

Tema 1. Introducción a la Topografía

- **Cartografía:** Representación del terreno sobre un plano. Conjunto de técnicas para la elaboración de mapas o planos realizados a través de datos topográficos, geodésicos y fotogramétricos.
- **Geodesia:** Estudio global de la forma y dimensiones de la Tierra. La Tierra es un geoide con variaciones, se puede representar como un elipsoide de 6378 km de radio en el ecuador y 6357 km en los polos. Considerando que la Tierra es una esfera se utilizan las coordenadas geográficas (latitud y longitud).
- **Red geodésica:** Son unos triángulos que permiten relacionar las coordenadas geodésicas con las coordenadas cartesianas.
- **Proyecciones cartográficas:** Son una serie de cálculos matemáticos que nos van a permitir transformar la esfera terrestre en un plano. Hay tres tipos:
 - Cilíndrica: Se proyecta la esfera en un cilindro que sea tangente al ecuador.
 - Azimutal: Se hace un plano tangente al polo sur y se proyectan los puntos. Necesito dos proyecciones, una para el hemisferio norte y otra para el sur.
 - Cónica: Se hace un cono tangente a un paralelo.

Todas tienen deformaciones.

- **Fotogrametría:** Es una proyección cónica. Tiene el problema de la escala a la que obtenemos el fotograma (aparece todo lo representado). Con un fotograma podemos sacar datos planimétricos pero no altimétricos, esto se resuelve haciendo dos fotogramas de la misma zona y de distinta posición.
 - **Topografía:** Es como la geodesia pero a menor escala, suelen ser extensiones pequeñas, ya que si son grandes hay que apoyarse en la geodesia. Estudio de los métodos necesarios para realizar una correcta representación del terreno; la representación puede ser gráfica o numérica. Ha de contener todos los detalles necesarios, tanto naturales como los creados por el hombre.
- **Levantamiento:** Se toman los datos del terreno y se elabora un plano.
 - **Replanteo:** Dibujo que se hace sobre el plano para después llevarlo al terreno.
 - La fuente de datos va a ser el terreno.
 - La metodología topográfica: permite conocer el conjunto de técnicas para realizar los trabajos topográficos.
 - El objetivo va a ser la representación de la geometría del terreno y materializar puntos (fabricar un plano).

En extensiones pequeñas se trabaja con la topografía y no tendremos en cuenta la curvatura terrestre.

Para hacer un levantamiento damos a unos puntos unas coordenadas y a partir de ellos obtendremos los demás puntos.

Para trabajos topográficos de grandes dimensiones tenemos que tener en cuenta la curvatura terrestre por lo que habría que utilizar la geodesia.

- **Planimetría:** Representación de los elementos sobre un plano horizontal.
- **Altimetría:** Representar sobre el plano horizontal las alturas.

Esto se puede hacer por separado o en forma conjunta que es lo que se llama **taquimetría**, es decir la observación a la vez de la planimetría y altimetría.

APLICACIONES DE LA TOPOGRAFÍA

- **Levantamientos cartográficos:** Se llevan a cabo en mapas de pequeña escala (1/200000, 1/50000, etc). Se necesita el apoyo de la geodesia para pasar a superficie plana, será necesario apoyarse en la fotogrametría.
- **Levantamientos topográficos:** Son levantamientos de escalas medias a grandes (1/5000, 1/100, 1/10 máximo), no es necesario tener en cuenta la curvatura terrestre y no hemos de recurrir a la geodesia. Aunque si hacemos un canal o similar de gran longitud, en el que hay que superponer varios planos es necesario tener en cuenta la geodesia.
- **Levantamientos catastrales:** Se realizan para determinar cómo es la planimetría de la parcela (1/5000).
- **Levantamientos urbanos:** Se hace en municipios para que quede representada la planimetría de cada edificio o solar (1/500).
- **Levantamientos para proyectos de ingeniería:** Se hacen en el caso en que tenemos una escala grande y necesitamos una pequeña, entonces tenemos que hacer nuestro propio plano (1/1000).
- **Aplicaciones de ingeniería:** Se realizan para llevar al terreno lo que hemos representado en el papel. Se requiere de topografía para las plataformas petrolíferas, repetidores de televisión, etcétera.

Tema 2. Sistemas de representación del terreno:

- **Mapa:** Representación gráfica del terreno, de una parte de la superficie terrestre, en un plano. Se clasifican en función de su extensión, por la finalidad que persigan y por la escala.
- Clasificación por su extensión: Generales (de gran extensión) y particulares (de pequeña extensión).
- Clasificación por su escala: Geográficos (escalas menores de 1/100000) y topográficos (escalas mayores de 1/100000).
- Clasificación por finalidad: Mapas temáticos (tratan de describir una serie de fenómenos que suceden sobre esa parte de la superficie terrestre) y Mapas topográficos (da a conocer el terreno representando todos los detalles, es la representación más perfecta de la superficie terrestre).
- **Plano:** Es un tipo de mapa, se utiliza cuando se quiere representar una extensión pequeña, sin tener que recurrir a la curvatura terrestre. También se denomina plano a la representación de elementos a escala.

Los problemas que tenemos son:

- Dimensión: La solucionamos con la escala.
- Forma: Se soluciona con las proyecciones.

- **Escala:** Un mapa o un plano han de guardar una relación de semejanza con la realidad, por eso se usa la escala. Es una constante proporcional o cociente de la distancia entre dos puntos en el mapa, dividido por la distancia de esos dos puntos en la realidad. Las escalas más comunes en topografía son 1/100, 1/200, 1/500, 1/1000, 1/5000, 1/10000, 1/20000, 1/50000.

– **Escala gráfica:** Línea que representa las magnitudes reales a esa escala.

- **Límite de percepción visual:** El ojo tiene un límite a partir del cual dos puntos que están separados los vemos juntos. Es la mínima distancia a la que el ojo es capaz de ver dos puntos separados. El límite visual es de 0,2 mm, por lo que si tengo dos puntos separados menos de ese valor veré un solo punto.
- **Límite de apreciación gráfica:** Es el límite de percepción visual multiplicado por el denominador de la escala. Valores a partir del cual magnitudes menores no se van a ser representados en el mapa.

Ejemplo: 1:25000 $25000 \cdot 0,2 = 5000\text{mm} = 5\text{m}$

1:1000 $1000 \cdot 0,2 = 200\text{mm} = 20\text{cm} = 0,2\text{m}$

1:200 $200 \cdot 0,2 = 0,04\text{m}$

- **Forma:** El plano en el que trabajamos es el plano de comparación, sería un plano tangente en el punto del terreno en el que estamos. Si trabajamos en pequeños terrenos no hace falta hacer correcciones por esfericidad para planos cartográficos.

El mejor sistema de representación es el de planos acotados, en el que cada punto se proyecta ortogonalmente sobre el plano de comparación y la cota es la altura del nivel altimétrico sobre el plano de comparación. Una altitud es siempre una cota, aunque una cota no es siempre una altitud.

Las curvas de nivel nos hacen la representación altimétrica de un plano, la curva de nivel es una línea que une todos los puntos de una cota determinada y se pueden obtener cortando el terreno por planos horizontales paralelos al plano de comparación.

– **Curva de nivel:** Proyección sobre el plano horizontal de referencia de la intersección del terreno con sucesivos planos equidistantes y paralelos a dicho plano de comparación.

– **Equidistancia:** Distancia fija entre dos perfiles, ha de ser múltiplo de 10. Ha de ser medida verticalmente, es decir diferencia de cota entre dos curvas de nivel.

– **Obtención de curvas de nivel:** Se pueden obtener interpolando en planos acotados, cuantos más puntos halla más datos habrá para realizar el plano de curvas de nivel. Las curvas de nivel destacan en los lugares donde coinciden con las líneas de ruptura del terreno. Existen dificultades a la hora de interpolar puntos entre las curvas de nivel, ya que consideramos que es una superficie reglada de pendiente constante; cuando en realidad no lo es.

- **Pendiente de una recta:** La pendiente es la relación entre la diferencia de cotas y la distancia en proyección de dichos puntos.

$p = z / d$ z – diferencia de cota

d – distancia reducida o de proyección

– **Línea de máxima pendiente:** Recta que une curvas de nivel con la menor proyección.

- **Secciones o perfiles:** Se obtienen con la intersección de un plano vertical sobre el terreno. Las longitudes en un plano vertical se miden en desarrollo, no en proyección.
 - Perfil longitudinal: Perfil que va en la dirección de avance del proyecto.
 - Perfil transversal: Perfil que va en dirección perpendicular al avance del proyecto.
 - **Depresión:** Cuando una curva de nivel encierra otra de cota menor.
 - **Elevación:** Cuando la curva encierra una de mayor cota.
 - **Ladera:** Cuando las curvas de nivel más o menos son paralelas.
 - **Divisorias y vaguadas:** La divisoria es la intersección de dos laderas, la vaguada es lo contrario a la divisoria; se necesitan muchos puntos para definir las.
 - **Collados:** Es la unión de dos divisorias, nos marcan dos vaguadas. Normalmente es el lugar por donde se pasan los puertos.
- **Levantamiento topográfico:** Es el conjunto de operaciones necesarias para determinar geoméricamente el contorno de una figura (relieve). Consta de levantamiento altimétrico y planimétrico.
 - **L. Planimétrico:** Conjunto de operaciones necesarias para obtener los puntos y definir la proyección sobre el plano de comparación.
 - **L. Altimétrico:** Conjunto de operaciones necesarias para obtener las cotas o alturas respecto al plano de comparación.
 - **Taquimetría:** Se hacen la altimetría y la planimetría simultáneamente, también se pueden realizar por separado.

La planimetría, altimetría y taquimetría tienen dos fases:

- 1–**Trabajo de campo:** Toma de datos sobre el terreno de todos los puntos necesarios y suficientes.
- 2–**Trabajo de gabinete:** Sistema para llevar a cabo la representación en el plano.

MÉTODOS TOPOGRÁFICOS

Son diversos sistemas de proceder para en función de los trabajos de campo y gabinete tener una toma de datos correctos.

Consiste en estacionar un instrumento en un punto conocido, hacer estación, de la cual tenemos coordenadas (x,y,z) conocidas por lo que mediante ángulos y distancias tomo los datos.

Si sólo hacemos planimetría necesito x,y; altimetría z; taquimetría x,y,z.

- En planimetría los métodos son:
 - **Radiación:** Nos permite relacionar todos los puntos del terreno con un punto de coordenadas conocidas.

- **Poligonal o itinerario:** Permite relacionar puntos de estación o itinerario.
- **Triangulación:** Permite relacionar puntos a mayores distancias.
- **Redes :**Primero se hace una red de triángulos no muy grandes donde tenemos una serie de vértices (red de triangulación o trigonométrica), después se hace una segunda red que marcaría la poligonal (red topográfica o de poligonación) y finalizamos con una tercera red que sirve para tomar los datos (red de relleno). Así se consiguen los errores mínimos y así se aproximan las coordenadas a la forma de trabajo haciendo una triangulación con menor número de errores y con las menos estaciones posibles.

Suponemos que queremos levantar un plano de una amplia zona con la red trigonométrica, fijo unos puntos y calculo sus coordenadas en forma de triángulos.

Medimos todos los ángulos de los triángulos y con un lado tendré todos los datos, es decir con métodos angulares y una medida podré dar valores xy a todos los demás triángulos.

Los triángulos tienen lados grandes ya que sirven para cubrir la mayor parte del terreno. El problema es que habrá mayor error cuanto mayor sea el número de triángulos.

La red topográfica se observa con los métodos de poligonal. Una vez que tengo las coordenadas de los vértices de los triángulos formaré polígonos en la zona teniendo los puntos con sus coordenadas xy.

- En altimetría los métodos son:

- **Radiación.**
- **Itinerario.**
- **Redes:** La única red es la de itinerario.

Hay tres formas de proceder y calcular la altimetría, que son las nivelaciones:

- **Nivelación barométrica:** Son los menos precisos pero los métodos más rápidos.
- **Nivelación trigonométrica:** Permite ver la diferencia de altitud en función de medidas angulares.
- **Nivelación geométrica:** Permite ver la diferencia de altitud en función de visuales horizontales.

INFLUENCIA DE LA ESFERICIDAD TERRESTRE:

- **Influencia en planimetría:** En general se obtiene mayor longitud de la real, ya que normalmente proyectamos en base a la verticalidad. El límite para el que debemos de considerar la esfericidad terrestre es de 9 kilómetros. Los triángulos se calculan como triángulos planos y las redes superficiales de triángulos se consideran como esféricas.
- **Influencia en altimetría:** Se toma como origen la dirección del norte geográfico para calcular la declinación magnética. El meridiano que pasa por el norte magnético es el meridiano magnético. La variación magnética varía con el espacio y con el tiempo, ya que los polos magnéticos están en movimiento. Hay unas tablas anuales que sirven para valorar cada punto según la latitud y la longitud. Para medir la declinación magnética se toma como origen la dirección del norte geográfico.

Tema 3. Estudio de la medida:

En topografía hay tres tipos de unidades: las lineales, las superficiales y las angulares. La medida es una comparación con un patrón o unidad de medida.

La unidad lineal va a ser el metro (m).

$dm=0,1m$ $Dm=10m$

$cm=0,01m$ $Hm=100m$

$mm=0,001m$ $Km=1000m$

La unidad de superficie va a ser el metro cuadrado (m^2) o centiárea.

$dm^2=0,01m^2$ $Km^2=1000000m^2$

$cm^2=0,0001m^2$ $Ha=10000m^2$

$mm^2=0,000001m^2$ $\text{Área}=100m^2$

La unidad de volumen va a ser el metro cúbico (m^3).

UNIDADES ANGULARES

- **Sistema sexagesimal:** 360° grados sexagesimales, 60 minutos sexagesimales, 60 segundos sexagesimales. Se divide la circunferencia en 360 partes ($1^\circ=60'=3600''$).
- **Sistema centesimal:** Se divide la circunferencia en 400 partes ($1g=100m=10000s$).
- **Sistema lineal:** Se utiliza la relación constante que existe para un mismo ángulo entre la longitud de los arcos y sus respectivos radios.
- **Radian:** Ángulo para el que cualquier arco que tracemos sobre él será igual al radio.
- **Milésima natural:** Ángulo para el cual el arco es igual al radio partido por mil.
- **Milésima artillera:** Se divide la circunferencia en 6400 partes ($6400''$).

MEDIDAS FUNDAMENTALES EN TOPOGRAFÍA

- **Ángulos horizontales:** Los ángulos topográficos serán los proyectados sobre un plano horizontal. Necesitamos un norte de referencia; si es el norte geográfico mediremos acimutes, si es el norte magnético mediremos rumbos y si es un norte propio mediremos orientaciones.
- **Meridiano geográfico:** Es la intersección de cualquier plano, que contenga al eje de rotación o de revolución de la tierra, con el elipsoide de referencia. El meridiano origen es el de Greenwich.
- **Paralelo:** intersección de cualquier plano perpendicular al eje de revolución de la tierra con el elipsoide.

Según esto obtenemos las coordenadas geográficas longitud y latitud.

Longitud: Ángulo formado por el plano meridiano origen y el plano meridiano que contiene a un punto.

Latitud: Ángulo formado por el ecuador y la normal al elipsoide en el punto dado.

Meridiana geográfica: intersección del meridiano geográfico con el plano meridiano del lugar. La meridiana es una línea sobre un plano.

- **Ángulos verticales:** Se miden sobre el plano vertical, el punto que se encuentra en la vertical sobre nosotros es el Cenit y el punto que se encuentra en la vertical bajo nosotros es el Nadir (contrario al Cenit). Los ángulos verticales son el ángulo cenital, ángulo nadiral y ángulo de pendiente, del que debemos decir si es positivo o negativo.

DISTANCIAS:

- **Distancia natural:** Distancia que existe entre dos puntos sobre el terreno.
- **Distancia geométrica:** Distancia que existe entre dos puntos medida en línea recta.
- **Distancia reducida:** Es la proyección de esa distancia sobre el plano horizontal.
- **Tipos de coordenadas:** Coordenadas cartesianas y coordenadas polares.
- **Tipos de mediciones:** A los ángulos horizontales se les denomina por extensión como ángulos acimutales, aunque realmente son ángulos o lecturas acimutales cuando se orienta hacia el norte geográfico; si se orientan hacia el norte magnético se obtendrán rumbos y si se orienta hacia un norte propio se obtendrán orientaciones. Una lectura acimutal no implica que esté o no orientado hacia el norte geográfico. Para los ángulos verticales hablamos de los ángulos cenitales porque son los que mide el aparato.

Tema 4. Instrumentos topográficos:

- **Ángulos:** Se miran con goniómetros y pueden ser:
 - Goniómetro acimut o acimutal: se le denomina al que mide ángulos horizontales.
 - Declímetro: sólo determina ángulos verticales.
 - Teodolitos: miden ángulos horizontales y verticales.
- **Distancias:** Se utilizan métodos estadimétricos y se miden dos puntos de forma óptica.
- **Distanciometría:** Se mide la distancia entre dos puntos mediante ondas. Cuando a un teodolito se le añaden métodos estadimétricos se le llama *taquímetro*.

Se utiliza una radiación electromagnética que está en función del tiempo que tarda en ir y volver la onda, así sabremos la distancia buscada. El distanciómetro emite una onda con longitud de onda fija y llega a un prisma que actúa de receptor, después vuelve de nuevo al distanciómetro y según el tiempo que tarde sabremos la distancia a la que está el receptor. Estos aparatos pueden tener precisiones hasta submilimétricas.

Existen varios tipos de distanciómetros, los de longitud de onda grande pueden medir 10,15,20 km; los de longitud de onda pequeñas (microondas) se utilizan para distancias menores. En topografía se usan más los infrarrojos, que tienen longitud de onda muy pequeñas y están limitados de 5 km hacia abajo (los de la escuela pueden medir hasta 3 km más o menos).

- **Estación total:** Teodolito con sistema de distanciometría.

TEODOLITO:

El eje de colimación es el eje donde se enfoca a los puntos. El eje principal es el eje donde se miden ángulos horizontales. El eje que sigue la trayectoria de la línea visual debe ser perpendicular al eje secundario y éste debe ser perpendicular al eje vertical. Los discos son fijos y la *alidada* es la parte móvil. El declímetro también es el disco vertical.

El eje de muñones es el eje secundario del teodolito, en el se mueve el visor. En el eje de muñones hay que medir cuando utilizamos métodos directos, como una cinta de medir y así obtenemos la distancia geométrica. Si medimos la altura del jalón obtendremos la distancia geométrica elevada y si medimos directamente al suelo obtendremos la distancia geométrica semielevada; las dos se miden a partir del eje de muñones del teodolito.

El plano de colimación es un plano vertical que pasa por el eje de colimación que está en el centro del visor del aparato; se genera al girar el objetivo.

Los limbos son discos graduados, tanto verticales como horizontales. Los teodolitos miden en graduación normal (sentido destrógiro) o graduación anormal (sentido levógiro o contrario a las agujas del reloj). Se miden ángulos cenitales (distancia cenital), ángulos de pendiente (altura de horizonte) y ángulos nadirales.

ELEMENTOS ACCESORIOS:

- **Trípodes:** Se utilizan para trabajar mejor, tienen la misma **X** e **Y** pero diferente **Z** ya que tiene una altura; el más utilizado es el de meseta. Hay unos elementos de unión para fijar el trípode al aparato. Los tornillos nivelantes mueven la plataforma del trípode; la plataforma nivelante tiene tres tornillos para conseguir que el eje vertical sea vertical.
- **Tornillo de presión (movimiento general):** Tornillo marcado en amarillo, se fija el movimiento particular, que es el de los índices, y se desplaza el disco negro solidario con el aparato. Se busca el punto y se fija el tornillo de presión.
- **Tornillo de coincidencia (movimiento particular o lento):** Si hay que visar un punto lejano, con el pulso no se puede, para centrar el punto se utiliza el tornillo de coincidencia. Con este movimiento se hace coincidir la línea vertical de la cruz filar con la vertical deseada. Los otros dos tornillos mueven el índice y así se pueden medir ángulos o lecturas acimutales con esa orientación.

ELEMENTOS FUNDAMENTALES:

- **Niveles:** – El nivel de aire es un tubo que contiene una burbuja de aire, la tangente a la burbuja de aire será un plano horizontal. Se puede trabajar con los niveles descorregidos.
- **Sensibilidad de un nivel:** Es el ángulo en segundos, hay que girar en un sentido u otro el nivel para que la burbuja se mueva una división de las marcadas. Lo más frecuente es que la sensibilidad varíe entre 1' y 5''.
- **Nivel esférico:** Caja cilíndrica tapada por un casquete esférico. Cuanto menor sea el radio de curvatura menos sensibles serán; sirven para obtener de forma rápida el plano horizontal. Estos niveles tienen en el centro un círculo, hay que colocar la burbuja dentro del círculo para hallar un plano horizontal bastante aproximado. Tienen menor precisión que los niveles tóricos, su precisión está en 1' como máximo aunque lo normal es 10' o 12'.

- **Nivel tórico:** Si está descorregido nos impide medir. Hay que calarlo con los tornillos que lleva el aparato. Para corregir el nivel hay que bajarlo un ángulo determinado y después estando en el plano horizontal con los tornillos se nivela el ángulo que hemos determinado. Se puede trabajar descorregido, pero hay que cambiar la constante que nos da el fabricante. Para trabajar descorregido necesitamos un plano paralelo. Para medir hacia el norte geográfico (medimos acimutes, si no tenemos orientaciones) utilizamos el movimiento general y el movimiento particular. Sirven para orientar el aparato y si conocemos el acimutal sabremos las direcciones medidas respecto al norte.

- **Plomada:** Se utiliza para que el teodolito esté en la misma vertical que el punto del suelo.

- Plomada de gravedad: es de bastante incomodidad en su manejo sobre todo los días de viento.

- Plomada óptica: es la que llevan hoy en día los aparatos, por el ocular vemos el suelo y así ponemos el aparato en la misma vertical que el punto buscado.

- **Limbo:** Discos graduados que nos permiten determinar ángulos. Están divididos de 0 a 400 grados. En los limbos verticales podemos ver diversas graduaciones (limbos cenitales).

- **Nonios:** Mecanismo que nos permite aumentar o disminuir la precisión de un limbo. Dividimos las $n - 1$ divisiones del limbo entre las n divisiones del nonio. La sensibilidad del nonio es la diferencia entre la magnitud del limbo y la magnitud del nonio.

$$S = G - g; G - g = G/n; (n - 1)G = nG; nG - G = ng; nG - ng = G; n(G - g) = G$$

- **Micrómetro:** Mecanismo óptico que permite hacer la función de los nonios pero de forma que se ve una serie de graduaciones y un rayo óptico mediante mecanismos, esto aumenta la precisión.

ANTEOJO ASTRONÓMICO:

- **Anteojo:** Tubo compuesto por un objetivo (lente o conjunto de lentes convergentes), con un tubo ocular y un tubo portaocular. En el extremo hay un diafragma que quita todos los rayos periféricos. En el anteojo astronómico el tubo ocular entra y sale perfectamente del primer tubo; destacan el eje óptico, el eje mecánico y el eje de colimación.

- **Eje óptico:** Va desde el centro del objetivo al centro óptico del ocular.

- **Eje mecánico:** Está definido por el centro óptico del objetivo (está sujeto al movimiento del ocular sobre el tubo exterior) y un punto teórico en el centro del tubo ocular.

- **Eje de colimación:** Pasa por el centro de la cruz filar y por el centro óptico del objetivo. Los tres ejes del aparato deben coincidir, sino estarán afectados por algún error. El eje de colimación se obtiene también por la intersección de dos planos; el plano que contiene el centro óptico del objetivo y el hilo vertical de la cruz filar (se denomina plano vertical de la cruz filar) y el plano que contiene el centro óptico del objetivo y el hilo horizontal de la cruz filar (se denomina plano horizontal de la cruz filar). Los planos horizontal y vertical de colimación deben ser respectivamente vertical y horizontal cuando hacemos una medición.

- **Retículo:** Disco de cristal con dos marcas como mínimo, una horizontal y otra vertical. El retículo se coloca en el diafragma. Los hilos se conocen como cruz filar, el centro de la cruz debe coincidir con el centro del retículo.

- **Enfocar:** Hacer que la imagen del objeto se forme sobre el plano donde está el diafragma y el

retículo, con la imagen nítida.

- **Colimar:** Hacer que el objeto o punto que queremos enfocar este en el centro de la cruz filar.

MÉTODO INDIRECTO DE MEDIDA DE DISTANCIAS POR MÉTODOS ESTADIMÉTRICOS:

- **Estadimetría:** Calcula distancias en función de un elemento (hilos estadimétricos). El elemento es la distancia entre los hilos estadimétricos que están junto a la cruz filar.

Reglas (estadías y miras):

- **Estadías:** Las divisiones están calculadas y son únicas para cada aparato, no se pueden cambiar.
- **Miras:** Es una estadía dividida en partes del sistema métrico (metros, centímetros, etc). Cada unidad de mira se multiplica por K, que es 100 y se obtiene la medida real.

– Miras mudas: no tienen numeraciones, para medir hay que hacer que coincida un hilo estadimétrico con la medida y se cuentan las unidades.

– Miras parlantes: tienen numeración y se puede medir en cualquier parte.

- **Medir con visuales inclinadas:** Hay que proceder al cálculo de la distancia sin inclinar la vara. Para que la mira nos dé la distancia, habría que colocar la mira paralela al plano de la focal.

TIPOS DE APARATOS TOPOGRÁFICOS (repetidores y reiteradores):

- **Repetidores:** Si el movimiento general tiene tornillo de presión y tornillo de coincidencia se denomina *repetidor* y nos permite encontrar una orientación.
- **Reiteradores:** Si el movimiento general no tiene tornillo de coincidencia el aparato se denomina reiterador. Al no tener movimiento lento o tornillo de coincidencia no se puede conocer con exactitud la orientación. Los aparatos más precisos son todos reiteradores (precisión de segundos). Hay dos tipos de trabajos según sea el método reiterador o sea el método repetidor.
- **Condiciones generales de los teodolitos:** El eje principal del aparato debe ser perpendicular al limbo. Los ejes son perpendiculares unos a otros y a sus planos.
- **Medida de ángulos:** Medimos el ángulo, damos la vuelta al aparato y volvemos a medir el nuevo ángulo, éste debe tener 200 grados de diferencia con respecto al ángulo anterior. Con esta operación se compensan ciertos errores instrumentados, se hace la media de la primera y la segunda menos 200 grados.
- **Círculo directo (C.D.):** Medimos en círculo directo cuando el visor se encuentra encima del aparato.
- **Círculo indirecto (C.I.):** El visor se encuentra debajo del aparato. Los ángulos verticales también se miden en C. D. y en C. I.