

Cátedra Fundamentos de Instrumental
Instrumental Topográfico: Cintas métricas y accesorios – Medición de distancias

TEMAS

- 1) Definiciones: punto topográfico, alineaciones, líneas topográficas, distancia natural, distancia horizontal, desnivel.- Señalización y marcación de puntos topográficos y geodésicos.- Monografías.- Registros de campaña.
- 2) Medidas Lineales. Métodos expeditivos: a pasos, odómetro; métodos con instrumental de precisión: cintas métricas. Medida directa de distancias con cinta. Instrumentos topográficos auxiliares en la medición de distancias: jalones, fichas, pentaprisma o escuadra de agrimensor:
- 3) Relevamiento de detalles. Metodología de trabajo. Uso del pentaprisma

1. DEFINICIONES

Las Hipótesis en que se fundamenta la Topografía son:

- o La línea que une dos puntos sobre la superficie de la tierra es una línea recta (distancia geométrica).
- o Las direcciones de la plomada en dos puntos diferentes cualesquiera, son paralelas.
- o La superficie imaginaria de referencia, respecto a la cual se tomarán las alturas es una superficie plana.
- o El ángulo formado por la intersección de dos líneas sobre la superficie terrestre es un ángulo plano, no esférico.

A partir de estas premisas se pueden definir algunos elementos característicos de las mediciones:

1.1 Punto topográfico: punto singular de un levantamiento topográfico que a su vez puede clasificarse según su función en el terreno como:

a) Vértices y Estaciones: Un vértice se forma en la intersección de dos líneas, como el que se presenta en un ángulo o en una esquina de una poligonal abierta o cerrada. Si en un trabajo topográfico, se instala un aparato topográfico, tal como un teodolito, directamente sobre un vértice, a este punto se le llama estación. Los vértices, estaciones y demás puntos auxiliares que se requieren durante las operaciones de campo del levantamiento topográfico se deben materializar mediante **estacas o mojones** (figura 1b).

b) Puntos Instantáneos o intermedios: Son los que se necesitan momentáneamente durante el desarrollo de las operaciones de campo, para dejar una marca circunstancial de referencia para la continuidad de las mediciones y orientación de las alineaciones.

Los elementos que se utilizan para materializarlos son las **fichas**, o sea varillas metálicas con una terminación redondeada y una punta de 25 a 35 cm. de altura. También se utilizan **jalones** que son varas de 2 a 3 metros, construidos en madera o metálicos, con divisiones alternadas de rojo y blanco de 20 cm, con un refuerzo de acero en la punta (figura 1a).

c) Puntos transitorios: Son los puntos que deben permanecer durante todo el tiempo que demande el trabajo de campo y es deseable que se conserven hasta la etapa de construcción de las obras. Normalmente se materializan mediante estacas.

d) Puntos definitivos: Son los puntos que quedan fijos o permanentes aún después del levantamiento topográfico, antes, durante y después de los trabajos de construcción y que se utilizan conjuntamente con otras referencias para volver a colocar en la misma posición a los puntos transitorios del levantamiento topográfico que se han perdido o arrancado. A esta operación se le llama replanteo. Los puntos definitivos pueden ser de dos tipos:

- **Naturales:** Son puntos que se encuentran materializados en el terreno, tales como intersección de orillas de ríos, de rutas, caminos, rocas, piedras grandes, prominencia de cerros, etc.
- **Artificiales:** Son elementos de concreto prefabricados o fundidos in situ denominados mojonos, los cuales quedan fijados a la superficie o enterrados completamente con una tapa de protección (figura 1b). Si el terreno es muy suelto se coloca además una varilla de fijación. Sobre el mojón se dejan fijadas placas de bronce o elementos que identifiquen el mojón respectivo y su posición relativa (coordenadas y altura).

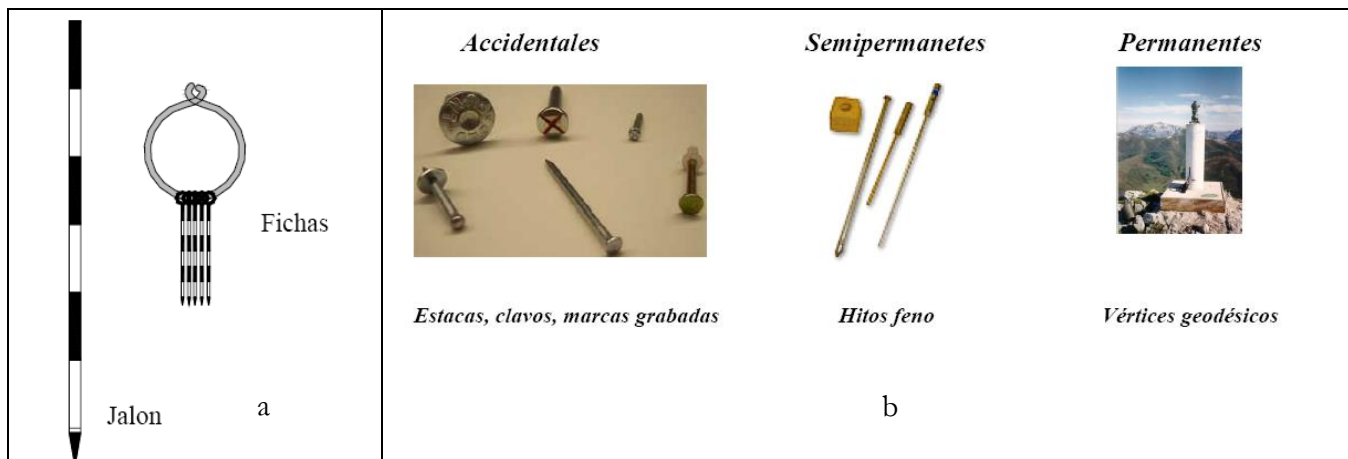


Figura 1: elementos para materializar puntos circunstanciales o permanentes: a) fichas y jalón; b) estacas y mojonos

1.2 Distancias topográficas

Las distancias topográficas se clasifican como (figura 2):

Distancia natural: es la distancia entre dos puntos siguiendo el relieve del terreno.

Distancia geométrica: distancia en línea que une los puntos A y B sin tener en cuenta el relieve.

Distancia reducida: distancia sobre el plano horizontal entre los puntos A y B.

Pendiente de una Línea: La pendiente de una línea está definida como la tangente del ángulo que forma con la horizontal, la cual se puede expresar tanto en grados como en porcentaje.

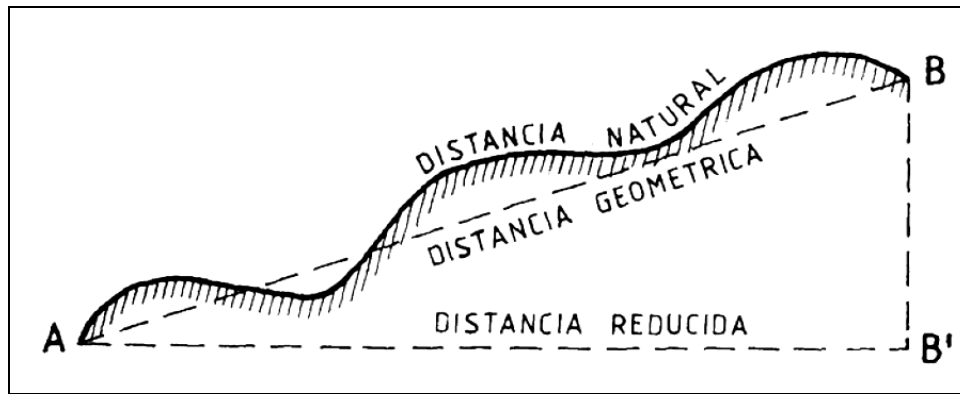


Figura 2: Distancias topográficas

1.3 Monografía de los vértices extremos de la línea: Son las mediciones de distancias y ángulos que se hacen en el campo, desde un punto característico de un levantamiento topográfico (vértice o estación) hasta un detalle estable y permanente con el fin de definir la posición relativa del punto. Estas medidas sirven posteriormente para replantear el punto en caso de que se llegue a perder; se hace un croquis en el que se indican las distancias del vértice a dichos puntos y cualquier otro detalle que ayude a su individualización. También se señala la dirección N-S.

1.4 Libreta de campo: Es la libreta que sirve para anotar todas las medidas, orientaciones, desniveles y demás datos topográficos, directamente en el campo. Esta cuenta con renglones y una cuadrícula.

2. Medidas Lineales

La cinta métrica es el instrumento de medición clásico en la determinación de distancias lineales.

Medir una distancia consiste en determinar por comparación, el número de veces que una unidad patrón está contenida en dicha distancia. La unidad patrón utilizada en la generalidad de los casos para referir medidas lineales es el metro.

Todos los levantamientos topográficos son representados a escala sobre el plano horizontal, por lo que cuando se mide una distancia entre dos puntos sobre la superficie topográfica, ésta debe ser en proyección horizontal o reducida.

La medición de la distancias entre dos puntos constituye una operación común en todos los trabajos de topografía. El método y los instrumentos utilizados dependerán de la importancia y precisión requeridas. Puede hacerse en forma directa o indirecta.

Es directa cuando se obtiene su valor por aplicación sucesiva en toda su extensión de la unidad de medida o un múltiplo o submúltiplo de esta; mientras que se realiza en forma indirecta cuando se realizan otras determinaciones sin aplicar el elemento de medición directamente sobre la línea a medir y se obtiene por calculo su valor.

En general, la medida directa de distancias, viene acompañada de un alineamiento previo entre los puntos a determinar y puede efectuarse de las siguientes maneras:

2.1 Métodos Expeditivos

a) **A pasos:** consiste en conocer la distancia promedio de nuestros pasos normales y el número de ellos cuando recorremos una distancia dada.

El error relativo que se comete es del orden de $1/100$, dependiendo principalmente del tipo de terreno (arena, tierra compactada, tierra suelta, etc.), del valor de su pendiente y del sentido en que se recorre (ascendente o descendente).

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.

b) **Odómetro:** Consiste en una rueda provista de un dispositivo contador, al hacerla rodar por la alineación a medir, el contador va registrando las vueltas (figura 3).

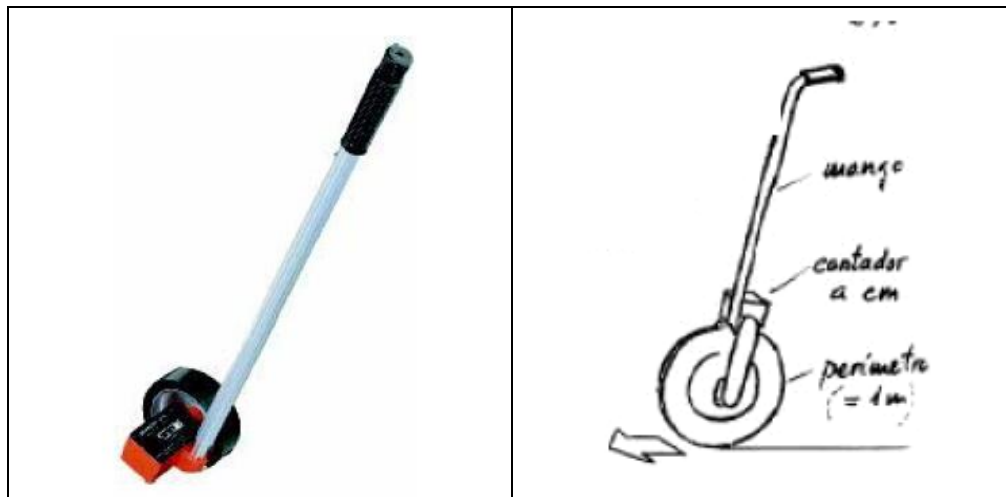


Figura 3: odómetro para mediciones expeditivas

2.2 Métodos con instrumental de precisión

Las cintas métricas empleadas en trabajos topográficos pueden ser de acero, resistentes a esfuerzos de tensión y a la corrosión y vienen en longitudes de 30, 50 y 100 m, con una sección transversal de 8 mm x 0,45 mm para trabajos fuertes en condiciones severas, o de 6 mm x 0,30 mm para trabajos en condiciones normales.

En el proceso de medida, las cintas son sometidas a diferentes tensiones y temperaturas, por lo que dependiendo del material con el que han sido construidas, su tamaño original variará. Por esta razón, las cintas vienen calibradas de fábrica para condiciones ideales de temperatura, tensión y condiciones de apoyo, que son las siguientes:

- Temperatura de 20°C
- Tensión aplicada a la cinta de 5 Kg. (10 lb)
- Cinta apoyada en toda su extensión

Difícilmente estas condiciones se logran en la medición de distancias, por lo que se hace necesaria la utilización de diferentes accesorios, bien sea para hacer cumplir alguna de las condiciones o para medir y estimar la variabilidad de la cinta al ser utilizadas en condiciones diferentes a las ideales. En la actualidad se utilizan también cintas de fibra de vidrio o PVC.

a) **Cinta de agrimensor o de tambor:** constituida por un fleje de acero cuyas dimensiones mas usuales son: ancho de 10 a 25 mm., espesor 0.4 a 0.5 mm., longitud de 50 o 100 m. Están graduadas en ambos lados mediante remaches de cobre o bronce fijos a la cinta cada 20 cm. utilizando un remache algo mayor para los números impares y un pequeño óvalo numerado para los números pares. Por lo general están protegidas dentro de un rodete de latón. Tienen dos manijas de bronce en sus extremos para su exacto tensado y es posible desprenderlas

completamente del rodete para mayor comodidad, siendo la longitud total la que existe entre los ejes de dichas manijas (figura 4). Durante su uso hay que extenderla cuidadosamente evitando la formación de nudos que puedan fracturarla (figura 5). El error relativo que se comete al medir con cinta es del orden de $1/2000$ a $1/10.000$.

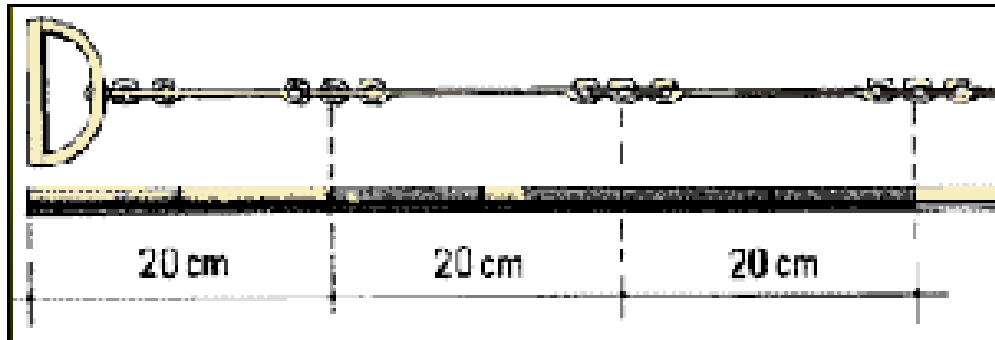


Figura 4: cinta de agrimensor

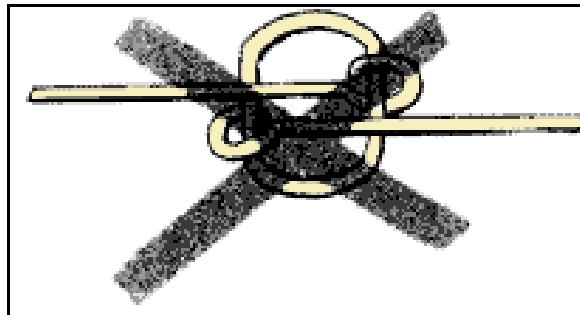


Figura 5: debe usarse siempre extendida para evitar su rotura.

b) **Ruleta o rodete:** son cintas con un fleje de acero y longitudes que van de 10 a 50 m. Tienen un sistema de recuperación en su caja de resguardo, su longitud es menor que las de agrimensor para facilitar la medición de pequeñas longitudes. Están marcados los centímetros y en algunas los mm (figura 6).

c) **Cintas de alambre de invar:** Los hilos de metal invar, se utilizan para medir con mayor precisión, se le llama invar a una aleación especial de hierro y níquel ($64\% \text{ Fe} + 36\% \text{ Ni}$), propiedad que permite una variación muy pequeña de longitud debido a los cambios de temperatura (dilatación).

Se utiliza solo para medir la distancia cuya longitud sea aproximadamente la del alambre, al tener cada extremo graduado una pequeña escala. El error relativo que se comete es del orden de $1/100.000$ a $1/1.000.000$.

d) **Cintas de fibra de vidrio o carbono:** están construidas con tramado de fibras de carbono unidas mediante un **polímero** de teflón. Con longitudes que van de 10 m. a 100 m. (figura 6).



Figura 6: cintas rodete y de fibra de vidrio

2.3 Medida directa de distancias con cinta

Para medir una distancia AB con cinta, se hace coincidir el cero con un extremo A y se toma la lectura de la coincidencia de la graduación con el otro extremo B. en levantamientos topográficos, la línea AB recibe el nombre de alineación.

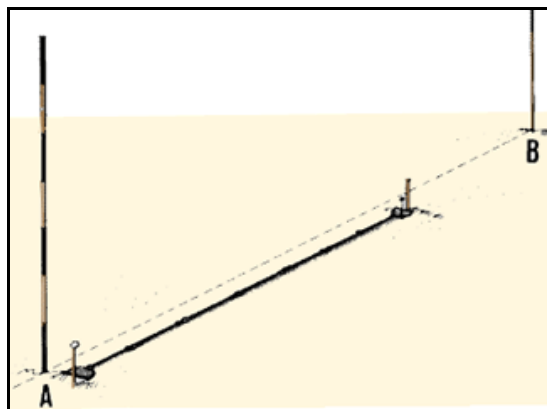


Figura 7: medida de una alineación

Alineación: es la intersección con el terreno de un plano vertical que pasa por una serie de puntos dados; o sea la línea determinada por dos vértices consecutivos que materializan los lados del polígono de trabajo.

Para determinar bien la alineación, habrá que fijar en el terreno varios jalones verticales o puntos de referencia, los que deberían ubicarse entre 50 y 100 m. de distancia unos de otros de ser un terreno plano, y si fuese un terreno accidentado, la distancia entre ellos se reduce a 20 y 50 m.

Ahora bien, una recta queda determinada por dos puntos y recordando que se considera plana la superficie de representación del polígono de trabajo, se puede decir que cuando se verticaliza un jalón en un vértice se está materializando una recta que pasando por ese punto, es perpendicular al plano de referencia.

Si se colocan jalones correctamente verticalizados en dos vértices consecutivos, existirá un plano vertical que los contenga y su intersección con el plano horizontal de referencia definirá la recta

que une los dos vértices. Así se puede materializar o señalar en el terreno cada una de los lados del polígono a medir.

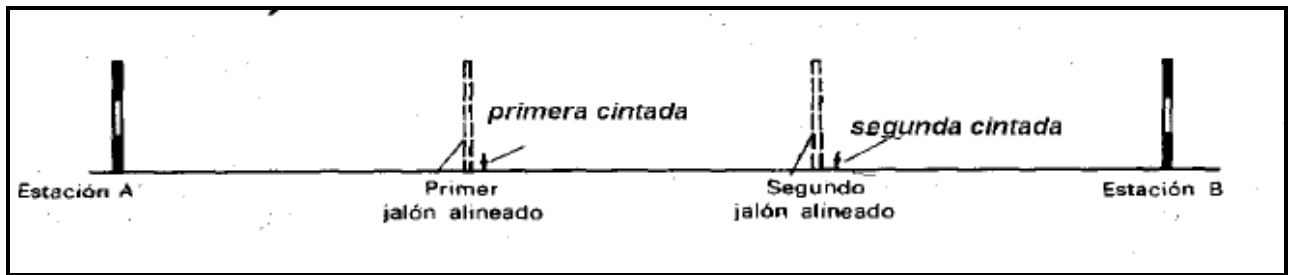


Figura 8: medida de una alineación mediante puntos intermedios

2.4 Instrumentos topográficos auxiliares en la medición de distancias

A continuación se describen algunos de los accesorios utilizados en la medición de distancias con cintas métricas y ya mencionados en el punto 1.

a) **Jalones:** son varillas de aluminio con un diámetro de 2.5 cm. y longitud que va de 2 a 3 m. Vienen pintados con franjas alternadas rojas y blancas de unos 20 o 30 cm. y en su terminación poseen una punta de acero. Se usan como instrumento auxiliar materializando transitoriamente puntos y trazando alineaciones (figura 9).

b) **Fichas:** son varillas de acero de unos 30 cm. de longitud, su parte superior termina en forma de anillo y su parte inferior en forma de punta. Vienen en juegos de 11 fichas juntas en un anillo de acero. Se usan para marcar posiciones finales de la cinta cuando las distancias a determinar son superiores a la longitud de la misma y llevar el conteo del número de cintadas enteras que se han efectuado (figura 9).

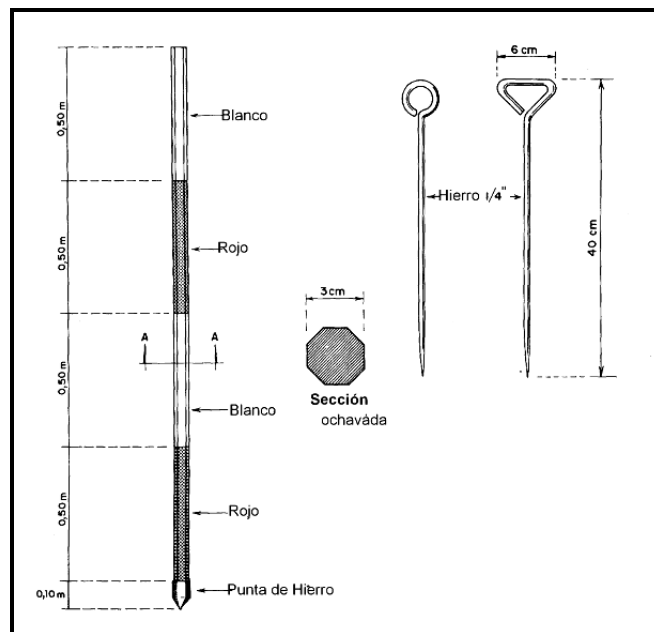


Figura 9: detalle de construcción de jalones y fichas

c) **Pentaprisma o Escuadras ópticas:** Son instrumentos topográficos simples que se utilizan para el trazado de alineaciones y perpendiculares.

- **Escuadra de agrimensor** (figura.10a), consta de un cilindro de bronce de unos 7 cm. de alto por 7 cm. de diámetro, con ranuras a 90° y 45° para el trazado de alineamientos con ángulos de 90° y 45° entre si. El cilindro se apoya sobre un bastón de madera que termina en forma de punta.
- **Escuadra de doble prisma** (figura.10c), consta de dos prismas pentagonales ajustados firmemente entre si para asegurar visuales perpendiculares. Se utiliza para el trazado de perpendiculares a alineaciones definidas por dos puntos a 90° y 180° .

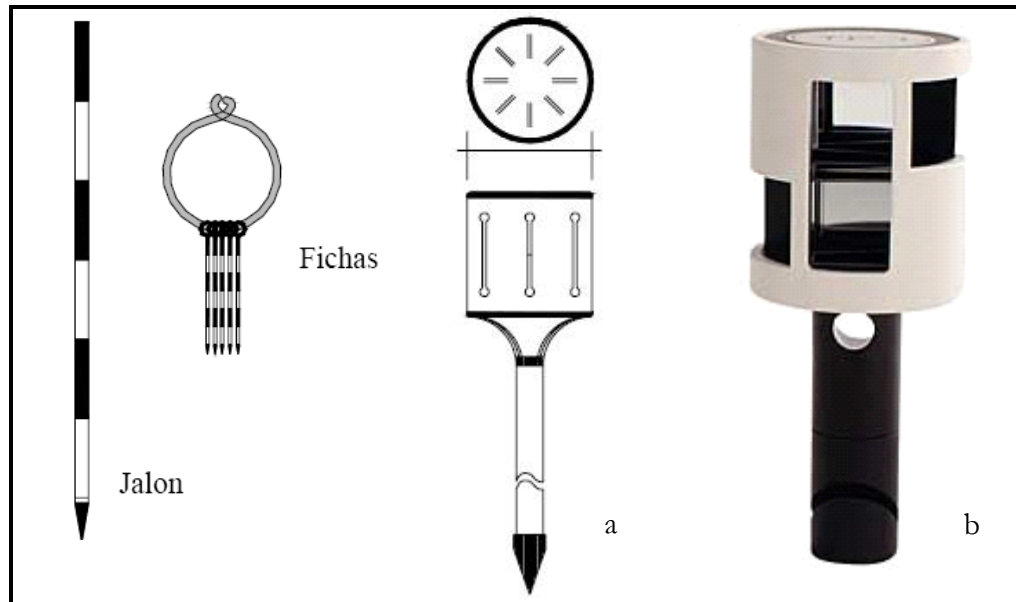


Figura 10: accesorios para la medición de distancias

3. Relevamiento de detalles

Dentro de un levantamiento topográfico puede ser necesario el levantamiento de detalles circundantes al mismo. Se hace tomando cada uno de los alineamientos que componen el levantamiento y aplicando el concepto de ejes cartesianos ortogonales. Las abcisas se miden según la dirección del lado (eje x) y en el sentido de sus progresivas crecientes; las ordenadas se miden perpendicularmente y a cada lado del eje del levantamiento en coincidencia con el detalle a relevar.

Para medir las abcisas se utiliza la cinta de agrimensor o fibra de vidrio y para medir las ordenadas la cinta rodete.

Para iniciar el trabajo habrá que jalonar previamente cada alineación. Se extenderá luego la cinta perfectamente alineada sobre esa dirección y sobre ella se irá midiendo las abcisas al pie de las perpendiculares que pasan por los distintos hechos a relevar.

Para determinar esas perpendiculares se utiliza el pentaprisma doble o escuadra de agrimensor, que permite medir ángulos de 90° o 180° . Con este tipo de aparato se podrá (figura 11):

- Alinear un punto intermedio de una recta, siendo visibles desde el los puntos extremos.
- Levantar una perpendicular desde un punto cualquiera de una alineación recta.
- Bajar una perpendicular desde un punto exterior al lado.

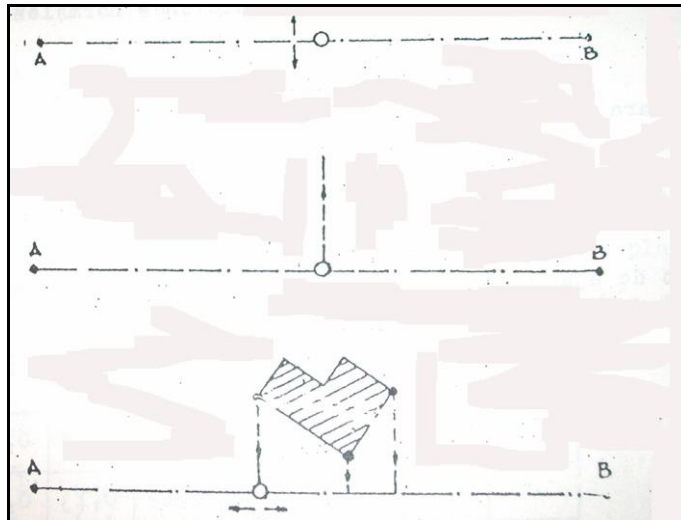


Figura 11: hechos que se pueden relevar con auxilio del pentaprisma. Casos a), b) y c)

El principio del instrumento es el siguiente: un rayo incide sobre el prisma y es refractado y reflejado por distintas caras de tal manera que su dirección de salida forma ángulo recto con la dirección de entrada. Permite la determinación angular con una precisión de $1'$ aunque en la práctica distintos factores influyen en la misma, elevándola a $5'$. No es aconsejable utilizar la escuadra para ubicar puntos sobre ordenadas de más de 100 m.

Una escuadra se encuentra alineada y/o en el cruce de las perpendiculares cuando las imágenes de los jalones se superponen verticalmente en el centro del campo visual del pentaprisma (figura 12).

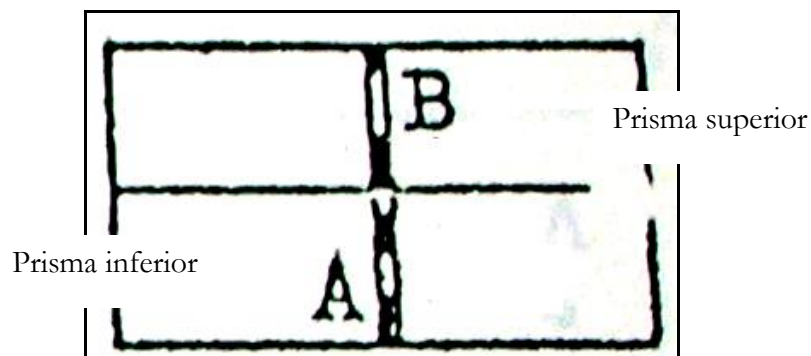


Figura 12: imágenes coincidentes: prisma alineado

Al iniciar el trabajo con el prisma nos colocaremos lo más próximo posible a la alineación correcta apareciendo desplazadas las imágenes (figura 13) de los jalones colocados a la derecha (prisma superior) y a la izquierda (prisma inferior).

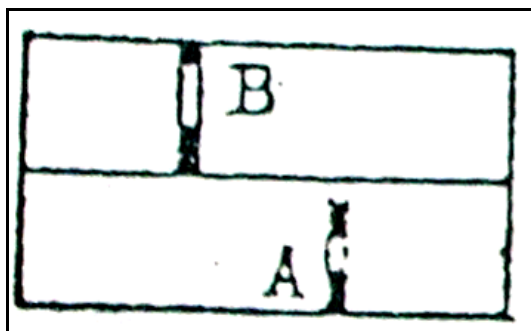


Figura 13: Imágenes desplazadas, prisma no alineado. Prisma superior: imagen del jalón de la derecha; Prisma inferior: imagen del jalón de la izquierda

Luego, introduciendo un movimiento transversal al prisma se logra hacer coincidir las imágenes desplazadas de los jalones. Lograda la alineación se procede a centrarlo sobre un punto determinado de la línea y desde allí se levanta la perpendicular buscada haciendo colocar un jalón frente nuestro de modo que su imagen coincida verticalmente con las reflejadas en los pentaprismas (figura 14).

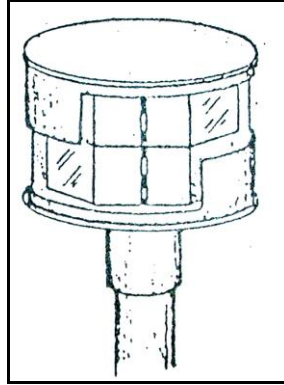


Figura 14: pentaprisma alineado

Cátedra Fundamentos de Instrumental