valor correcto

NOTA

En la actualidad hay equipos como las estaciones totales, estas poseen carteras digitales incorporadas que ayudan a facilitar el trabajo, ya que guardan en la memoria, los datos de distancia y ángulo asegurando que no existan equivocaciones de anotación. Es importante de todas formas este sistema sea apoyado por un croquis o bosquejo hecho por el topógrafo.

7.5.3 Selección de puntos de estación

Cuando se llega al lugar de trabajo la primera labor del topógrafo y sus ayudantes es la de realizar un reconocimiento del terreno y determinar los lugares adecuados para la materialización de estaciones. Es claro que estos lugares deben de tener unas características especiales que los hagan adecuados, veamos cuales son:

- ❖ Si pensamos trabajar con tránsito y cintas, sabemos que los tránsitos permiten medir ángulos con gran precisión, y por tanto las medidas lineales deben de estar acordes con esta precisión; como las medidas lineales se hacen a lo largo de una superficie por eso las condiciones de la superficie deben facilitar estas medidas como vemos en la gráfica a continuación.

En la (fig. 4) se muestra una superficie no muy adecuada a diferencia de la (fig. 5), vemos mejores condiciones

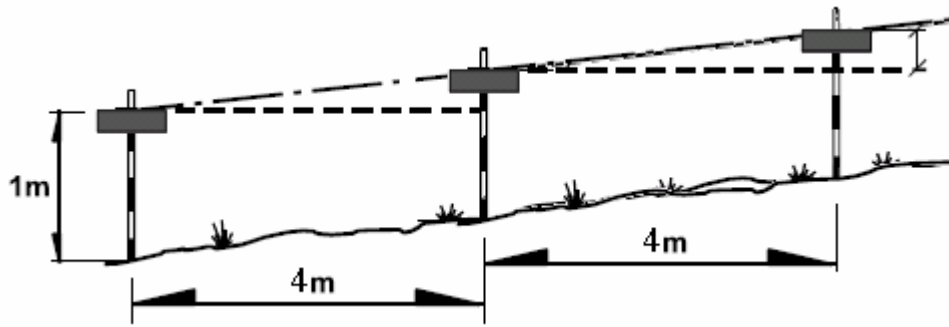


Figura 4

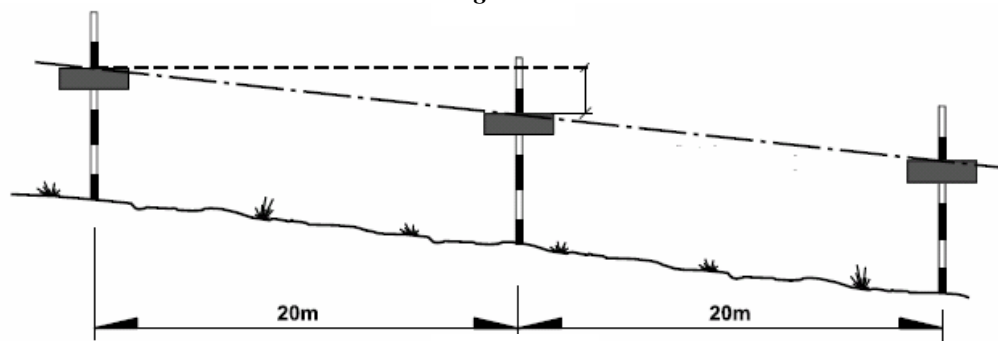


Figura 5

- ❖ Cuando se trabaja con mira vertical es prudente no hacer visuales a la mira, a distancias muy cortas, ni tampoco a distancias muy exageradas ya que se puede hacer difícil interpolación en la lectura de la mira y por lo tanto introducir errores. Estas también implican la dificultad de bisecar la imagen del hilo de la plomada con los retículos del anteojo del tránsito haciendo que se disminuya la precisión del trabajo.
- ❖ Debe procurarse que los puntos de estación puedan ser observados en forma clara, esto quiere decir que deben de estar situados en forma tal que permitan tomar ángulos desde otros puntos para poder así controlar el trabajo hecho.

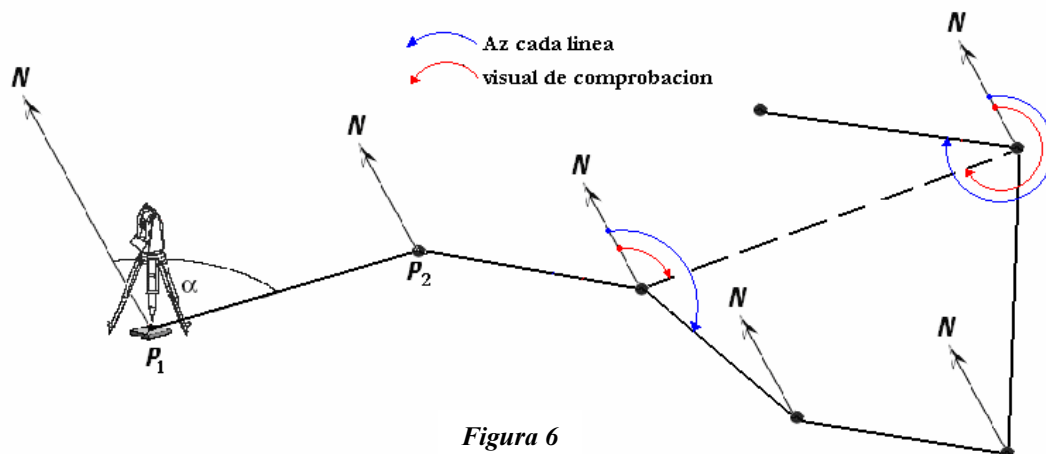


Figura 6

- ❖ como la mayoría de los trabajos con poligonales son base para la toma de detalles, se debe buscar que los puntos de estación queden cerca y permitan visuales a estos puntos de detalle como: postes, árboles, parámetros de construcción, cercas, etc.

7.5.4 Estacionando el tránsito

Para dejar un tránsito en estación o listo para medir, es necesario de desarrollar una serie de operaciones sucesivas las cuales son:

- Colocar el trípode
- Montar el tránsito
- Centrado
- Nivelación

Colocar el trípode

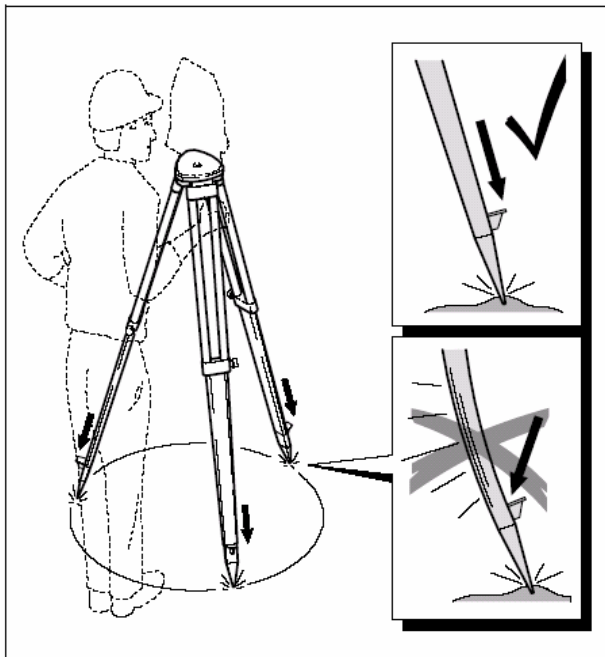


Figura 7. Tomada del Manual de Empleo T105/110

Es el primer paso ha ejecutar; se aflojan los tornillos de las pastas del trípode, las extendemos hasta una altura necesaria y apretamos los tornillos, se abren las patas del trípode colocándolas alrededor del punto (taco de madera con puntilla, mojón, etc.), de tal forma que el trípode quede lo mas estable posible, como lo vemos en la figura que esta al lado.

Como observamos en la figura lo que se busca es que la fuerza que actúa en las patas del trípode, lo haga en dirección de las mismas

Uno de los aspectos primordiales es el de lograr que la plataforma del trípode quede, en lo posible, directamente sobre del punto y horizontal como lo apreciamos en la (fig.8), para lo cual se juega con la longitud variable

de la patas del trípode; solo cuando estemos seguros de que la plataforma esté nivelada y casi centrada podemos clavar las patas del trípode.

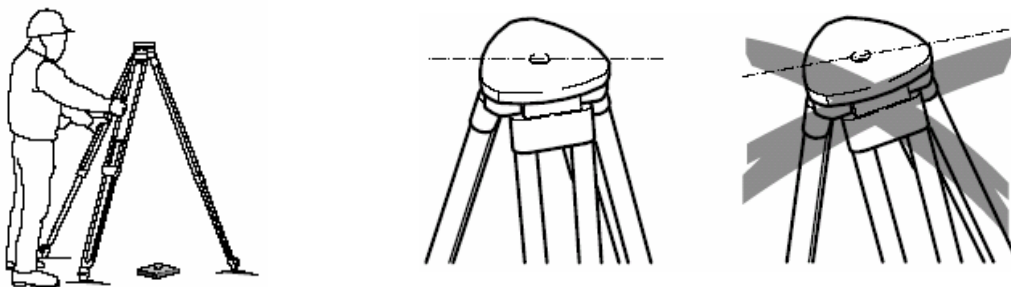


Figura 8. Tomada del Manual de Empleo T105/110

Montar el Tránsito

Sacamos con cuidado el tránsito de la caja, lo montamos sobre la plataforma y lo atornillamos hasta que quede firme sobre el trípode que se encuentra aproximadamente centrado y con su plataforma horizontal. Se aconseja que el tránsito quede a la altura de la barbilla, esto con el fin que durante el trabajo se puede manejar libremente el equipo, sin presentarse incomodidades al tomar las visuales.

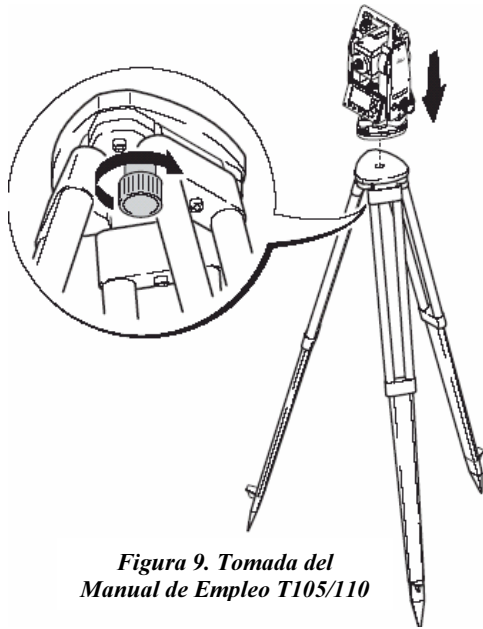


Figura 9. Tomada del Manual de Empleo T105/110

Es importante mencionar que el tránsito no debe ser trasladado o transportado montado sobre el trípode si lo llevamos de una forma inclinada ya que se puede presentar un accidente y dañarse el equipo al caerse y la razón principal está sustentada en que el eje central del aparato puede dañarse debido al peso de mismo instrumento ya que este tiende a doblarlo, pero si podemos llevarlo procurando que se lleve en forma vertical o en la caja, que es lo más indicado como lo vemos en la figura de abajo.

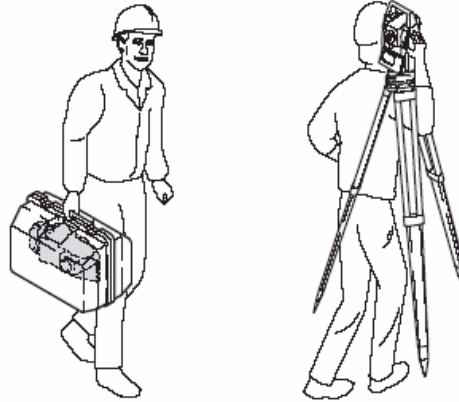


Figura 10. Tomada del Manual de Empleo T105/110

Centrado

Anteriormente se mencionó que debíamos centrar el trípode, pero cuando ya tenemos el tránsito sobre él es necesario realizar un centrado final para asegurar que el eje vertical del tránsito coincida con la vertical del punto; este centrado lo podemos efectuar moviendo una de las patas del trípode a la vez hasta lograr que la plomada caiga sobre la puntilla o marca, la otra forma de hacerlo es aflojar un poco el tránsito de la base y moverlo para lograr el centrado, pero solo se puede efectuar cuando el movimiento o el desplazamiento que hay que efectuar es muy pequeño.

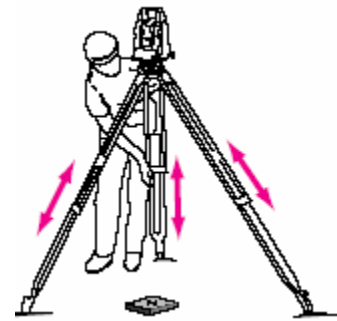


Figura 11. Tomada del Manual de Empleo T105/110

En la actualidad ya no se utiliza la plomada para el centrado del tránsito o estación total, si no que se emplean lo que se conocen como plomadas ópticas y plomadas láser

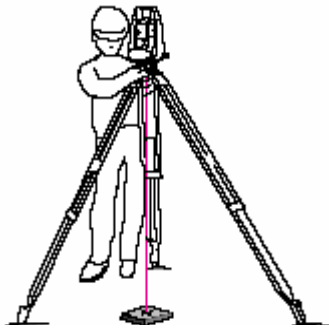


Figura 12. Tomada del Manual de Empleo T105/110

Nivelación

Es el ultimo paso ha realizar y muy importante teniendo el transito sobre el trípode giramos el anteojo hasta que el nivel tubular del aparato quede alineado con dos tornillos de nivelación.

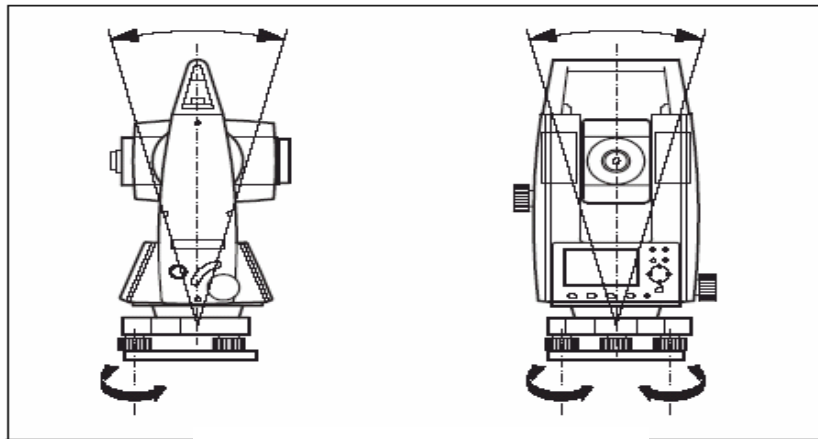


Figura 13 Tomada del Manual de Empleo T105/110

7.5.5 Orientación

El proceso de orientación se basa, en que a través de distintos métodos podamos conocer la dirección de la norte en un punto y en base a esta realizar el proceso de orientación de una poligonal.

El motivo de hablar de orientación es como se ha dicho, el transito no es un instrumento que nos permita conocer Azimuts directamente y por tal razón es necesario hacer la orientación llevar acabo este proceso.

La orientación se puede efectuar a través de instrumentos que nos permitan conocer la dirección norte, sur como lo son: La brújula que nos ayuda a determinar los rumbos o azimut magnético de una línea, observaciones astronómicas o un giróscopo que nos daría a conocer la NS verdadera; existen otras formas de darle orientación a una poligonal pero tiene la característica de que por no se obtiene directamente de la dirección la línea norte sur, si no que podemos emplear dos puntos de una red topográfica o geodesica, de la cual conocemos sus coordenadas, para calcular el azimut de esa línea en ese sistema y apoyarnos en el para orientar nuestro trabajo.

En la actualidad los avances tecnológicos nos han proporcionado la oportunidad de materializar puntos y conocer sus coordenadas absolutas, empleando los sistemas de Posicionamiento Global

GPS que utilizan señales desde satélites para dar la ubicación espacial de un punto cualquiera con gran precisión en el posicionamiento horizontal.

Veamos los elementos y el protocolo de pasos que se deben realizar para la orientación de una poligonal con brújula:

Elementos

- jalón de madera.
- Brújula de mano.
- Plomada.
- Estacas.
- Puntillas

Protocolo

1. Se ubica el primer delta con su respectiva estaca y puntilla.
2. Nos ubicamos sobre el delta con el jalón de madera, sujetando la brújula ubicamos la dirección de la norte magnética.
3. Alineamos el jalón que sostiene el auxiliar en esta dirección, para que este ubique la estaca con su respectiva puntilla.
4. Luego de tener situada la dirección de la norte magnética, armamos el equipo sobre el delta, se mira al punto sobre dicha dirección en ceros del círculo horizontal del instrumento.
5. Se libera el movimiento horizontal del tránsito y se barre en cualquier dirección a un punto siguiente.
6. De esta forma los ángulos tomados desde el delta se encuentran orientados respecto a la NM.

A continuación se describirán cada uno de los procesos de levantamientos de poligonales con tránsito (el protocolo de campo) y nombraremos los instrumentos necesarios:

- ☞ Ángulos horarios (AH) o contra horarios (CH)
- ☞ Azimut (Az)
- ☞ Deflexiones (D)

Elementos

- Teodolito o estación.
- Brújula.
- Plomadas.
- Jalones.
- Estacas.
- Puntillas
- Cinta métrica.
- Mira vertical o prisma.
- Pintura.
- Maceta.
- Machete.

Auxiliares

- dos cadeneros (como mínimo).
- Anotador.

7.6 Procedimientos con Tránsito (Protocolos)

7.6.1 Ángulos horarios o contra horarios

1. Se estaciona el tránsito en el punto P_1 que se ve en la (fig. 14).
2. Se orienta la poligonal.
3. Se estaciona el instrumento en el P_2 , se mira al punto anterior en directa (PI o CI) con ceros en el limbo.
4. Se barre el ángulo al punto siguiente P_3 ; si el equipo es dextrorsum el ángulo obtenido es horario.
5. Se hace la visual al punto P_3 y se registra el ángulo.
6. Los pasos cuatro y cinco se repiten para los puntos siguientes hasta llegar al punto final en una poligonal abierta o para volver al punto de partida en una cerrada

Se recomienda que el lado origen sea el anterior; si estamos en el P_5 el lado origen debe ser (P_4 - P_5).

Nota: La lectura “CERO” que se inscribe en el círculo horizontal debe hacerse con cuidado y en este orden:

- $00^\circ 00' 00''$ (o un poco mas, dependiendo de la apreciación del círculo)
- Registrar en cartera (si trabaja con estación, simplemente oprime el botón 0 set que permite poner los ceros sin error debido a que el sistema comienza a contar en cualquier parte del círculo).

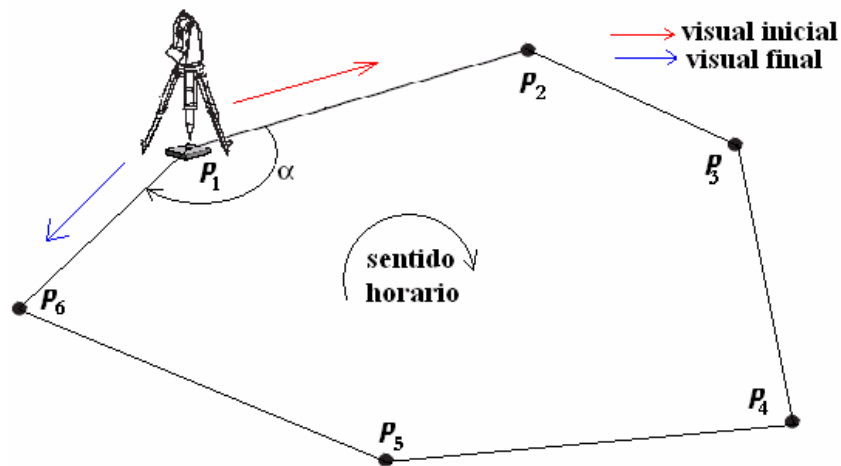


Figura 14

Los ángulos de una poligonal pueden ser medidos con gran exactitud y precisión con una sola repetición en las dos posiciones del antejo.

Con este fin agreguemos un paso al protocolo anterior:

- 4.1 Se transita para volver a mirar al punto P_1 en posición II (CD), y luego se libera el movimiento horizontal del tránsito para visar al punto P_3 y registrar el ángulo. La mitad de esta segunda lectura es el ángulo definitivo para los cálculos.

7.6.2 Método del Azimut

1. Se estaciona el tránsito en el punto P_1
2. Se orienta la poligonal.
3. Se arma el tránsito en el punto siguiente P_2 , se mira al punto anterior en posición inversa (PII o CD) con el azimut de la línea (P_1, P_2) inscrito en el CH, se transita.
4. Se suelta el tornillo de movimiento lento horizontal y barre el ángulo al punto siguiente P_3 realizando la puntería y registrando el ángulo.
5. Los pasos tres y cuatro se repiten para los puntos siguientes hasta llegar al punto final en una poligonal abierta o para volver al punto de partida en una cerrada.

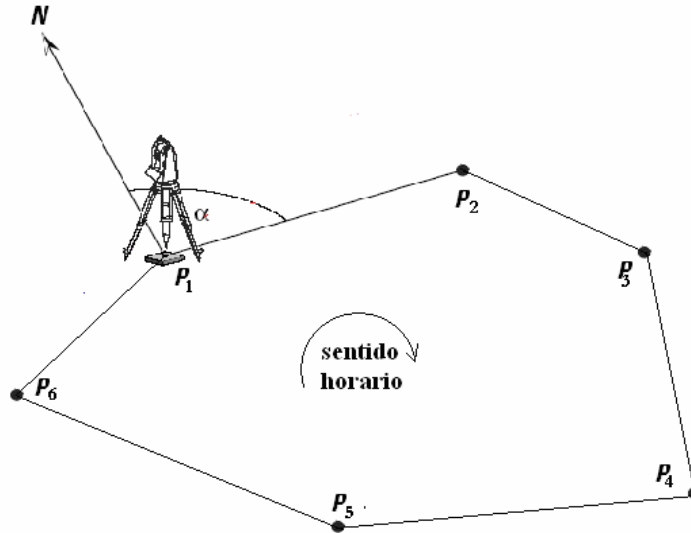


Figura 15

Nota: un procedimiento que evita transitar, es el de contra azimut en el que se mira al punto anterior en posición directa y con el contra azimut de la línea para efectuar el paso cuatro normalmente. (fig. 16)

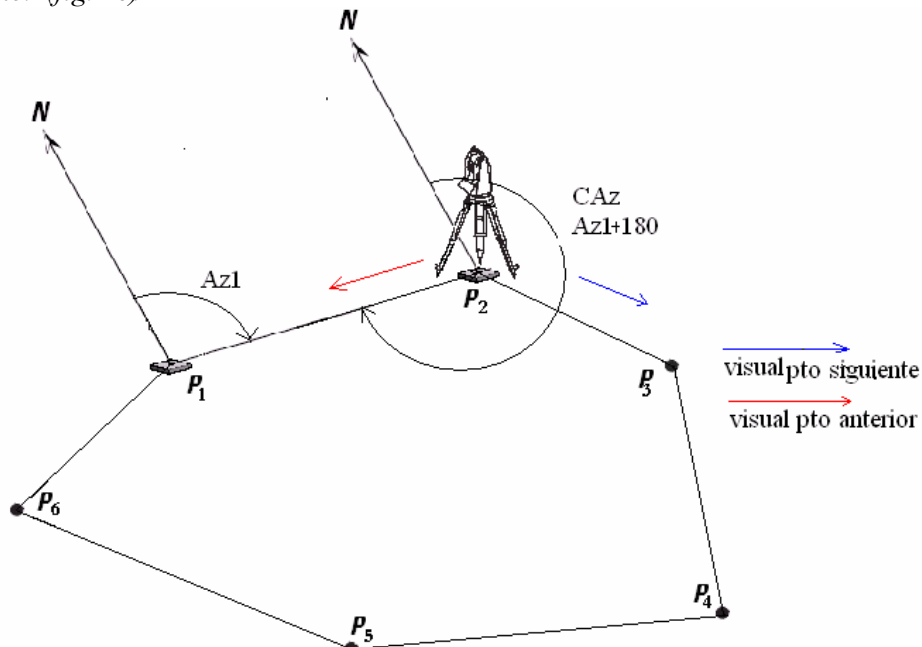


Figura 16

7.6.3 Deflexiones

1. Se estaciona el tránsito en el punto P_1 .
2. Se orienta la poligonal
3. Se estaciona el instrumento en el punto siguiente P_2 , se realiza una visual atrás al punto P_1 con ceros en el limbo horizontal y en posición inversa.
4. Se transita, se barre al punto siguiente P_3 y registrar el ángulo.
5. Lo hecho en los pasos tres y cuatro se repite en todos los puntos siguientes. Un ejemplo grafico de lo dicho esta en la (fig. 17) a continuación.

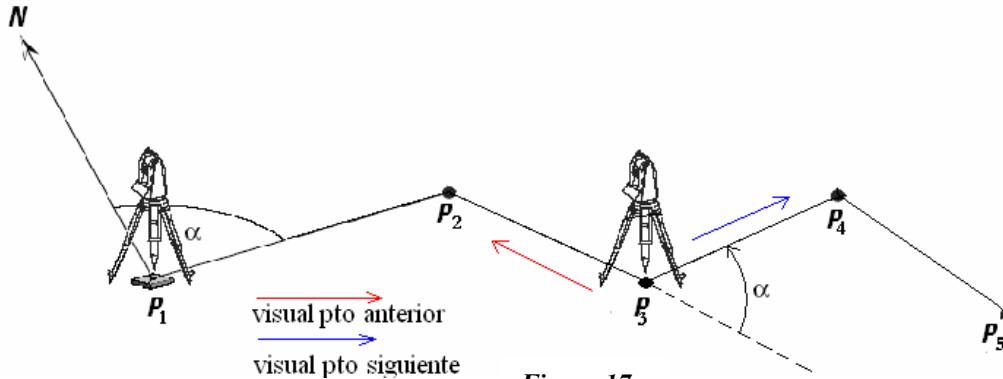
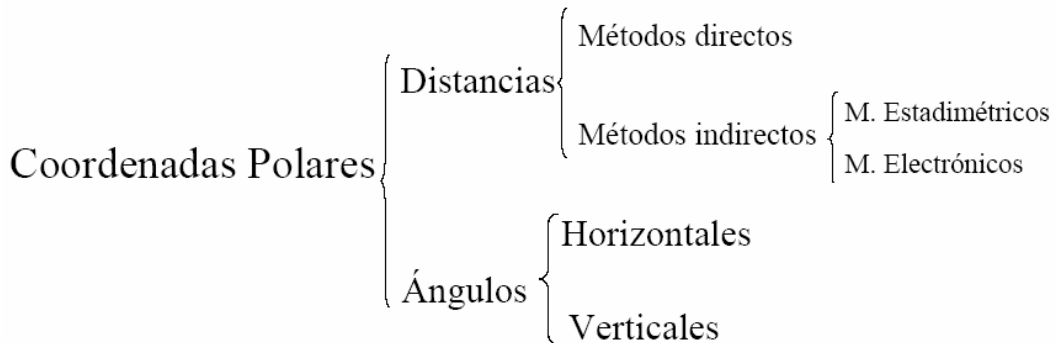


Figura 17

Nota: para facilitar el procedimiento en el campo se pueden barrer todos los ángulos en el sentido de la graduación del limbo horizontal del tránsito, así los ángulos pasen de 180° , en el trabajo de oficina podemos saber si es izquierda o derecha teniendo en cuenta que para valores menores a 180° el sentido de la deflexión es igual al de la graduación del tránsito y para valores mayores en el otro sentido.

Para los levantamientos de detalles ya dijimos que se emplean los métodos de radiaciones e intersecciones que describiremos a continuación.

7.6.4 Radiaciones



En este método encontrándose el tránsito estacionado en un punto de coordenadas conocidas se realizan las visuales a los puntos que se quieren localizar, se registra el ángulo y las distancias desde el vértice al punto a levantar. (fig. 18).

Este método presenta la ventaja de que la localización de los puntos es efectuada desde un solo punto o vértice y si se comete una equivocación esta quedara aislada y no afectara las demás mediciones ya sea las del mismo punto o las de otros vértices.

Nota: En este método de localización de detalles las radiaciones se toman luego de realizar la medida de los ángulos de la poligonal, debido a que en el tiempo que se emplea para la toma de detalles se presentan movimientos en el equipo que pueden afectar la posición del tránsito y causar que la medición del ángulo de la poligonal no sea correcta.

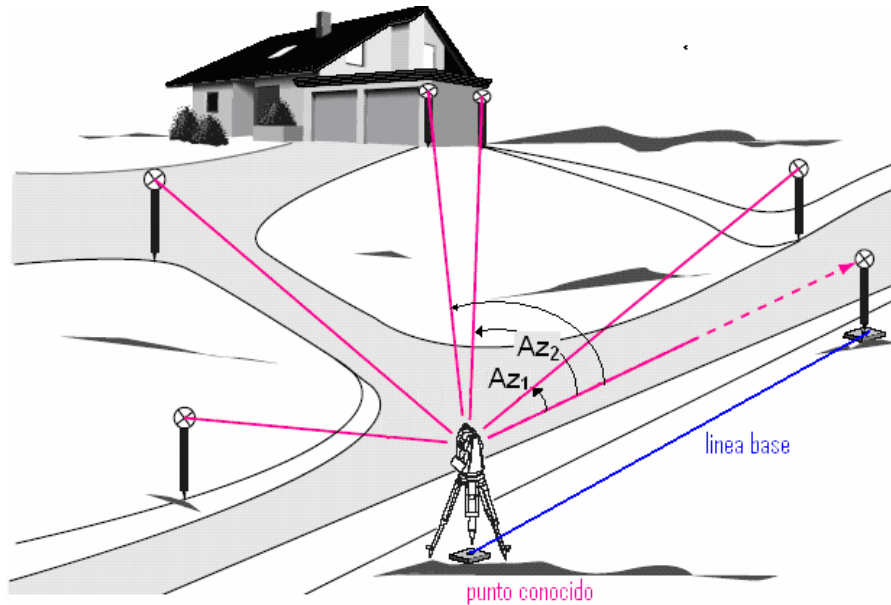


Figura 18

7.6.5 Intersecciones

Para la localización por intersecciones se deben realizar visuales desde dos puntos distintos de coordenadas conocidas ya sea de una poligonal o una red de triangulación topográfica. En este proceso se miden los ángulos a dicho punto, estos pueden ser ángulos horarios o azimuts, y como conocemos la distancia entre los vértices de la poligonal se puede solucionar el triángulo que se forma empleando los teoremas de los triángulos¹. Este método es ideal para localizar puntos que son inaccesibles.

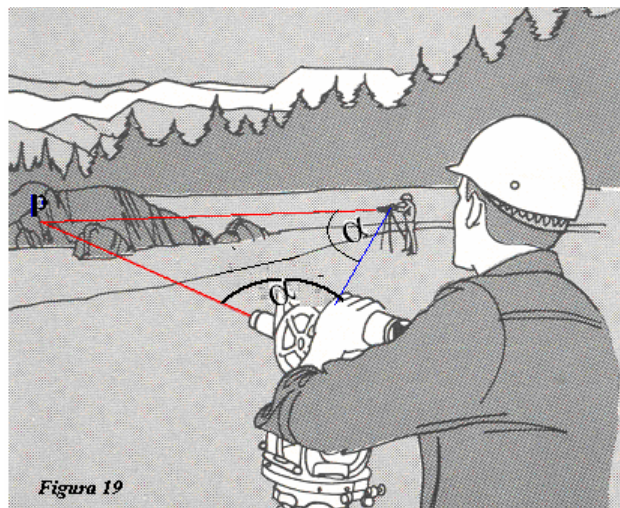


Figura 19

¹ Ver preámbulo parte de trigonometría los teoremas del seno y coseno

1. Se estaciona el tránsito en el punto P_1 de coordenadas conocidas.
2. Se visa al punto Q de coordenadas desconocidas, en posición directa y con un ángulo inicial de $0^\circ 0'$.
3. Se suelta el círculo horizontal del equipo y se barre un ángulo horario (AH) hasta el punto P_2 de coordenadas conocidas, registrando el ángulo obtenido.
4. Se estaciona el instrumento en el punto siguiente P_2 , se realiza una visual al punto Q de coordenadas desconocidas, en posición directa y con un ángulo inicial de $0^\circ 0'$.
5. Se suelta el círculo horizontal del equipo y se barre un ángulo horario (AH) hasta el punto P_1 de coordenadas conocidas, registrando el ángulo obtenido.

7.6.6 Referenciación

La referenciación es muy importante en los trabajos de levantamientos por que le permite al topógrafo dejar puntos fuera de la poligonal con coordenadas conocidas que le dan la posibilidad de volver a localizar puntos que se hayan perdido o desplazado, a esto es lo que denominamos replanteo².

Como la finalidad de la referenciación son trabajos de replanteo se debe de realizar este tipo de labor en una forma cuidadosa (mediciones con gran cuidado) y con anotaciones muy claras y precisas ya que en la mayoría de las ocasiones las personas que desarrollan el trabajo de replanteo no son los mismos topógrafos que realizaron el levantamiento.

Veamos como se hace la referenciación de un punto:

Como la idea de la referenciación es que estos puntos no haga parte de la poligonal, sean durables aun más que los puntos del proyecto, se trabaja con mojones de concreto, que pueden colocarse en línea con el punto que se desea referenciar, esto con el fin de que se conozca de dicha línea su rumbo o azimut y las distancias entre los tres puntos que la conforman. Luego estando estacionado en uno de estos puntos se pueda mirar al punto de la poligonal y barre o transita para prolongar la línea y medir una distancia del punto a localizar como lo podemos ver en la (fig. 20), es importante también conocer la dirección de dicha línea.

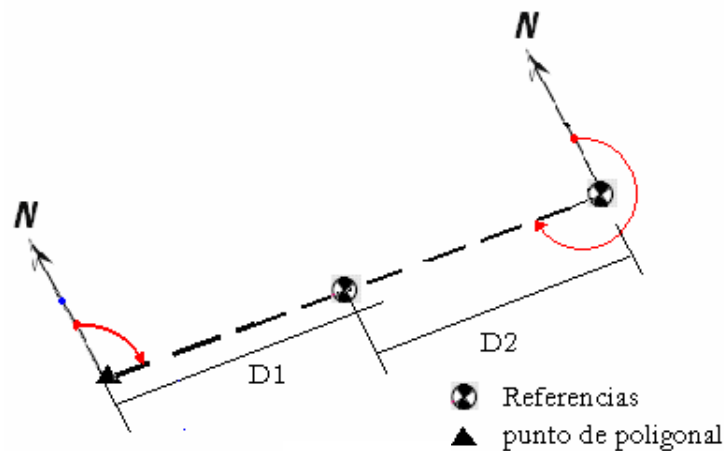
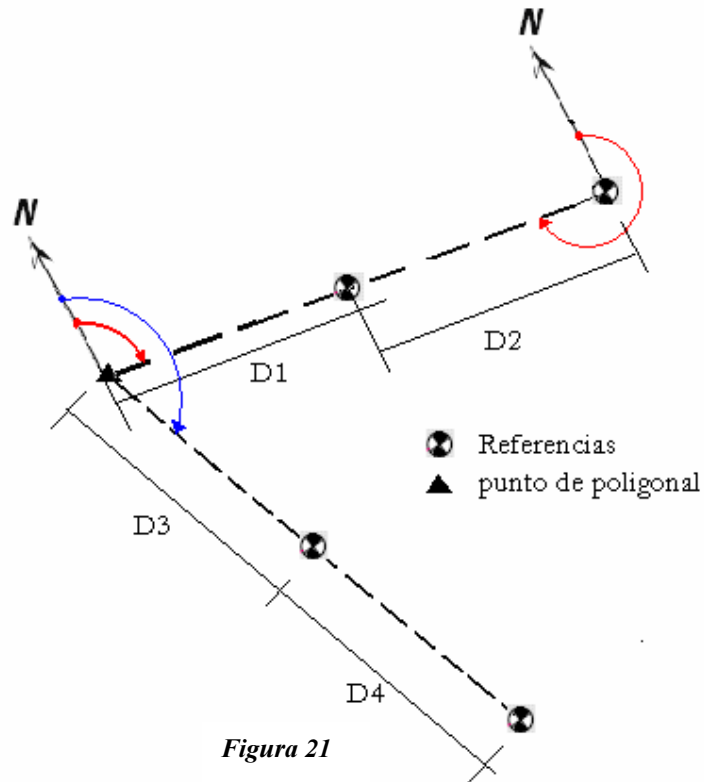


Figura 20

En algunos casos para garantizar mejor precisión al localizar el punto que se esta replanteando se disponen cuatro puntos de la forma que se ve en la (Fig. 21).

² **Replanteo:** es el proceso mediante el cual se hace verificación de la posición de puntos anteriormente localizados.



Los puntos de referenciación deben de tener las siguientes características:

- ✓ deben de ser puntos durables.
- ✓ Se busca que sean puntos alejados de la acción que proyecta para que no se vean afectados
- ✓ Las distancias del punto del proyecto a su referencia y de referencia a referencia no deben de ser muy corta, esto porque como se dijo antes las visuales a cortas distancias presentan un grado de precisión menor en el sentido de la coincidencia del retículo con la línea de plomada
- ✓ Deben de ser puntos localizados con buena precisión, tanto en las medidas lineales como en las angulares.