

APUNTES DE TOPOGRAFÍA

TEMA 2

PEQUEÑOS INSTRUMENTALES TOPOGRÁFICOS

1. METODOS PARA LA DETERMINACION DIRECTA DE DISTANCIAS

La determinación de distancias puede hacerse en forma directa o indirecta. Lo hacemos en forma directa cuando obtenemos su valor por aplicación sucesiva en toda su extensión, de la unidad de medida o un múltiplo o submúltiplo de ésta; mientras que lo realizamos en forma indirecta cuando nos valemos de otras determinaciones que nos permitan, sin aplicar el elemento de medición sobre la línea a medir y obtener por cálculo su longitud.

La medición directa de distancias puede efectuarse de las siguientes maneras:

1) Métodos expeditivos: Recorriendo la línea caminando, y contando los pasos dados. (se estima que el hombre cada dos pasos recorre su altura). El error relativo que cometemos es del orden de $1/100$, dependiendo principalmente del tipo de terreno (arena, tierra suelta, compactada, etc.), del valor de su pendiente y del y del sentido en que se la recorre (ascendente o descendente).

Otro método consiste en contar las vueltas que da una rueda al hacerla rodar por la alineación a medir (odómetro).

2) Medición con instrumental de precisión: En la mayor parte de los trabajos topográficos debemos obtener las distancias con errores menores que los que pueden esperarse con la aplicación de los métodos anteriores. Para ello se recurre a instrumental adecuado que además facilita la operación.

Instrumental utilizado

Jalón: Son bastones rectos de unos 2,50 m. de longitud; 4 a 5 cm. de diámetro; de sección circular u octogonal. En su extremo inferior llevan un azuche de hierro para facilitar su hincamiento. Están pintadas franjas alternadas de colores blanco y rojo para facilitar su visibilidad (fig.21).

Juego de fichas: Una ficha es una varilla de metal con uno de sus extremos aguzado y el otro terminado en forma de anillo, sus dimensiones son: largo 30 a 40 cm., diámetro 4 a 5 mm. Un juego consta de 11 fichas y dos aros porta fichas (fig.21).



Fig. 21

Cinta de agrimensor: (fig. 22) Está constituida en esencia por un fleje de acero de buena calidad cuyas dimensiones más usuales son: ancho 10 a 25 mm., espesor 0,4 a 0,5 mm. longitud 50 ó 100m. Para su uso debe sacarse totalmente de la caja en que se guarda, extendiéndola cuidadosamente evitando la formación de nudos o quiebres que puedan fracturarse. Está marcada de la siguiente forma: cada 2 m. tiene una chapita elíptica en la que figuran su distancia en metros a ambos extremos de la cinta; cada metro un remache grande y cada 0,2 m. un remache chico.

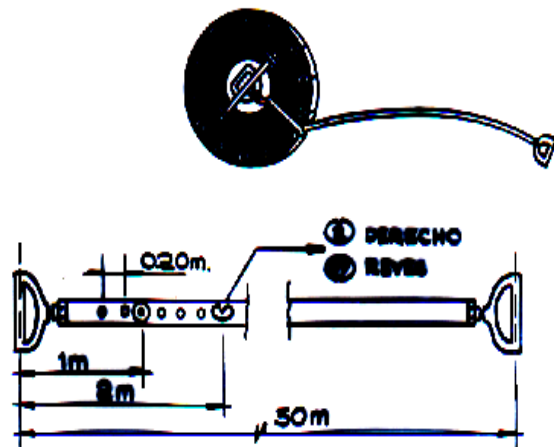


Fig.22

Posee una manija en cada extremo, siendo la longitud total la que existe entre los ejes de dichas manijas, o entre sus bordes exteriores, según los tipos de cintas.

Cintas de fibra de vidrio de caja abierta, de poco peso, flexible, larga duración, lavables, no conductoras de la electricidad y resistentes a la abrasión. Modelos de 50 m y 100 m (Fig. 22 A)



Ruleta o rodete: (fig. 23). Son cintas, que se denominan así por el sistema de recuperación en su caja de resguardo. Su longitud, generalmente, es menor que las de agrimensor. Vienen de 1, 2, 5, 8, 10, 15, 25, 30 y 50 metros; para facilitar la medición de pequeñas longitudes están marcados los centímetros y en algunas están señaladas los milímetros. Generalmente se construyen de acero.

Fig. 23



Cintas y alambres de invar: Se los utiliza en las operaciones topográficas cuando se requiere una precisión mayor que la que podemos obtener con las cintas de acero. El invar es una aleación de hierro y níquel (36% de Ni) que tiene la propiedad fundamental de tener coeficiente de dilatación tan pequeño, que se puede considerar prácticamente nulo ($= 0,000001$).

2. TRAZADO DE ALINEACIONES Y VERTICALIZACION

Definimos como alineación recta a la intersección con el terreno de un plano vertical que pase por dos puntos dados. Para materializarla hincamos un jalón en cada extremo de la misma (fig.24). Puede ocurrir que dichos jalones queden muy distanciados, siendo necesario entonces colocar otros intermedios. A esta operación se le llama "rellenar" la alineación y para ello el operador se coloca detrás de uno de los jalones observando el otro extremo a "ojo desnudo", e indica a un ayudante la ubicación de los jalones intermedios.

Si en lugar de tener que rellenar una alineación tuviéramos necesidad de prolongarla se procede en forma análoga.

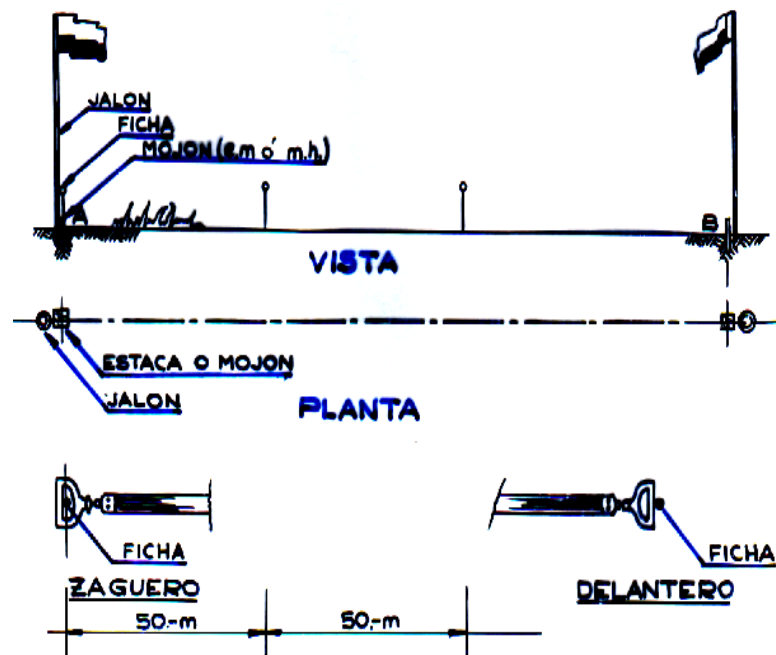


Fig. 24

3. EJECUCION PRACTICA DE LA MEDICION CON CINTA

Dados los puntos A y B (fig.24) entre los cuales se quiere determinar la distancia existente, la primera operación consiste en materializar la alineación que ellos determinan, tal como se ha indicado precedentemente. Luego se procede a medirla. Para ello el equipo de medición debe estar integrado como mínimo, por dos operadores que designaremos zaguero y delantero, que dispondrán de una cinta de agrimensor y un juego de fichas. Inicia la medición el zaguero clavando una de ellas en el extremo A. Luego avanza el delantero hacia B llevando un extremo de la cinta y un aro conteniendo las diez fichas restantes, quedándose el zaguero con el otro aro. Cuando la cinta queda extendida, el zaguero, que es el que dirige las operaciones coloca la manija trasera de manera que la ficha quede dentro de ella en contacto con su borde y pisando el extremo de la cinta, impide con la parte externa de la pantorrilla, que la ficha se incline al tensar la cinta el delantero. Este hinca a su vez una ficha tangente a la parte externa de la manija, con lo que queda concluida la primera cintada. Luego el delantero avanza hacia B; el zaguero recoge la ficha colocada en A, la inserta en el aro y se desplaza hasta la próxima ficha. La operación se repite hasta que al delantero no le queden más fichas; entonces espera al zaguero y proceden a intercambiar sus aros controlando que estén las 10 fichas, además de la clavada. Han recorrido una distancia llamada "tiro" (500 m para cinta de 500 m). Cuando llegan al extremo B de la línea la longitud de la misma estará dada por el número de tiros multiplicados por 500 m., más el número de fichas del zaguero por la longitud de la cinta, más la fracción que se lea desde la última ficha clavada, (obsérvese que la ficha clavada no debe contabilizarse, razón por la cual el juego consta de 11).

Como regla práctica para leer correctamente, el observador debe colocarse frente a la cinta de forma tal que el origen del segmento a medir, quede a su izquierda, y leer en la

chapita ovalada el valor que se presente en posición derecha (fig. 24). La longitud total leída deberá reducirse al horizonte para obtener la distancia topográfica AB.

Si el terreno es ondulado se lo divide en tramos de pendiente uniforme y se calculan las longitudes parciales reducidas.

En general, si la línea a medir es sensiblemente horizontal no será necesario efectuar esta corrección. (Este problema es similar al de "falta de alineación" que se trata más adelante).

4. ERRORES SISTEMATICOS EN LA MEDICION CON CINTA

- | | |
|-----------------------|---|
| Errores Sistemáticos: | Error por falta de contraste:
Error por falta de alineación
Error de catenaria
Error por temperatura
Error de tracción: |
|-----------------------|---|

Error por falta de contraste:

Ej: Long. de contraste = 49,997 m. Longitud atribuída erróneamente durante la medición = 50,00 m., por lo cual siempre se miden 3mm. de más por cada cintada. (error positivo).

No debe utilizarse una cinta sin conocer su longitud contrastada, máxime si ha sufrido roturas con las consiguientes reparaciones. Dicho contraste debe efectuarse aunque sea en forma expeditiva, comparándola con una cinta nueva de la cual se posea el certificado de contraste correspondiente. Procediendo con cierto cuidado es posible determinar su longitud con una vacilación de 2 ó 3 mm., suficiente en la mayoría de los casos.

Existen organismos técnicos oficiales que realizan el contraste con un error medio de ±1 mm. ("Certif. de Verificación Primitiva" del Dpto. de Pesas y Medidas Minist. de Economía)

Error por falta de alineación: Cuando el delantero no está bien alineado, al clavar la ficha lo hace fuera de la alineación, cometiendo un error acumulativo, siendo en todos los casos la longitud real menor que la medida. (Error positivo).

Según fig. 25: $l^2 = l'^2 + a^2 = (l - \Delta l)^2 + a^2$

Efectuando el cuadrado del binomio, eliminando los términos que se anulan y multiplicando en ambos miembros por $l/\Delta l$, obtenemos que :

$$\Delta l = a^2 / (2l - \Delta l)$$

Si en el denominador despreciamos Δl , dada su pequeñez frente a $2l$, nos queda finalmente:

$$E_{al} = \Delta l = a^2 / 2l$$

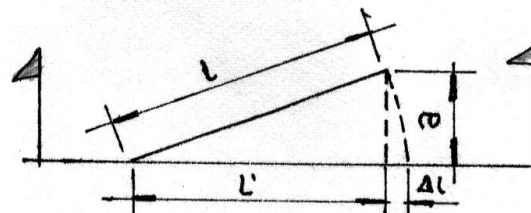


fig. 25

Obsérvese que esta expresión es válida también para el caso en que a sea el desnivel entre los extremos de la cinta.

Error de catenaria: Cuando la cinta no asienta sobre el terreno quedando suspendida de sus extremos, adopta la forma de una catenaria, originándose un error que como el anterior es también acumulativo, siendo la longitud real menor que la medida.

$$E_c = l - c = (c^3 \cdot p^2) / (24 \cdot F^2)$$

Siendo:

c : longitud de la cuerda

l : longitud de la cinta

p : peso por unidad de longitud de la cinta

F : fuerza aplicada

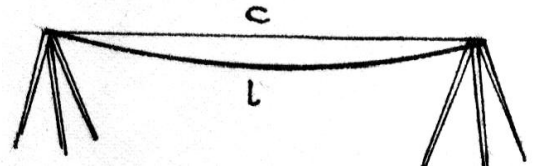


fig. 26

Este error es tenido en cuenta en las mediciones de gran precisión, como las que se efectúan en Geodesia, con la cinta suspendida entre trípodes. Es poco frecuente en Topografía. (fig. 26).

Error por temperatura: Como la cinta se dilata y se contrae por efecto térmico origina un error, en relación a su temperatura de contraste.

$$l_t = l_o (1 + \alpha \cdot \Delta_t)$$

Siendo :

$$\Delta_l = l_t - l_o$$

$$\Delta_l = l_o \alpha \cdot \Delta_t$$

l_o : longitud de contraste

l_t : longitud de la cinta a $t^\circ \text{C}$

α : coeficiente de la dilatación lineal ($\alpha \cong 1/80.000$ a $1/100.000$)

Δ_t : diferencia entre la temperatura de contraste y la de la cinta.

Esta variación lineal $\Delta_l = l_t - l_o$ es de *aproximadamente 0,5 mm. por cintada y por grado de diferencia de temperatura.*

Error de tracción: Al contrastarse una cinta nueva se consigna generalmente en una de sus manijas el valor de la fuerza de tracción aplicada (también su temperatura). Si hay diferencias con dicho valor, cuando se tensa en el terreno, se origina un error que está dado por:

$$E_{Tr} = (\Delta F \cdot l) / E \cdot S$$

ΔF : diferencia entre la fuerza aplicada y la de contraste.

E : módulo de elasticidad o de Young = $2,10^6 \text{ kgr./cm}^2$

S : sección de la cinta

l : longitud de la cinta

Tiene también como valor aproximado *0,5 mm por cintada y por kg. de diferencia entre la fuerza aplicada y la de contraste.*

- En general se toman para nuestro país 20°C y 5 kg. como temperatura y tracción de contraste, respectivamente.

De todos los errores sistemáticos consignados precedentemente el más importante es el producido por la temperatura; en cuanto a los errores por tracción y catenaria, además de su menor incidencia, tienden a compensarse mutuamente.

5. ERRORES ACCIDENTALES

Los errores de la naturaleza accidental en la medición directa de longitud son de menor incidencia, que los sistemáticos. Entre aquellos, el más importante es el debido a la falta de coincidencia entre los extremos de la cinta, al ser ésta colocada sucesivamente a lo largo del segmento a medir. Cuando el terreno es llano y el suelo consistente, la magnitud del error es pequeña, pues hay firmeza y seguridad en la colocación de las fichas. Pero en la generalidad de los casos ello no ocurre así, debido a distintas circunstancias: suelos con vegetación, arenosos, barrocos o pedregosos. O bien con desniveles u obstáculos que, aunque de pequeña altura, obligarían a un quiebre de la cinta, tanto más pronunciado cuanto más cercano se halle del extremo de la cinta (fig.27)

En tal supuesto la expresión $\Delta l = a^2 / 2 l$ indica que el error sistemático puede ser importante para un valor de " l " pequeño.

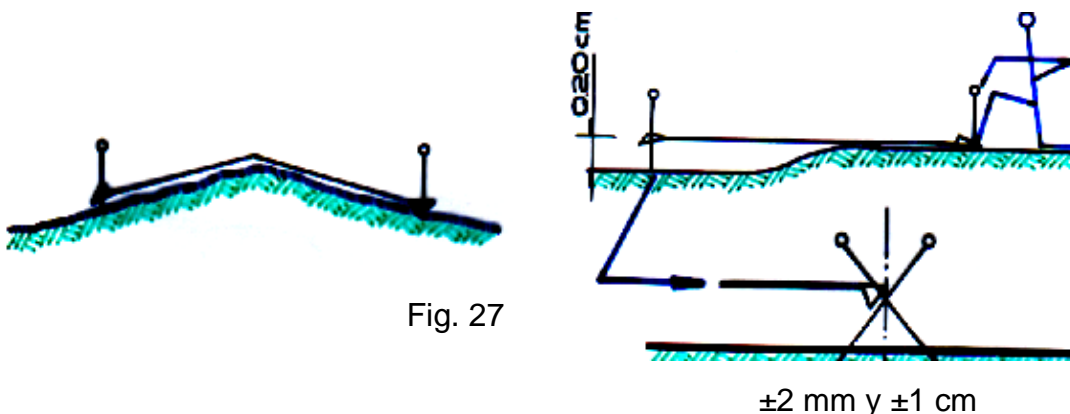


Fig. 27

Es por ello que para evitar este error sistemático, el delantero sostiene elevada la manija (por ejemplo 20 cm. sobre el suelo, que sería la altura del supuesto obstáculo) mientras tensa la cinta tratando de que ésta permanezca lo más rectilínea posible. Es evidente que en tal circunstancia la ficha no quedará hincada en la vertical pasante por el borde de la manija, sino por delante o por detrás de la misma. Este error accidental producido por la falta de verticalización de la ficha que en general puede oscilar entre ± 2 mm y ± 1 cm según la naturaleza del suelo a lo largo de la línea (fig.27), intencionalmente despreciado por parte del operador, en razón de que su propagación es función de la raíz cuadrada del número de cintadas. De ahí que no se justifique tomar recaudos especiales, como podría ser la utilización de una plomada, por ejemplo. Ello evidenciaría claramente al analizar la propagación de los errores sistemáticos y accidentales, que pasamos a tratar.

6. PROPAGACION DE ERRORES SISTEMATICOS Y ACCIDENTALES

Como ya se ha expresado, en la medición directa de longitudes inciden fundamentalmente los errores sistemáticos, siendo el más dificultoso de evaluar el debido a la temperatura de la cinta (que incluso es variable a lo largo de la misma). Si

se pretendiese medir con gran precisión, por ejemplo de 1:20.000, habría que evaluar dicha temperatura con una vacilación inferior a $\pm 5,0^\circ\text{C}$ (recuérdese que la incidencia es de $0,5 \text{ mm} / 1^\circ\text{C} / \text{cintada}$). A tal efecto tendría que adosarse a la cinta un termómetro metálico. Pero en la práctica topográfica se utilizan otros procedimientos cuando se requiere la mencionada precisión (por ejemplo el paraláctico o el electrónico, tratados en más adelante).

Para precisiones menores, entre 1:5.000 y 1:10.000, es posible utilizar la cinta de agrimensur con relativa comodidad, inclusive estimando "al tacto" la temperatura aproximada de la cinta, con plena conciencia de que el error residual resultante no afectará la precisión preestablecida. Este proceder expeditivo se aplica en la inmensa mayoría de los casos, lográndose gran celeridad en la medición.

Podemos expresar que la **propagación de errores para n cintadas**, será (fig. 28) :

$$(*) \left\{ \begin{array}{l} \text{Error accidental total : } E_a = e_a \cdot \sqrt{n} \\ \text{Error sistemático total : } E_s = e_s \cdot n \end{array} \right.$$

Donde:

- e_a = error accidental de una cintada
- e_s = error sistemático de una cintada (residual)
- L = longitud a medir
- l = longitud de la cinta
- n = número de cintadas = L/l

Obsérvese que en general e_s será el error sistemático residual, ya que se supone que todos los errores sistemáticos han sido evaluados (dentro de una cierta vacilación, como en el caso ya citado de la temperatura) y consecuentemente anulados sus efectos en gran parte. La parte restante (o residual) será pequeña, y, aunque desconozcamos su signo, sabemos que la función de su propagación será lineal, como se observa en la figura 28. En dicha gráfica hemos supuesto un error residual sistemático pequeño en relación al error accidental ($e_s = 3\text{mm}$; $e_a = \pm 1 \text{ cm}$).

Si se mide una longitud $L = n \cdot l$, ($l = 50 \text{ m}$) el error medio total resultante de la propagación conjunta de los errores accidentales y sistemáticos estará dado por la siguiente expresión :

$$m_L = \sqrt{E_a^2 + E_s^2}$$

y según (*):

$$m_L = \sqrt{e_a^2 \cdot n + e_s^2 \cdot n^2} = \sqrt{\{e_a^2 \cdot L/l + e_s^2 \cdot L^2/l^2\}}$$

Los valores de e_a^2/l y de e_s^2/l^2 se determinan experimentalmente, en distintos tipos de terreno. Extrayendo del radical la parte común de ambos, se llega a la expresión:

$$m_L = K \sqrt{A L + B L^2}$$

Para las tolerancias, como es sabido, en general se adopta el valor : $T_L \cong 3 m_L$

Obsérvese que la gráfica de fig. 28 se ha dibujado en concordancia con los valores del subradical de la expresión de la Tolerancia para Zonas urbanas y suburbanas. En efecto, para distintos valores de L, resultan los siguientes para el subradical :

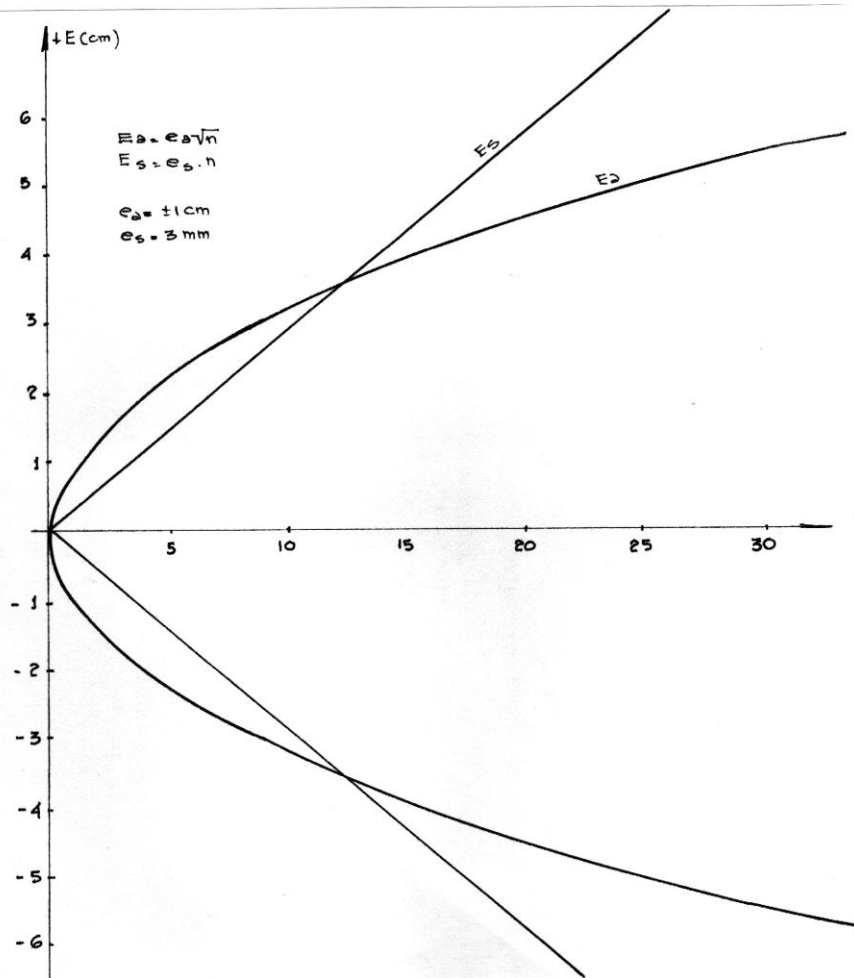


Fig. 28

L	Parte Accidental 0,3 L	Parte Sistemática 0,0005 L ²
100 m	30	5
600 m	180	180
1.000 m	300	500
5.000 m	1.500	12.500

O sea que dichas expresiones de Tolerancias implican adoptar, para una cintada, una incidencia del error sistemático igual al 30% del error accidental.

De la observación del cuadro de valores precedente (y de la gráfica) surge que para valores de "L" hasta de 600 m ($n \leq 12$) prevalece la influencia del error accidental. Luego comienza a predominar la del error sistemático, en forma muy significativa a medida que aumenta la longitud "L".

A continuación se especifican las tolerancias fijadas por el Reglamento Nacional de Mensuras, para distintas zonas y condiciones del terreno ("L" y "T" expresadas en metros):

ZONA	Condiciones	Tolerancia (T)
Urbana	Favorables	$0,015 \sqrt{L} (0,3L + 0,0005 L^2)$
	Desfavorables	$0,02 \sqrt{L} (0,3L + 0,0005 L^2)$
Suburbana	Favorables	$0,02 \sqrt{L} (0,3L + 0,0005 L^2)$
	Desfavorables	$0,03 \sqrt{L} (0,3L + 0,0005 L^2)$
Rural	Favorables	$0,01 \sqrt{L} (1,5L + 0,003 L^2)$
	Desfavorables	$0,015 \sqrt{L} (1,5L + 0,003 L^2)$
	Muy desfavorable	$0,02 \sqrt{L} (1,5L + 0,003 L^2)$

7. ERROR RELATIVO EN LA MEDICION CON CINTA

De las expresiones (*) que transcribimos:

$$\text{Error accidental total : } E_a = e_a \cdot \sqrt{n}$$

$$\text{Error sistemático total : } E_s = e_s \cdot n$$

Surge que los errores relativos sistemático y accidental de la longitud total "L" serán respectivamente:

$$\varepsilon_{Ls} = E_s / L = (e_s \cdot n) / (n \cdot l) = e_s / l = \varepsilon_s \quad (1)$$

$$\varepsilon_{La} = E_a / L = (e_a \cdot \sqrt{n}) / (n \cdot l) = e_a / (l \cdot \sqrt{n}) = \varepsilon_a / \sqrt{n} \quad (2)$$

La (1) indica que el error relativo sistemático del lado "L" es igual al error relativo sistemático de una cintada; y por tanto su valor es independiente del número "n" de cintadas (o del valor de "L").

La (2) expresa que el error relativo accidental del lado "L" es igual al error relativo accidental de una cintada dividida por \sqrt{n} .

Es evidente que al crecer n el valor de dicho error tiende a ser insignificante. Se ve claramente ahora por qué indicamos al comienzo que en la medición directa de longitudes es mucho más importante la incidencia de los errores sistemáticos, en razón de su dificultosa evaluación, sobre todo el producido por la temperatura. En cambio, nos despreocupamos del accidental, sobre todo tratándose de longitudes largas.

8. MONOGRAFIA DE LOS VERTICES

Monografía de los vértices extremos de una línea o polígono:

Cada vértice estará materializado por una estaca de madera, mojón de hierro (barra de hierro empotrada o hincada en el suelo), placa metálica señalizada o pilar, etc.

Para definir su ubicación en el terreno y facilitar posteriormente: el descubrimiento o posible reemplazo por pérdida o rotura o reconstruir precariamente su posición o posibilitar su remediación o la verificación de alguna medida, se efectuará la monografía de cada uno de los vértices. Se procede a vincularlos con puntos presumiblemente permanentes y notables del terreno que los rodea. Consiste en tomar tres medidas de referencia a puntos característicos y estables del terreno, en lo posible distribuidos de manera que formen entre sí ángulos de aproximadamente 120° cada uno, para hacer más precisa la determinación del punto.

Para cada monografía se hará un croquis en la libreta de campaña y no será necesario hacerlo en escala, pero sí guardando cierta proporción en el dibujo. Se elabora 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 señalará la dirección N-S; teniendo en cuenta las siguientes indicaciones (fig. 29):

- Ubicar el norte arriba.
- Usar signos cartográficos, o en su defecto, símbolos suficientemente claros.
- Definir con línea punteada la distancia de la estaca al punto tomado como referencia.
- Anotar la medida en el extremo del segmento y perpendicularmente a la distancia medida.
- Los puntos de referencia deberán estar claramente definidos, de lo contrario convendrá marcarlos con un clavo o con una marca de pintura. Esto último ayudará a su rápida identificación.
- Las medidas se tomarán con una cinta métrica de acero, de las tipo ruleta o metro Láser.
- Se designará cada vértice con una letra mayúscula, comenzando con la letra A por el vértice ubicado más al Norte y continuando en el sentido de avance de las agujas del reloj.

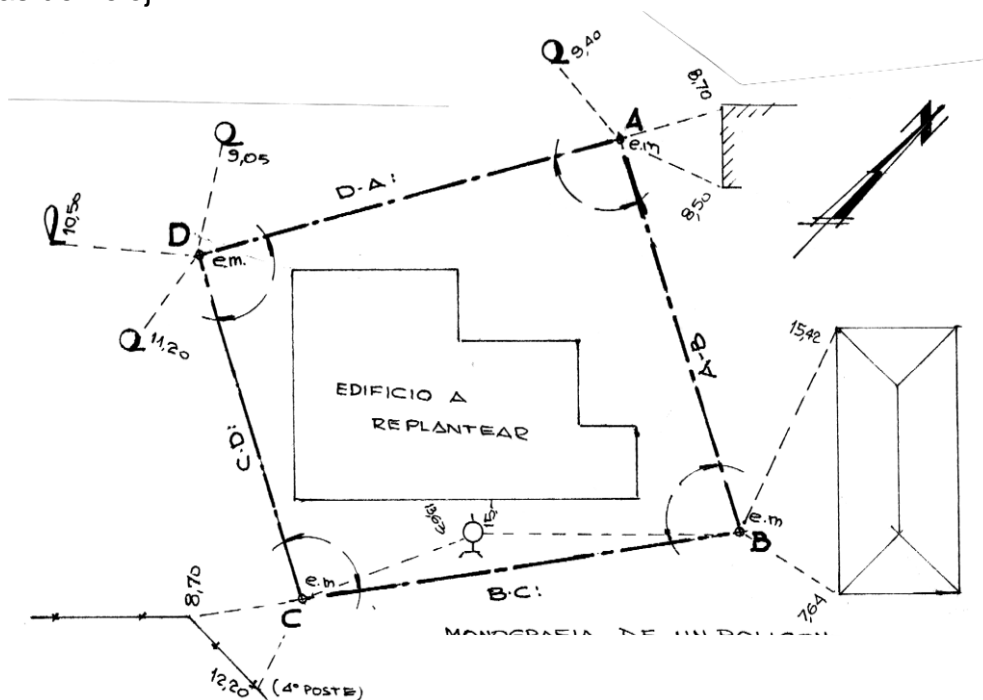


Fig. 29

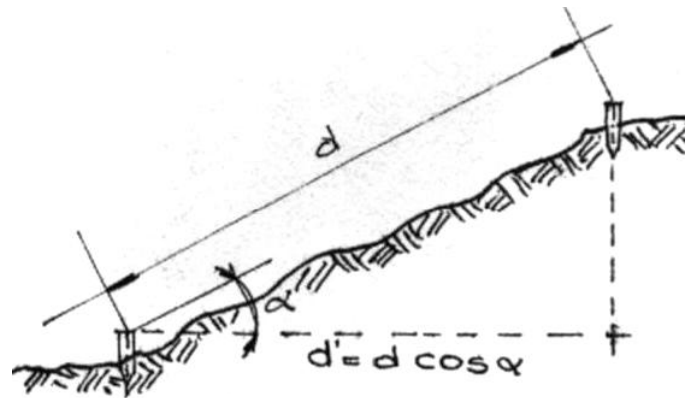
Una vez definidos los vértices, se procederá a medir la longitud de los lados del polígono así determinado. (fig. 29).

9. MEDICION EN PENDIENTE

Recordemos nuevamente que la superficie de representación adoptada es un plano horizontal.

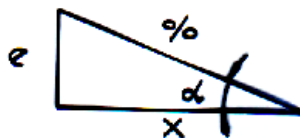
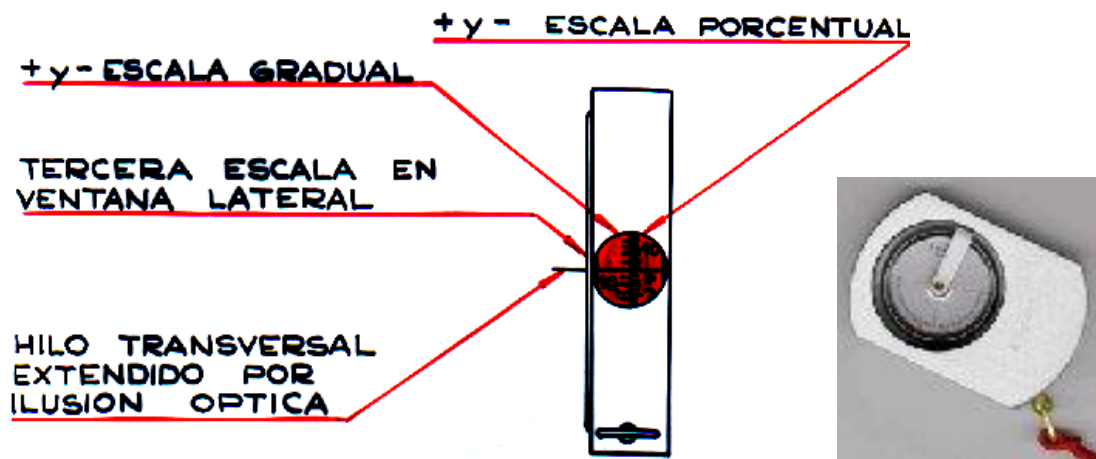
Fig.30

Por lo tanto, si se presenta la necesidad de medir una distancia entre dos puntos que se encuentren a distinta altura, será necesario determinar la proyección horizontal de la distancia inclinada que podemos medir. (fig. 30 y 31).



El ángulo α puede medirse con un **inclinómetro o clisímetro o eclímetro**, que son aparatos de construcción muy sencilla, que nos permiten medir indistintamente el ángulo de altura o depresión $\pm \alpha$ y la pendiente $\pm i$ del terreno.

Fig.31



$$\% = \frac{e \cdot 100}{X}$$

Con ellos se pueden apreciar valores enteros de pendiente o ángulo de altura y estimar la mitad de esas divisiones.

El modo de operar con ellos es el siguiente : Supongamos que se quiere medir la distancia AD (fig. 32), compuesta de tres tramos AB, BC y CD de distinta pendiente cada uno.

Se inicia la medición colocándose el operador en el punto A, sosteniendo en su mano el eclímetro, y su ayudante en el punto de quiebre de pendiente sosteniendo un jalón o señal con una regleta colocada horizontalmente a la misma altura (distancia al suelo) que a la que se encuentra el ojo del operador.

Bisectando esa señal con el eclímetro, el operador podrá determinar el ángulo de inclinación de la visual paralela al terreno. Midiendo la distancia entre los extremos de ese tramo de pendiente se podrá luego calcular fácilmente la proyección horizontal correspondiente.: $d_{h1} = d_1 \cdot \cos \alpha$

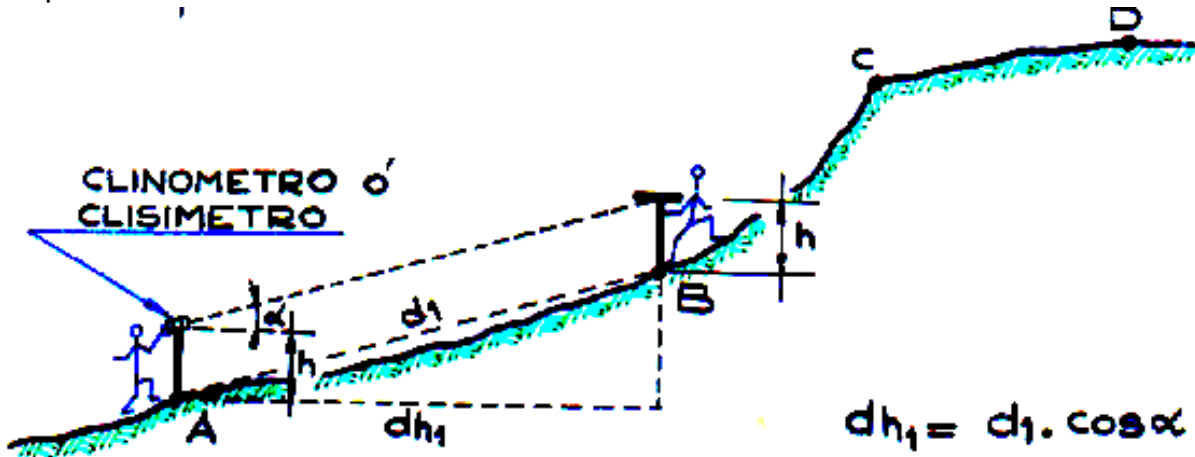


Fig. 32

Procediendo de la misma manera en todos los sectores de distinta pendiente que componen el lado a medir y sumando sus respectivas proyecciones horizontales, se tendrá la proyección horizontal del mismo.

Si se requiere una precisión muy elevada en la obtención de la proyección horizontal se miden los ángulos de altura con el teodolito, instrumento que se estudiará con todo detalle en el desarrollo de Curso.

En el caso de no disponer de ninguno de los instrumentos mencionados, se puede medir la distancia inclinada descomponiéndola en resaltos horizontales de igual longitud que la regla de que se disponga. (fig.33)

El procedimiento también es muy sencillo y se puede desarrollar de acuerdo al siguiente esquema:

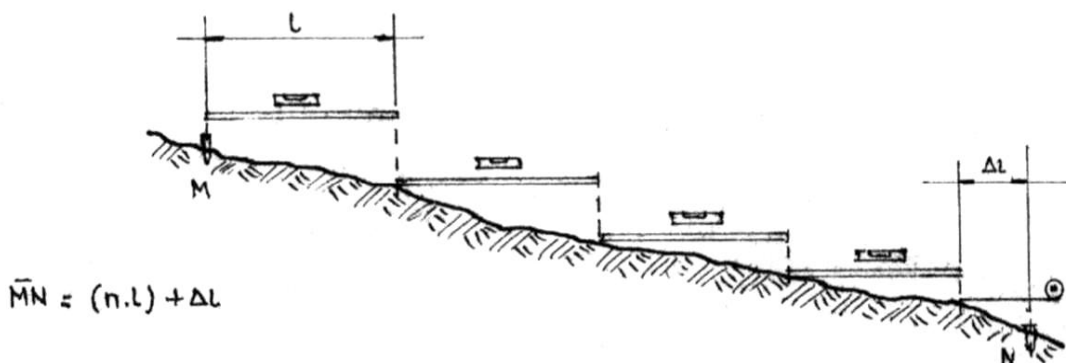


fig.33

Se apoya el extremo de la regla de longitud conocida sobre la estaca de arranque y con un nivel de burbuja sencillo (tipo albañil) se horizontaliza. Con una plomada se señala sobre el terreno la proyección del otro extremo de la regla. Se repite este procedimiento todas las veces que fuera necesario y el resto se mide directamente con una cinta.

Estos procedimientos de medición en pendiente serán utilizados únicamente cuando la inclinación del terreno provoque diferencias apreciables en la medición, que puedan distorsionar los resultados, haciéndolos quedar fuera de las tolerancias fijadas. Téngase en cuenta que cuando se trata de terrenos fuertemente ondulados, las tolerancias son mucho más amplias.

10. MEDICION DE ANGULOS CON EL SEXTANTE

El sextante es un instrumento de reflexión que se utiliza para medir ángulos.

Se utilizan a mano alzada (sin trípode) y permite medir directamente ángulos en el espacio, situados en planos de cualquier inclinación. Por eso los ángulos que se miden con el sextante se llaman ángulos de posición.

Hay dos tipos de sextantes: el marino y el de bolsillo. Siendo similares sus componentes, el principio de funcionamiento de ambos es el mismo.

Sus elementos básicos son: un espejo fijo y uno móvil y un sector de círculo graduado (limbo) y un índice (alidada) para medir el ángulo que forman los espejos. Conociendo la relación existente entre ese ángulo y el que forman las visuales se podrá obtener este último.

11. BRUJULA

AGUJA IMANADA: se orienta en la dirección Norte-Sur en forma casi constante para un mismo instante y lugar. Se usa para medir ángulos horizontales; como elemento orientador de precisión insuficiente. EL POLO NORTE magnético de la tierra no coincide con el POLO GEOGRAFICO. Como la aguja imanada se dispone en la dirección de los polos magnéticos, resulta que el plano vertical que pasa por los polos verdaderos de la tierra y el plano vertical en el que está el eje de la aguja imanada libremente suspendida, no coinciden. Así como tampoco las intersecciones de esos planos con la superficie de la tierra, intersecciones que son: el Meridiano Geográfico y el Meridiano Magnético, respectivamente.

BRUJULAS DE LIMBO FIJO: La graduación va de 0° a 360° en el sentido contrario al movimiento de las agujas del reloj (directo).

BRUJULAS DE LIMBO MOVIL: En estas la aguja imanada gira con el limbo, leyéndose los ángulos por medio de un índice fijo a la caja de la brújula; las graduaciones siguen el sentido del movimiento de las agujas del reloj (retrógrado). Figs. 34 y 35



Fig.34

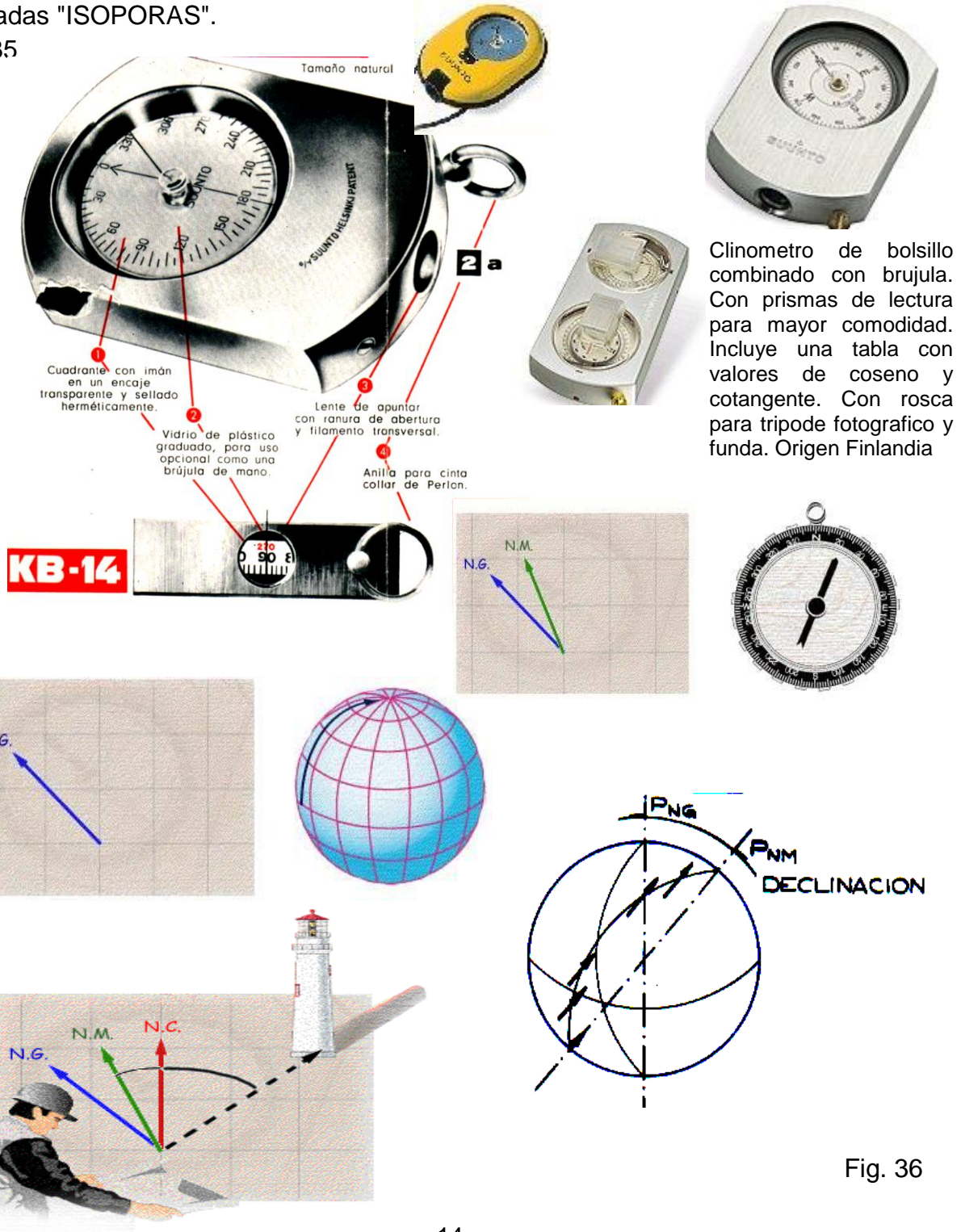


Llamamos Inclinación magnética de la aguja imanada, al ángulo que la aguja libre, en un cierto lugar de la tierra, forma con el plano horizontal.

Llamamos Declinación magnética de un lugar, al ángulo comprendido entre el plano meridiano astronómico y el plano meridiano magnético. La misma puede ser Este u Oriental y Oeste u Occidental según que la punta Norte de la aguja imanada se desvíe hacia el Este u Oeste del meridiano astronómico, respectivamente. (fig. 36)

La Carta Isógona Nacional es un mapa de la República en el que se han indicado por líneas de trazo continuo los puntos de igual declinación magnética, llamadas "ISOGONAS" y los puntos de igual variación anual, con líneas de pequeños trazos, llamadas "ISOPORAS".

Fig.35



Clinometro de bolsillo combinado con brújula. Con prismas de lectura para mayor comodidad. Incluye una tabla con valores de coseno y cotangente. Con rosca para tripode fotografico y funda. Origen Finlandia

Fig. 36

La inclinación magnética aumenta hacia los polos. En las cercanías de los polos geográficos existen puntos cuya inclinación toma valores de $+90^\circ$ y -90° ; estos puntos no coincidentes con los polos geográficos, se llaman Polos Magnéticos y se encuentran en el Hemisferio Norte en el Canadá a la latitud $+73^\circ 25'$ y en el Hemisferio Sur en el Victoria Land de latitud $-73^\circ 25'$.

Variaciones: durante el día, la declinación varía en algunos minutos de arco; en nuestra latitud es de alrededor de $10'$.

Si la declinación es Este, toma valor máximo a media noche y mínimo a las 13 hs. Como las operaciones topográficas con la aguja imanada no pretenden tener precisiones más allá de los $15'$ debido a la inseguridad con que la aguja se sitúa en el plano meridiano magnético, por varias causas, entre otras las mencionadas anteriormente, no debemos preocuparnos por las variaciones diurnas.

ANGULO AZIMUTAL: Es el ángulo horizontal que se mide con origen a partir de la dirección Norte-Sud y en el sentido de giro de las agujas del reloj.(fig.37)

RUMBO: El ángulo que una línea cualquiera forma con el meridiano magnético del lugar, se llama RUMBO MAGNETICO de la línea, de modo que un ángulo se mide por la diferencia de los rumbos magnéticos de sus lados.(fig. 38).

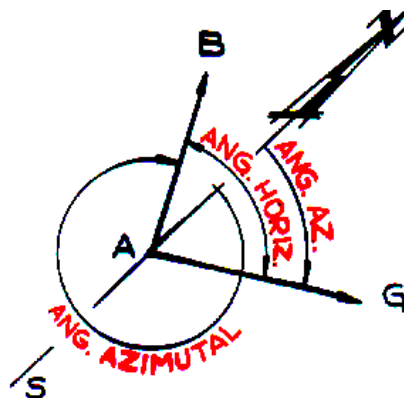


Fig. 37

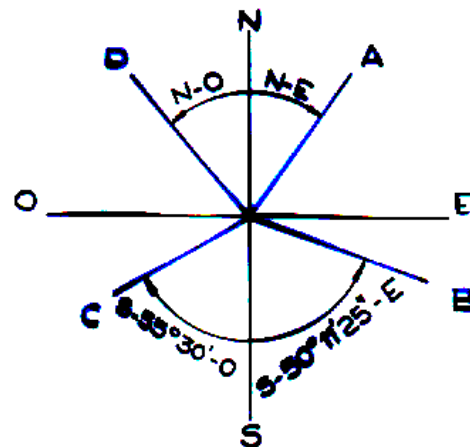
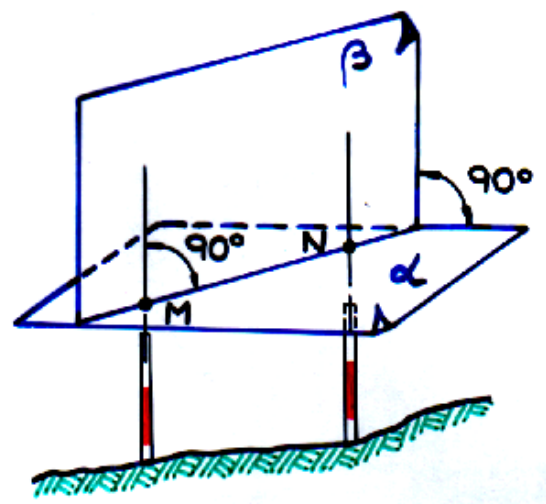


Fig. 38

12. ALINEACIONES

Definidos en el terreno los vértices del polígono por medio de estacas o mojones, pasaremos a medir sus lados. Para ello trataremos de establecer las alineaciones determinadas por dos vértices consecutivos es decir, los lados del polígono. Recordando que consideramos plana la superficie de representación de nuestro polígono, podemos 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.

α = plano horizontal de referencia \perp plano β Fig. 39



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 podemos materializar o señalar en el terreno cada uno de los lados del polígono a medir.(fig. 39).

Generalmente, para que el operador pueda transportar la cinta siguiendo perfectamente cada alineación, habrá que intercalar todos aquellos jalones que sean necesarios para asegurar su intervisibilidad.

Si hay visual entre los extremos de una línea, será fácil colocar jalones intermedios, pues el operador ubicado en un vértice podrá, con señas claras, indicarle a su ayudante los desplazamientos que deberá efectuar con el jalón intermedio para que quede alineado.

En caso de no ser intervisibles los extremos, se efectuará una alineación desde el medio o alineación recíproca, atendiendo al siguiente esquema de movimientos:

Sea colocar dos jalones intermedios en la línea MN.

Fig. 40

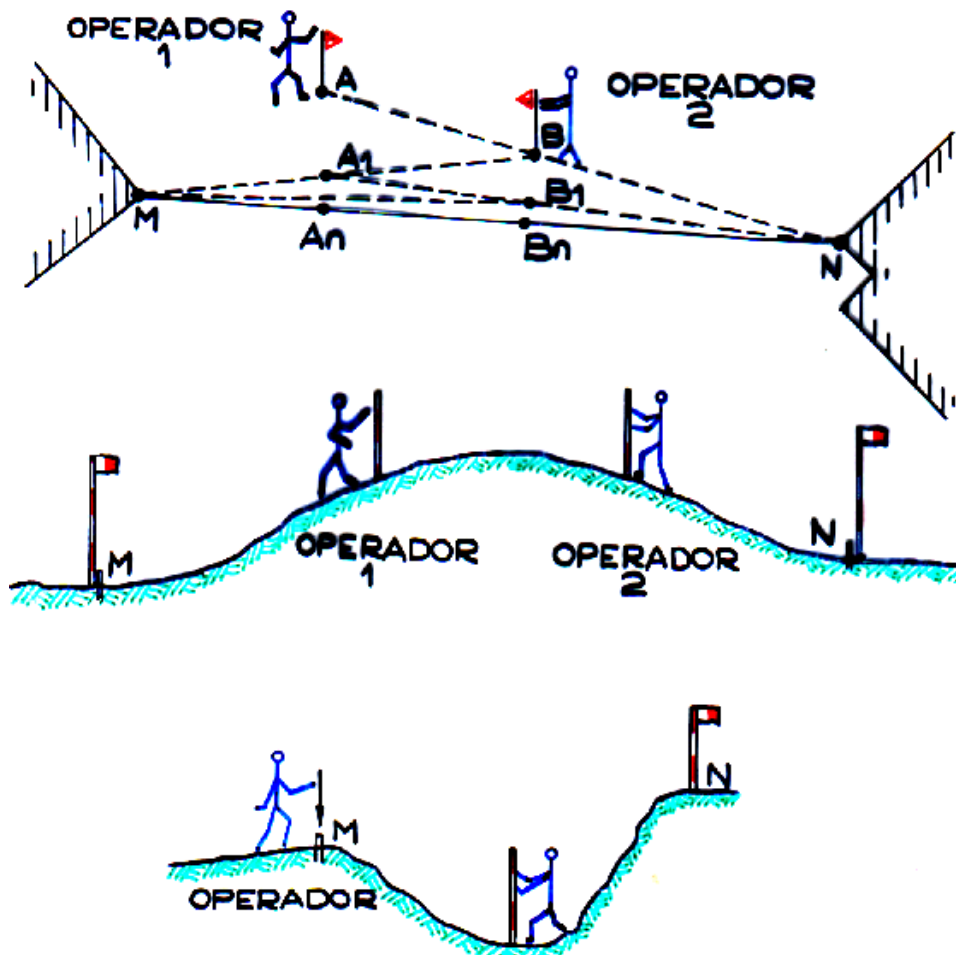


Fig. 41

El operador 1 (Fig.40) coloca un jalón en el punto A, lo más cerca posible de la alineación correcta. Desde allí le indica al operador 2 que coloque el jalón en la posición B, alineado con el punto N. Luego, el operador 2 alinea el jalón sostenido por el operador 1 (posición A_1) con el vértice M. Continuando con este procedimiento, llega

un momento en que ambos jalones intermedios están alineados simultáneamente con los puntos extremos.

Este procedimiento se utiliza también cuando hay desniveles intermedios que impiden la visual entre los extremos.

Cuando se trate de alinear un punto intermedio situado en una depresión (Fig. 41), un método a utilizar será el instalarse el operador, con una plomada, en uno de los vértices. Desde allí, visualizando el hilo de la plomada suspendida y el jalón colocado en el extremo, hará desplazar el jalón intermedio sostenido por el ayudante hasta que su imagen coincida con la del hilo de la plomada.

13. PROLONGACION DE DOS ALINEACIONES

Si tenemos dos alineaciones como las AA' y BB', y deseamos colocar un jalón en el punto de intersección de ellas, punto C, (fig. 41).

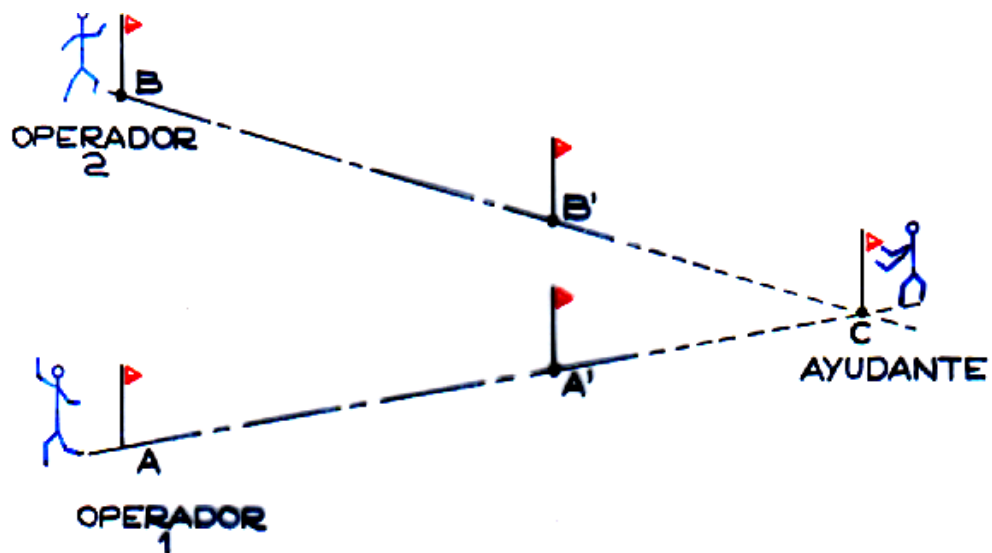


Fig. 41

Se debe proceder de la siguiente manera: el operador 1 alinea al jalón que sostiene el ayudante en la dirección AA', luego el operador 2 alinea al ayudante con la dirección BB', teniendo cuidado de que el ayudante se desplace sobre la dirección AA', repitiendo el proceso cada vez con mayor aproximación al punto C, finalmente el jalón quedará alineado simultáneamente con las direcciones AA' y BB', quedando así materializada la intersección entre las dos alineaciones.

Conviene recordar que, a 100 m de distancia, el espesor de un jalón (aproximadamente 3 cm) equivale a un ángulo de un minuto, (Fig. 42).

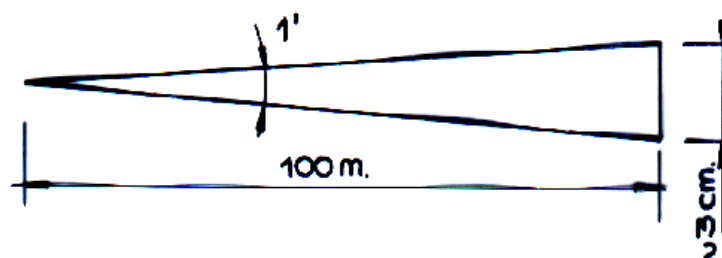


Fig. 42

A esa distancia y a ojo desnudo es fácil advertir cuando un jalón se separa de la línea en una distancia mayor que su propio espesor.

Podemos decir entonces que, en esas condiciones, lograremos alineaciones con un error menor que 1'.

14. LEVANTAMIENTO DE PUNTOS POR COORDENADAS RECTANGULARES.

Este método consiste en fijar un eje AB en el terreno, que se jalona de acuerdo a su longitud y se ubica según la posición que ocupen los puntos a levantar. Se recorre la alineación determinando sobre ella los pies de las perpendiculares trazadas desde dichos puntos y se miden sus progresivas desde el origen A (abscisas) y las ordenadas correspondientes, obteniéndose así el levantamiento planimétrico de los puntos por sus coordenadas rectangulares. (Fig. 43)

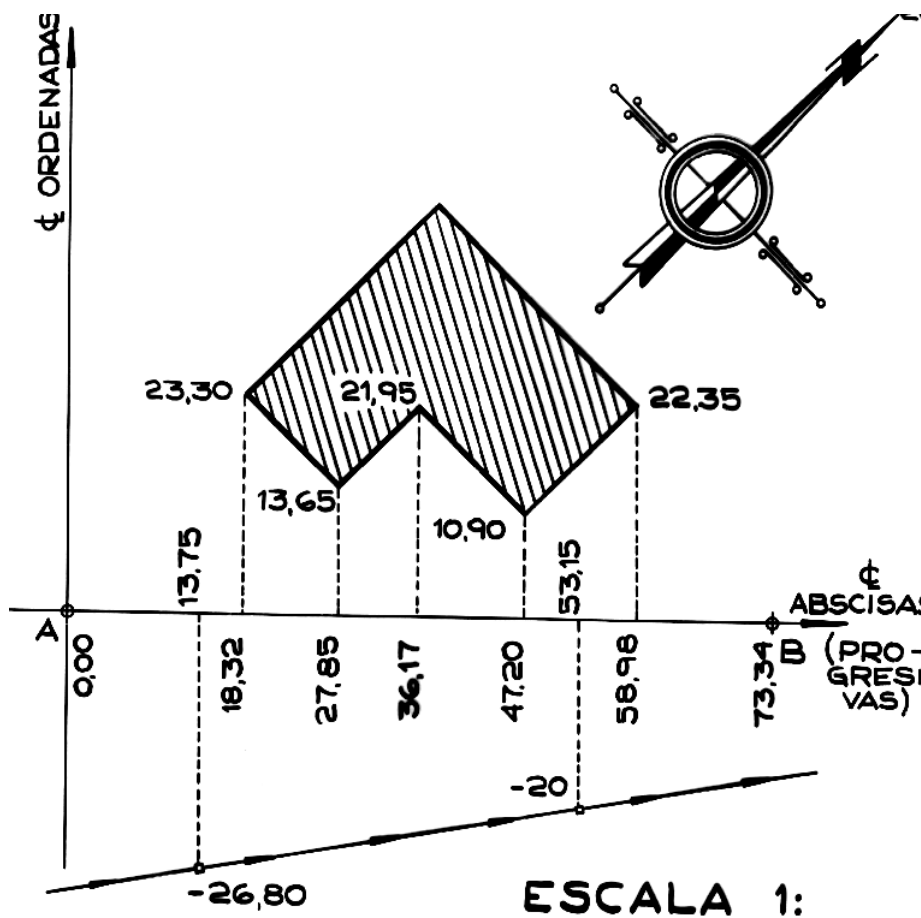


Fig. 43

Instrumental empleado

La determinación de las distancias la efectuamos empleando la cinta de agrimensor y la ruleta. Para levantar las perpendiculares y ubicar los pies de las mismas utilizamos las escuadras. Estas son goniométricas de ángulo fijo.

Para determinar esas perpendiculares se utilizan instrumentos sencillos llamados de ángulo fijo pues sólo permiten medir ángulos de 90° ó 180°. Entre los más antiguos pueden mencionarse la escuadra a pínulas. A ellas le siguieron las escuadras ópticas, de espejos o de prismas. Uno de los más utilizados por su versatilidad y mayor campo visual es el pentaprisma doble o escuadra de agrimensor.

Con este tipo de aparato se podrá :

- Alinear un punto intermedio de una recta, siendo visibles desde él los puntos extremos.(Fig. 44)
- Levantar una perpendicular desde un punto cualquiera de una alineación recta. (Fig.45)
- Bajar una perpendicular desde un punto exterior al lado. (Fig. 43)

Fig. 44

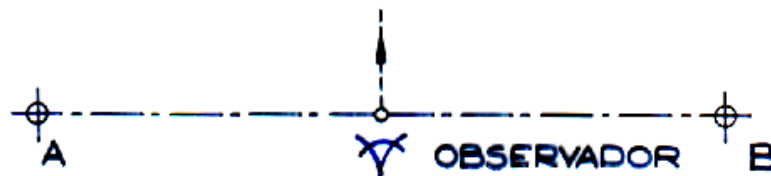


Fig. 45

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.

Este tipo de aparatos puede operarse con una precisión tal que el ángulo recto puede determinarse, según los fabricantes, con una tolerancia de 1'. En la práctica distintos factores concurren a perturbar esa apreciación, elevándola a valores próximos a los 5', según las condiciones de trabajo. Por ejemplo, solamente un error de 3 cm en la vertical del prisma sobre la cinta (error muy probable) cuando la ordenada es de 30 m, produce un error angular de casi 4' (Fig. 46).

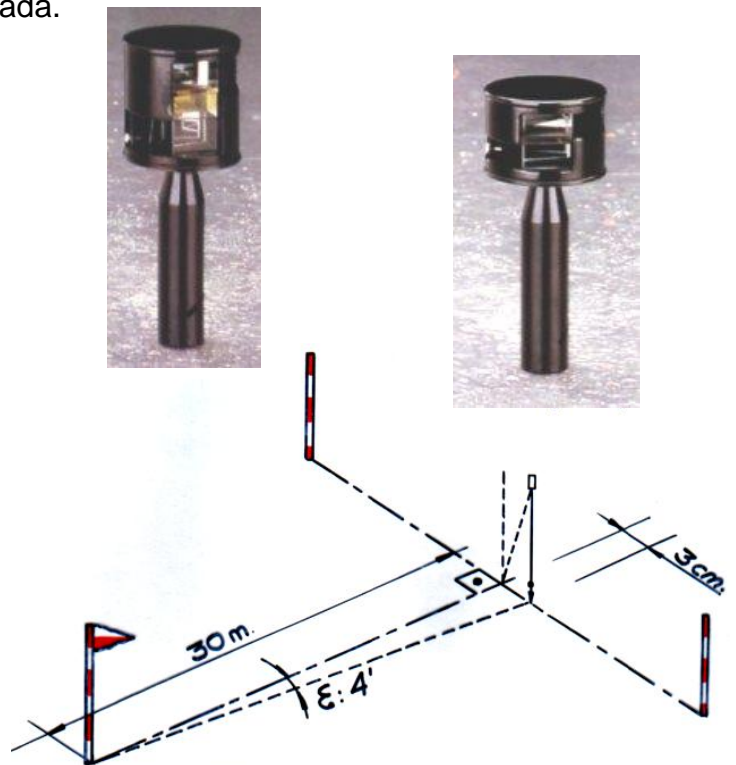


Fig. 46

Se puede decir que 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 la perpendiculares cuando las imágenes de los jalones o señales correspondientes se superponen verticalmente en el centro del campo visual del pentaprisma (fig. 47). Para proyectar o bajar esa posición sobre la cinta tendida en el terreno, se utiliza una plomada enganchada en el mango de la escuadra; también hay bastones (plomadas rígidas) para el mismo fin (fig. 48).

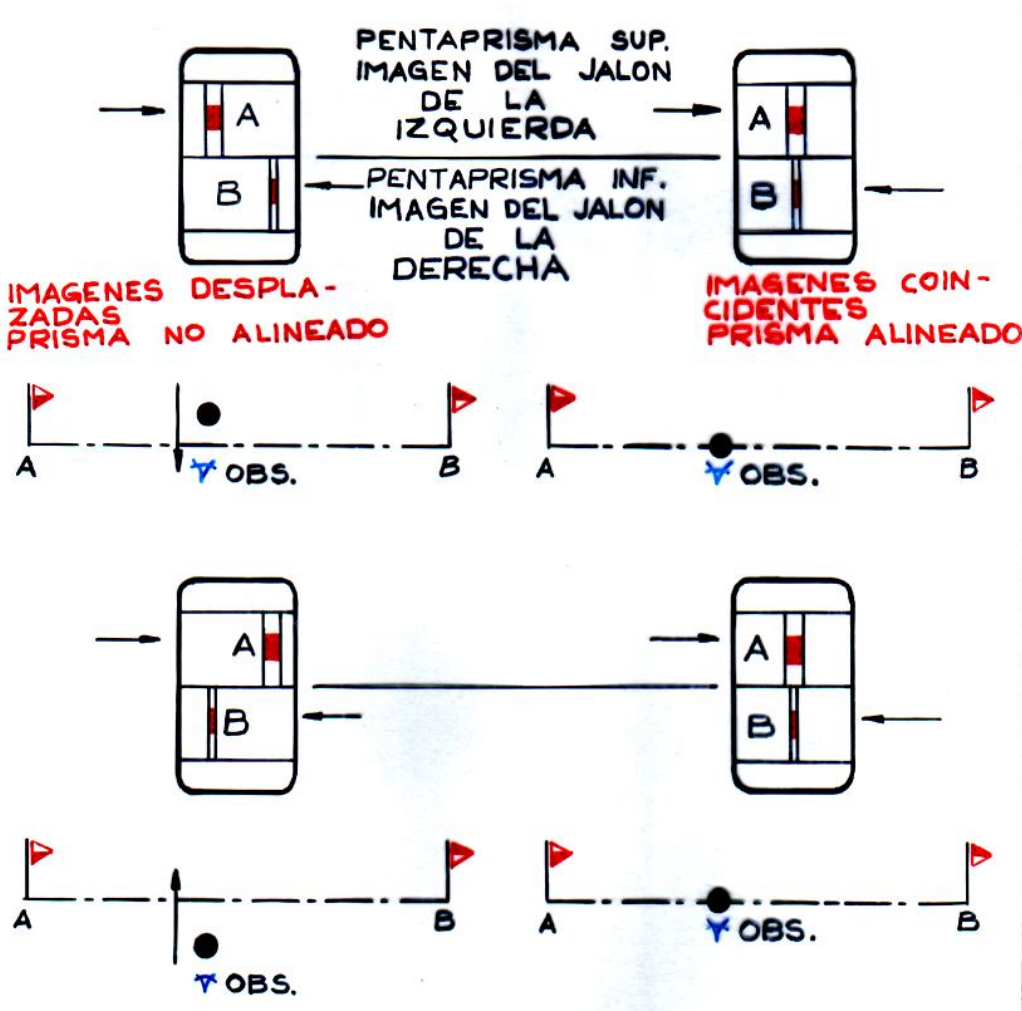


Fig. 47

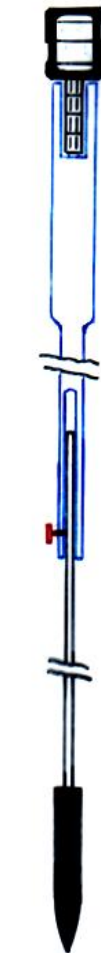


Fig. 48

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

Produciendo un movimiento transversal al prisma, según la dirección de la flecha de la figura, lograremos hacer coincidir las imágenes desplazadas de los jalones. Lograda la alineación procedemos a centrarlo sobre un punto determinado de la línea y desde allí levantamos la perpendicular buscada haciendo colocar un jalón frente nuestro, de modo que su imagen coincida verticalmente con las reflejadas en los pentaprismas. (fig. 49).

También podemos desplazar el pentaprisma sobre la línea, manteniendo coincidentes las imágenes de los jalones, hasta encontrar el pié de la perpendicular que pasa por el punto a relevar, donde habremos colocado una señal adecuada, la que visualizaremos

a ojo libre, por encima o por debajo de la escuadra prismática, hasta hacerla coincidir simultáneamente con las imágenes de los jalones colocados en A y B, (fig. 49).

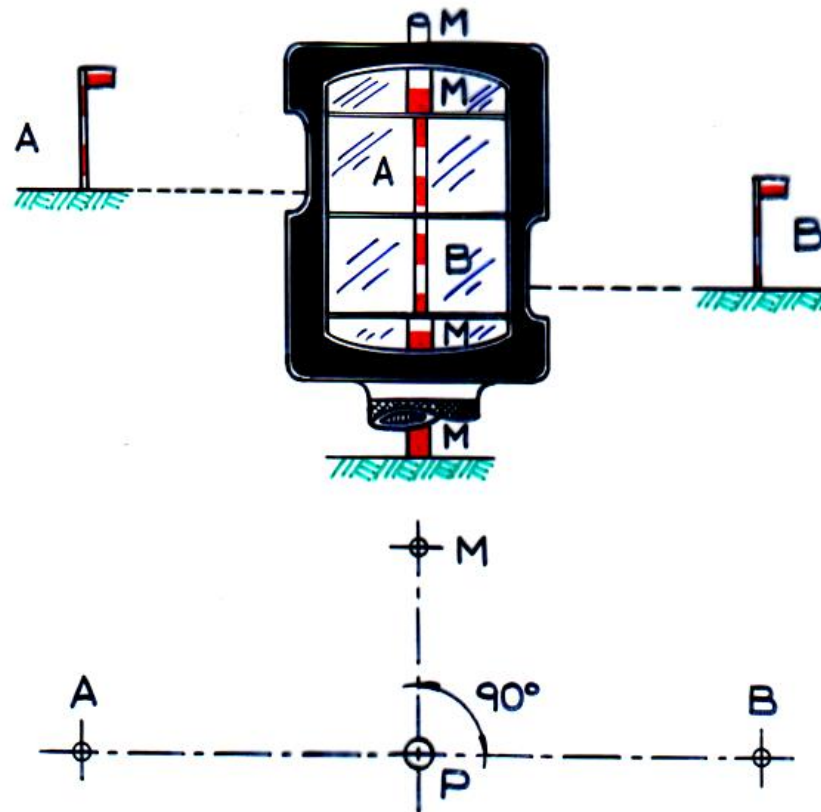


Fig. 49



A continuación veremos los esquemas simplificados del recorrido de los rayos en el pentaprismo doble, en el pentaprismo simple (prisma de Goulier) y en el prisma (prisma de Bauenfeind).

15. PENTAPRISMA DOBLE

Veamos primero el recorrido de los rayos dentro de cada uno de los pentaprismas, (fig. 50).

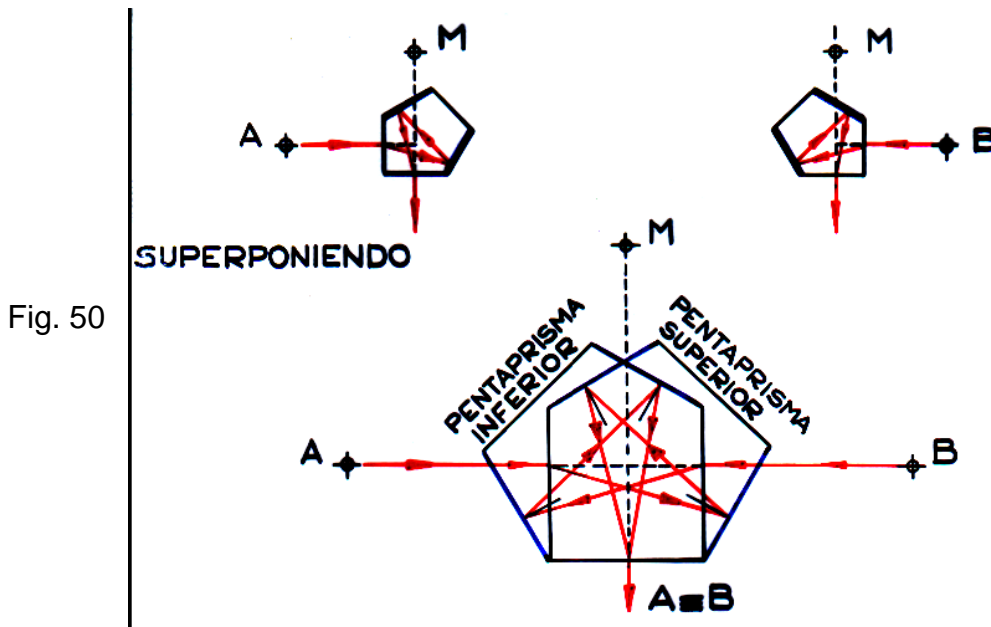


Fig. 50

Si ahora los superponemos, tal como vienen montados de fábrica, tendremos el esquema buscado (fig. 49).

16. PENTAPRISMA SIMPLE

El pentaprismo simple o prisma de Goulier tiene dos caras azogadas (Fig.50), cuyas prolongaciones forman un ángulo de 45°. El camino de los rayos es el siguiente :

Fig. 50

$$\begin{aligned} \pi + \varepsilon &= 180^\circ - \rho \quad (1) \\ \pi &= 90^\circ - \delta \\ \varepsilon &= 90^\circ - \gamma \\ \pi + \varepsilon &= 180^\circ - \delta - \gamma \quad (2) \end{aligned}$$

de (1) y (2)

$$\begin{aligned} 180^\circ - \rho &= 180^\circ - \delta - \gamma \\ \rho &= \delta + \gamma \end{aligned}$$

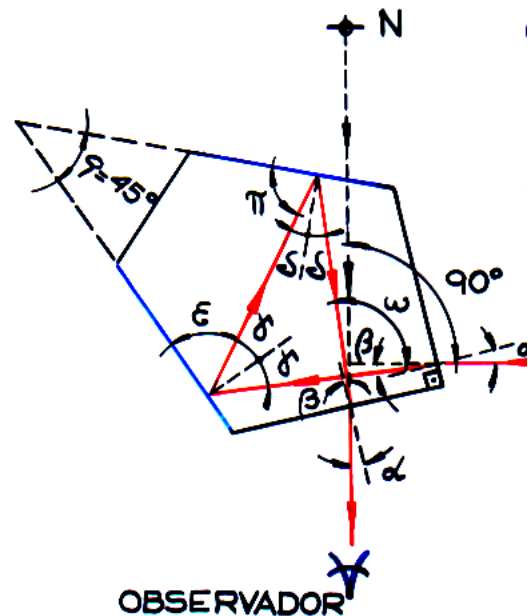
Pero $\delta = \gamma$ pues son ángulos de incidencia y de reflexión, formados por rayos de luz con la normal a la superficie reflejante

$$\begin{aligned} \therefore \rho &= 2\gamma \\ \therefore \gamma &= \rho / 2 \quad (3) \end{aligned}$$

$$180^\circ - \omega + 2\delta + 2\gamma = 180^\circ$$

$$\omega = 2\delta + 2\gamma = 4\gamma$$

$$\text{por (3)} \Rightarrow \omega = 2\rho \quad \boxed{\text{si } \rho = 45^\circ \Rightarrow \omega = 90^\circ}$$



17. PRISMA SIMPLE

El recorrido de los rayos dentro de un prisma simple o prisma de Bauenfeind está regido, igual que en los anteriores, por los principios de óptica de reflexión y refracción. (Fig. 51)

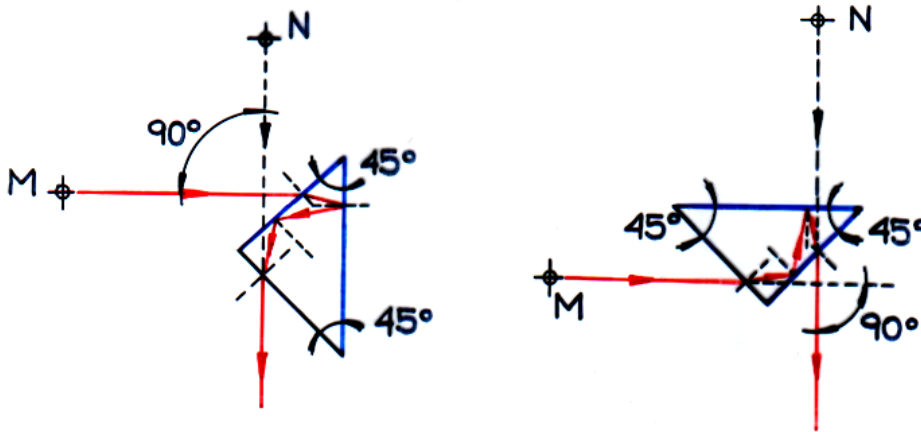


Fig. 51

Continuando con el relevamiento de detalles, daremos a continuación dos ejemplos del registro en libreta de campaña (fig. 52 y 53).

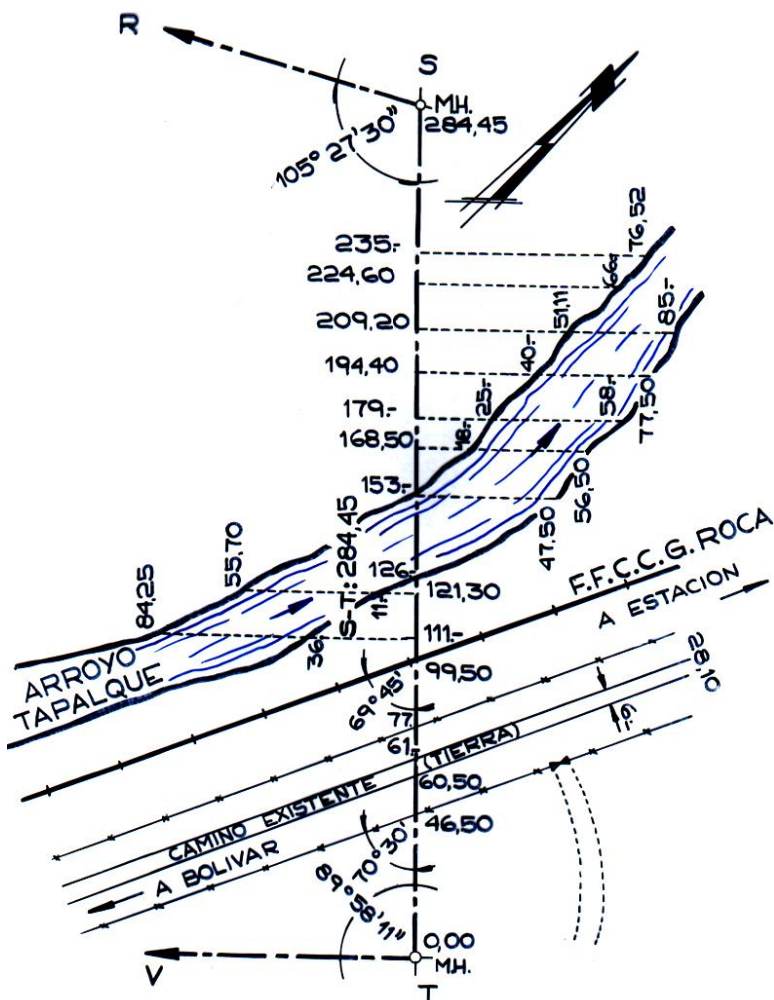


Fig. 52

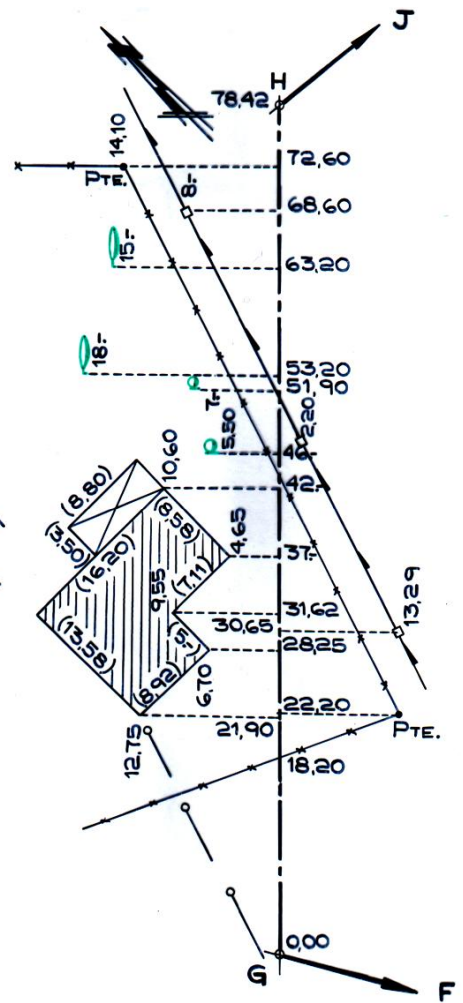


Fig. 53

Cuando una calle, camino, curso de agua o vías férreas corten el eje de levantamiento debemos tomar la progresiva y ángulo de cruce, el ancho del accidente y todo otro detalle que sea de interés.

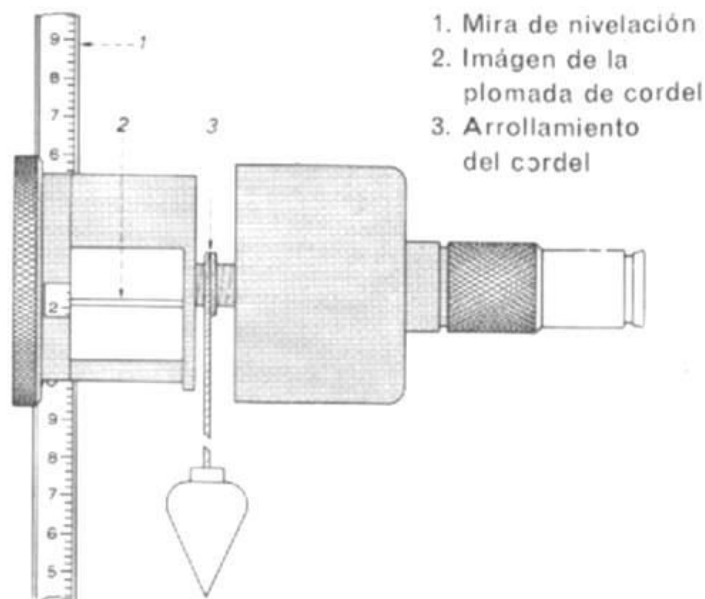
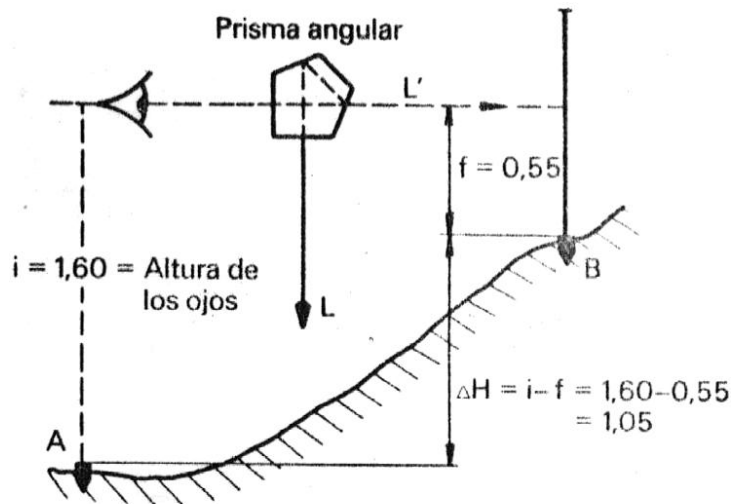
Por tratarse de un trabajo de tipo expeditivo, ese ángulo de cruce bastará medirlo con el sextante.

En general, se puede decir que la cantidad y calidad de los hechos o accidentes a relevar dependerá de la finalidad del levantamiento, así como la precisión de las mediciones estará vinculada con la precisión y escala a la que se hará el dibujo definitivo.

Además es común que los relevamientos planimétricos de detalles se completen, en una etapa posterior, con un relevamiento altimétrico.

Otra Aplicación del prisma- Nivelación

Es posible realizar toma de alturas para determinar diferencias de niveles a distintos puntos en cortas distancias.



18. METROLÁSER

Es una una “cinta” métrica láser, que tiene la gran ventaja de visar cualquier objetivo (techos, paredes, resalto de un muro, bóvedas, etc) y medir distancias, que físicamente son inaccesibles con una cinta métrica clásica (como las descritas). O sólo muy difícilmente, por ejemplo a través de obstáculos tales como vallas o a alturas lejanas. Consiste en emitir el rayo láser y al visar el punto exacto con el punto láser rojo, se aprieta la tecla de medición y en segundos se puede leer en la pantalla la distancia medida con un precisión de ± 1 a ± 5 mm -según el modelo- (Fig. 54). Memoriza hasta 10 últimas mediiciones, aunque existen en la actualidad equipos que almacenan 1000 mediciones, miden con precisión de ± 1 mm, promedian hasta 8 mediciones y tienen 13 funciones de cálculo.

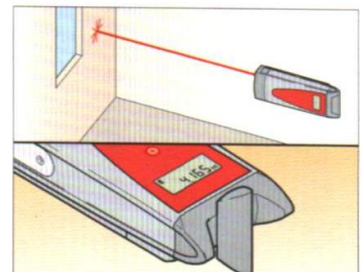
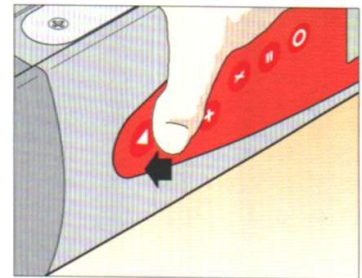
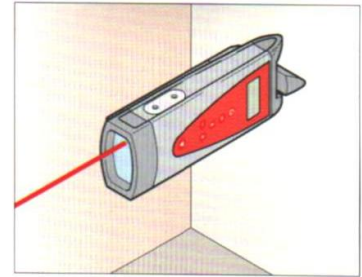


Fig. 54

Determinan superficies y volúmenes (Fig. 55) , miden en forma continua (tracking), ideal para replanteos (F.g. 56)

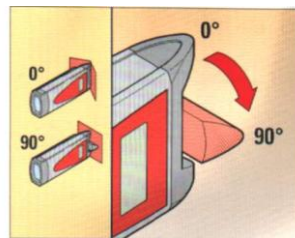


Fig.55

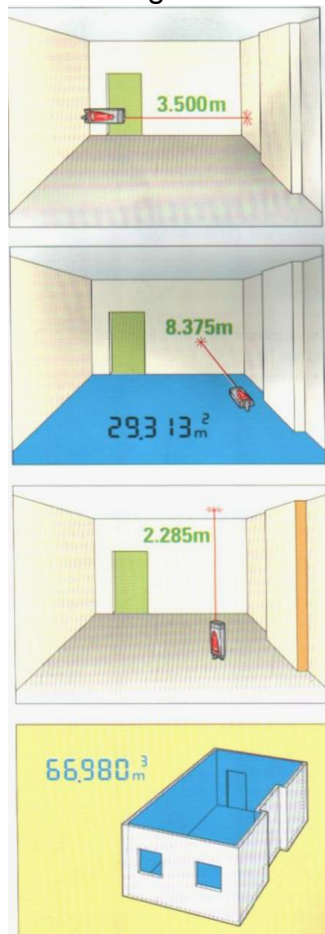
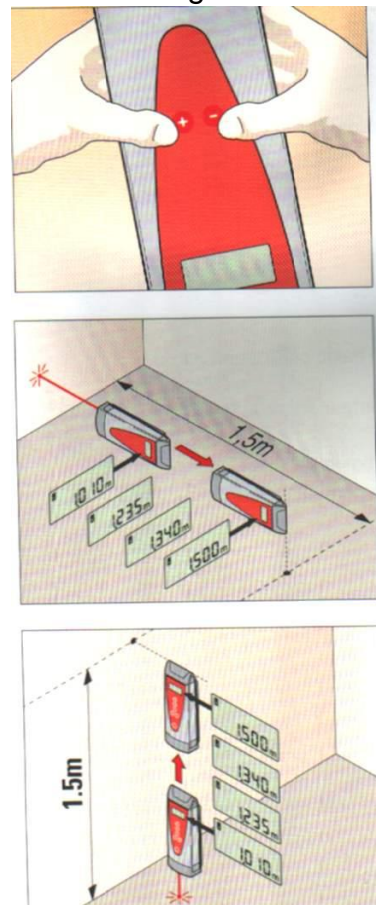


Fig. 56

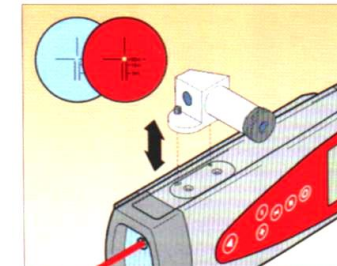
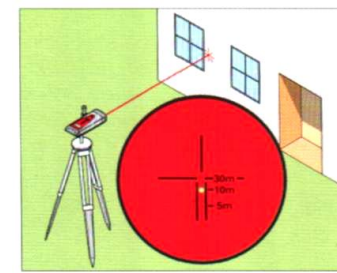
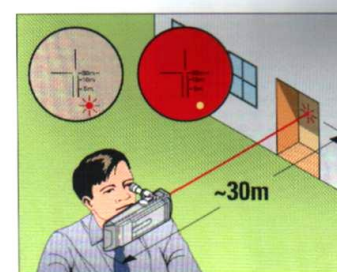
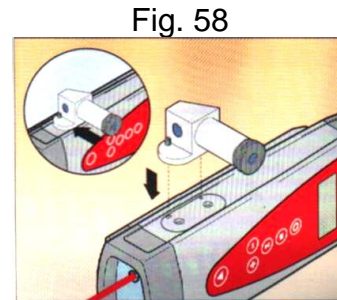
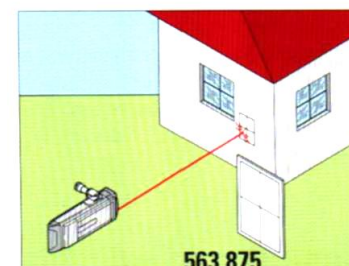
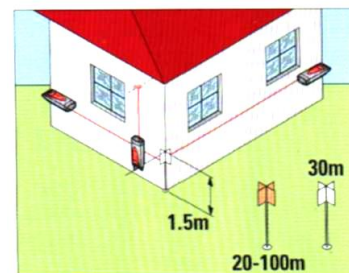
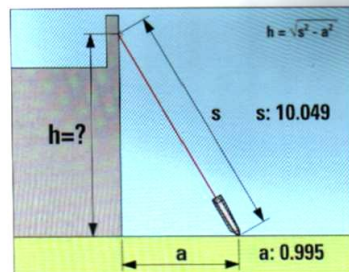
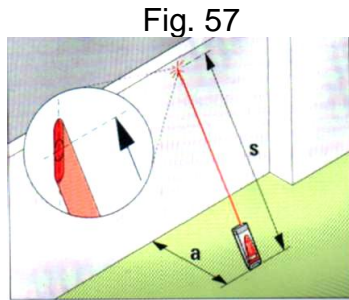


Es posible medir alturas (de fachadas) y perímetros de edificios con el auxilio de una tablilla de puntería (Fig. 57).

Es posible hacer puntería, aumentar la distancia a medir, y visualizar el punto con luz natural, con el apoyo de un visor al que hay que calibrar (Fig. 58)

El rango de medición es de 30 cm a 30 metros.

El diámetro del punto láser es de: a 10 metros ϕ 6 mm, 50 metros ϕ 30 mm y a 100 metros ϕ 60 mm,



Medidor de distancias láser de una sola mano (LEICA DISTO PRO 4A)

Con teclado alfanumérico, funciones de cálculo ampliadas y posibilidad de conexión a una PC portátil. Dispone, además del extremo multifuncional. Con una placa adaptadora se pueden montar vertical u horizontalmente en un trípode. Con el teclado alfanumérico ayuda a registrar datos con una referencia de texto y a mantenerlos organizados para su posterior utilización. Las diversas funciones calculan superficies, valores medios. Permiten guardar 800 mediciones y procesar los datos conectando el DISTO pro a una PC. Precisión de ± 1.5 mm.



ACCESORIOS TOPOGRAFICOS

Medidor de distancias por sonido (ZIRCON SONIC MEASURE DM S50L).

Alcance 15 metros. Calcula longitudes, superficies y volúmenes. Posee un puntero láser para facilitar la medición.



Rueda Medidora (MYZOG MG-1000D)



Rueda doble de 20 cm, mínima lectura de 1 cm, rango de medición 1 km. Contador bajo la empuñadura.

Rueda Medidora (TOKYO RIKA F-20)

Rueda doble de 20 cm, mínima lectura de 10 cm, rango de medición 1000 km. Contador bajo la empuñadura. Totalmente digital. Suma, resta, calcula todo tipo de superficies, ya que posee las funciones de "Raíz cuadrada" y "PI". A prueba de agua. Display iluminable que permite trabajar de noche. Autoapagado a los 10 minutos



Nivel de manguera electrónico. (ZIRCON ELECTRALEVEL PRO) Determina el nivel preciso hasta 30 m. Indicador sonoro. Permite el trabajo de una sola persona.



Nivel láser electrónico (ZIRCON LASER VISION X) La línea nivelante alcanza hasta 45 m. Indicador de desnivel. El nivel y el láser trabajan en conjunto.



Nivel láser electrónico (LASER ALIGNMENT - LINEMASTER TL) . Permite líneas a nivel, vertical y a 45°. Luz visible Alimentación: 3 pilas tipo "AA" Base en "V" para apoyar sobre tubos o caños Precisión 6 mm en 15 metros



Nivel láser electrónico (ZIRCON VIDEOLEVEL PRO) Es una herramienta incluye una pantalla electrónica en la cual se ve indicada la desviación relativa del nivel o plomada y la dirección de rotación necesaria para alcanzarlos. Una señal sonora es emitida cuando se ha encontrado el nivel o la plomada.

Elimina suposiciones y errores visuales en áreas de difícil acceso ya que posee indicador con señal sonora. Posee imanes en los extremos. Posibilidad de almacenar un ángulo en memoria.



Proyector Láser Vertical (ZIRCON LASERVISION PLUMB PYRAMID)

Proyecta una línea vertical sobre cualquier superficie. Base autonivelante, proyecta desde el piso hasta el techo.

De operación simple. Precisión: 2.5 cm en 1.60 m.



19. SÍMBOLOS CARTAGRÁFICOS

SIGNOS CONVENCIONALES

1º Altimetría

1) Curvas de nivel — principal - - - secundaria ... auxiliar a) hoyas b) promontorio		8) Médanos o dunas	
2) Puntos acotados a) trigonométrico b) marca altimétrica c) cota d) " terreno		9) Playa y banco de arena	
3) Terreno montado		10) de arena y médanos	
4) Terreno escarpado a) curvas de nivel		11) de pedregal	
5) Mesa con afloramientos rocosos		12) alta	
6) Ladera, cuesta a) id. pronunciada b) barranca		13) baja	
7) a) sanjón, cortadura b) caverna, gruta		14) alta	
		15) baja	

2º Planimetría - Clases de terrenos

16) Arenal a) médanos vivos b) costa		21) Bañado, barrial	
17) a) cantos rodados b) ripio, pedregullo Terreno con		22) Id.c./vegetación (pajonal, juncal)	
18) a) rocas b) conchillas		23) Ciénaga-tembledal-cangrej.	
19) Bajacural		24) Id.c./vegetación (turbal, memuco)	
20) Salitral		25) a) erosionable b) en proceso de erosión	

3º Vegetación

26) Granos a) trigo-girasol, lino-maní etc. b) maíz		29) Hortícola (remolacha-sahoria etc.)	
27) Arrosales		30) Florales	
28) Papas		31) Industriales (formio-igave etc.)	

40 Hidrografía

48) Permanente
 a) ancho < 5 m.
 b) " > 5 m.
 1) direc. corriente
 2) navegable

49) No permanente

50) Canal
 a) ancho > 5 m.
 b) " < 5 m.
 c) de riego (acequia)

51) Acueducto
 a) id. descubierta
 b) id. subterráneo
 c) oleoducto

54) cañada
 a) cañada
 b) manantial o vertiente

55) Estero

56) Laguna
 Permanente
 a) no potable
 b) salada
 c) navegable

57) No permanente
 a) c/ espejo de agua variable
 b) temporaria

b) PASTURAS

32) Leguminosas (alfalfa etc.)

33) Gramíneas (avena-cebada, sorgo etc.)

34) Pastos naturales

c) VEGETACION SILVESTRE

35) Cardal-quiscal cortadera

d) ARBOLES-ARBUSTOS

36) Eucaliptus
 a) < 4 m.
 b) > 4 m.

37) Alamos o Acacias
 a) < 4 m.
 b) > 4 m.

38) Palmas

39) Coníferas

40) Frutales
 a) Frutales
 b) Olivos

41) Cañaveral
 a) Cañaveral
 b) Viñedo

42) Otros árboles
 a) > 4 m.
 b) < 4 m.
 c) Arbustos

43) Arbustos
 a) Arbustos
 b) Id. (intransitable)

44) Arboles

45) Id. (intransitable)

46) Parque

47) Cerco vivo
 a) Cerco vivo
 b) Id. c/ alambrado

50 Obras Fluviales o Marítimas

56) Puente
 a) p/cual. vehiculo
 b) p/vehic. livianos
 Materiales:
 (f) hierro-(m) madera
 (p) piedra-mamp.-bor-sigón

57) pasarela p/tinges o peatones
 a) pasarela p/tinges o peatones
 b) vado o paso

58) balsa
 a) balsa
 b) " automóvil
 c) ferryboat

59) alcantarilla

60) Exclusa
 Materiales:
 (f) hierro-(m) madera
 (p) piedra-mamp.-bor-sigón

61) muelle
 a) muelle
 b) desembarcadero
 c) escollera

62) compuerta
 a) compuerta
 b) tajamar-embalse

63) boya
 a) boya
 b) baliza
 c) faro

7º Servicios de Comunicación

30) a) telefónica
b) id. al lado del camino
c) telegráfica
d) id. al lado del camino

31) a) Línea
b) telegr. telefón.
c) alto-tensión
d) columna

32) Pistas aterrizaje

3º Construcciones-Mejoras

34) a) edific. secundar. o puesto
b) caspón

35) a) alambrado
b) cerco vivo
c) muralla o verja

36) a) molino a viento
b) id. c/motor
c) id. c/tanq-austr.
d) pozo c/motor
e) id-id-y tanq-austr.

37) a) noria (b) jagüel
c) tanque elevado
d) " p/combustible o gasómetro

38) a) noria
b) cartera
c) pozo de F. rifleo

39) a) hornac de ladrillo
b) " " ca

9º Edificaciones Urbanas

90) Centros urbanos
Densamente edificados

91) Centros urbanos
Parcialmente edificados

92) Centros urbanos
Baldíos

93) a) iglesia
b) fábrica c/chimen.
c) escuela

94) a) hospital
b) cementerio

95) H= Hipódromo
A= Autódromo
V= Velódromo

6º Vías de Comunicación Terrestres

64) a) Paving
b) calle colec
c) conc visib.

65) Consolidado

66) a) pavimento
b) calle colec
c) conc visib.

67) Consolidado
a) ancho 6 m
b) " > 6 m

68) Pavimentado
a) ancho 6 m
b) " > 6 m

69) Consolidado
a) ancho 6 m
b) " > 6 m

70) a) intranstable
b) guardarrail
c) alcantarilla
d) terraplén
e) desmonte

71) Vías férreas
a) 1 vía
b) 2 o más vías

72) a) vías electrif.
b) F.C.económico o decaville permanente

73) a) estación
b) parada o apesadero

74) A nivel

75) A alto nivel

76) A bajo nivel

77) Viaducto

78) a) puente
b) alcantarilla

79) Vías férreas en construcción

10° Mojonas

Planimétricos c/dados de hormigón	a) colocado				
	b) encontrado				
	96) c/caño portajalón emerg.	a)	b)		
	97) Idem Idem subterráneo	a)	b)		
	98) Idem Idem c/caja protec	a)	b)		
Altimétricos	99) c/hierro (esq. manzana)	a)	b)		
	100) Testigo o tipo económico	a)	b)		
	101) a) caño (p/afirmado) b) marcas planimétricas amuradas	a)	b)		
	102) Red triangulac. a) c/marcación b) s/marcación c) pilar de asmut	a)	b)	c)	
	103) Plani-almétr. (hormigón) a) emerg.colocado b) " encontrado c) subterr.colocado	a)	b)	c)	
	104) a) emerg.colocado b) " encontrado c) cota marca d) " suelo	a)	b)	c)	
	105) a) subterr.coloc. b) " encont.	a)	b)		
	106) a) madera dura coloc. b) " " encont. c) hierro colocado d) " encontrado	a)	b)	c)	d)
	107) a) piedra colocada b) " encontrada c) indicador Ka.	a)	b)	c)	

11° Límites

108) Interprovincial entre partidos		109) de circunscripción de sección	
-------------------------------------	--	------------------------------------	--



Próximo Tema 3 nivelación, Nivel Óptico >>>>