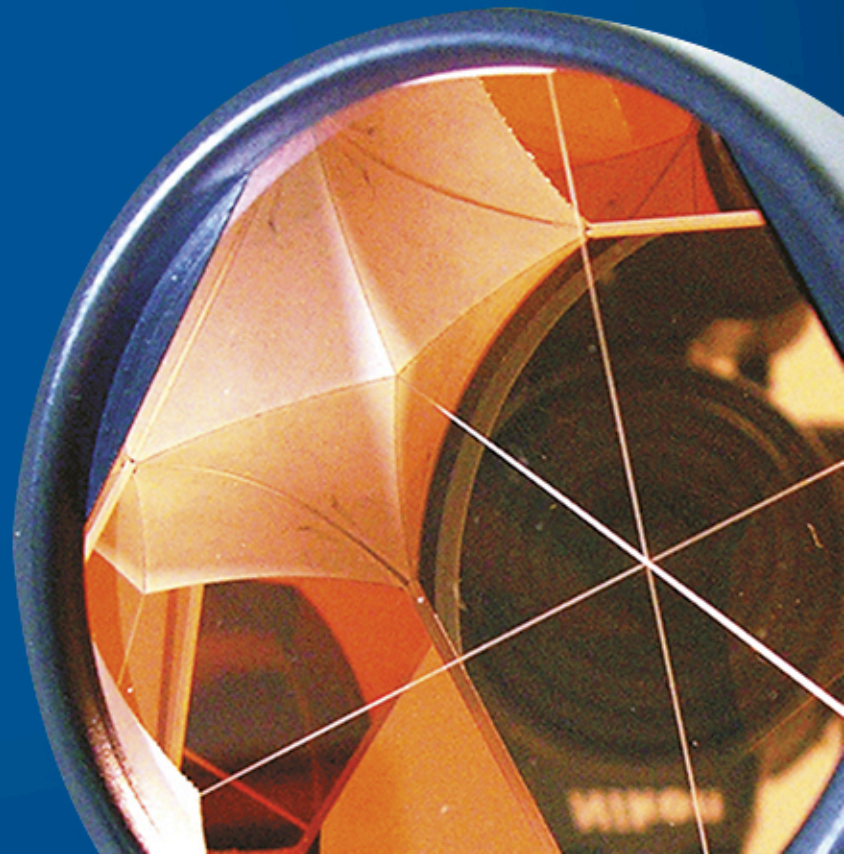


Fuentes de error en EDM IV (Centrado)

Autor:
José Luis Valbuena



Fuentes de error en EDM IV (Centrado)

Las fuentes de error existentes en electrodistanciometría (EDM) se pueden agrupar en:

Proporcionales a la distancia:

- **Frecuencia de modulación**
- **Índice de refracción**

(y curvatura de la trayectoria -no lineal-)

No proporcionales a la distancia:

- **Constante del equipo**
- **Centrados mecánicos**

(y puntería incorrecta al reflector)

(y error cíclico)

Centrados mecánicos

SISTEMA DE CENTRADO

Lo que mide un EDM es la distancia entre los centros mecánicos (o puntos principales PP) del instrumento y del prisma, estacionados en los extremos del lado a medir.

Se comete un error si los centros mecánicos no coinciden con los puntos físicos que determinan el lado; puede ser más importante que algunos de los otros errores estudiados.

Lo mejor es utilizar pilar con sistema de centrado forzado.

Es necesaria la verificación de la placa de estacionamiento sobre pilar (vulgarmente llamada basada) si se usa en autocentrados radiales (puede tener alguna pata deformada).

Es necesaria la corrección de los niveles principal del EDM y de la base nivelante en la que se estacione el prisma.

Usando trípodes es necesaria la corrección de las plomadas ópticas.

Es necesaria la corrección del nivel esférico del jalón portaprismas cuando este se use (a máxima altura de mira, error importante).

VERIFICACIÓN DE PLOMADA ÓPTICA

**Método expedito
con mercurio**



**La superficie del
Hg es un perfecto
espejo horizontal**



**Imagen del
tornillo del
trípode**

**Un punto y su
imagen reflejada
determinan una
línea perpendicular
al espejo**



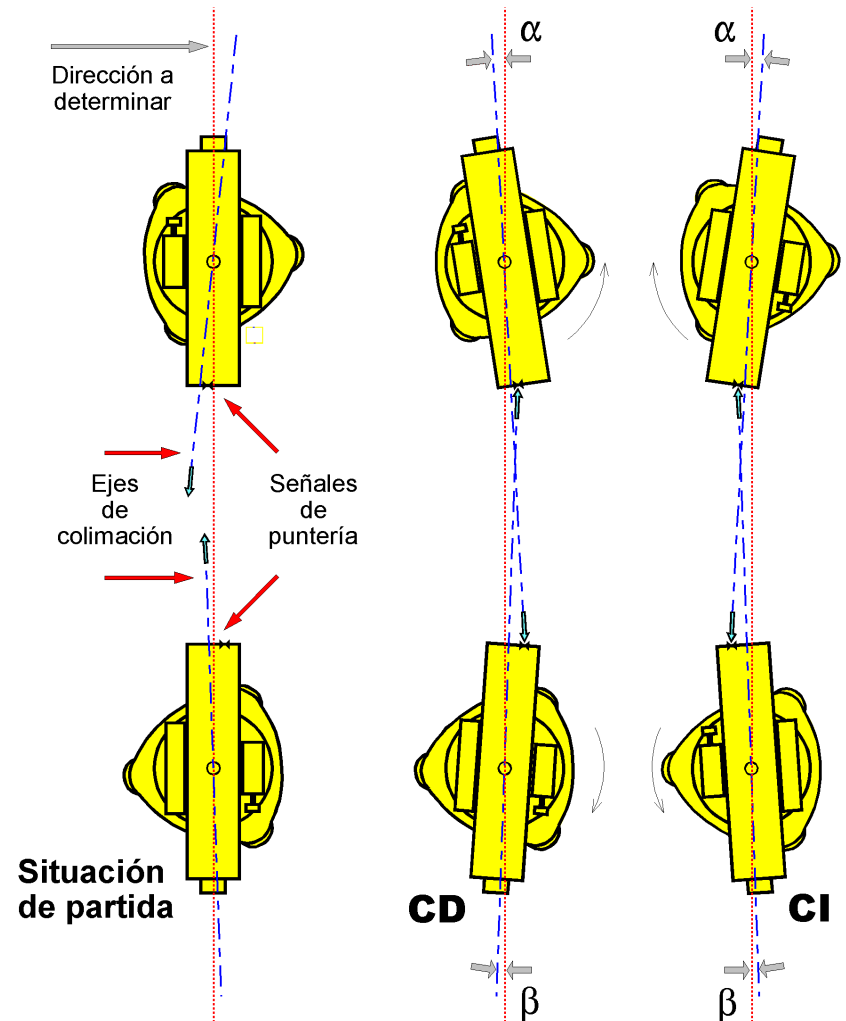
VERIFICACIÓN DE PLOMADA ÓPTICA

Con el método de la colimación recíproca se establece la posición del punto principal del instrumento visado

Para el ajuste de la plomada óptica en el plano transversal se visa al teodolito y a la señal de centrado



Teodolitos con señal de puntería en el objetivo



VERIFICACIÓN DE PLOMADA ÓPTICA



Verificación rigurosa de la plomada óptica de la base nivelante

Deben coincidir las señales de puntería y estacionamiento

Todo el proceso se repite en dirección ortogonal.

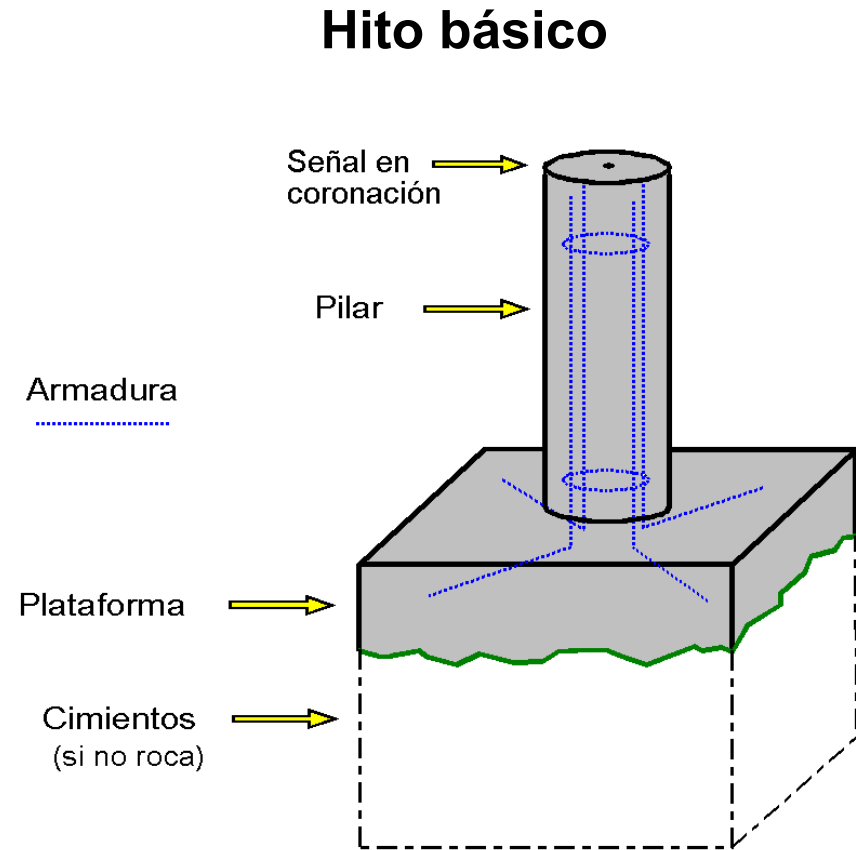
PILARES

La plataforma debe tener, sección horizontal cuadrada entre 1 y 1,5 m de lado.

La cimentación, salvo hacerse directamente sobre roca nativa, debe tener como mínimo 0,75 m de profundidad, o la necesaria hasta llegar a terreno firme.

Los pilares, cilíndricos y con armadura, deben tener 1,15 o 1,20 m de altura sobre plataforma y 0,30 m de diámetro.

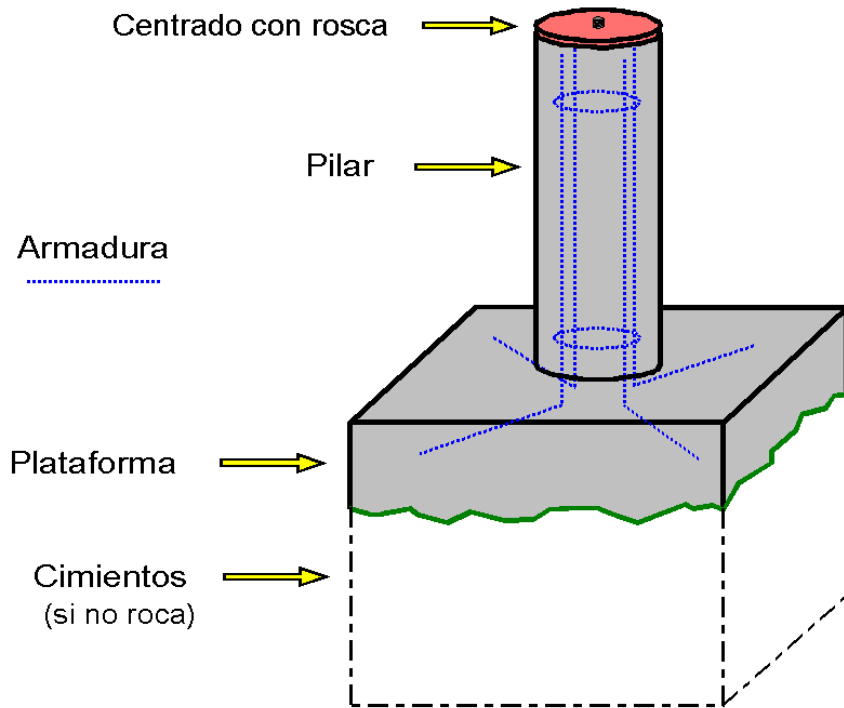
Los pilares pueden hacerse con encofrado metálico desmontable o con encofrado permanente de cartón o fibrocemento.



PILARES

Hito geodésico

Como el básico, pero con centrado de rosca Whitworth 5/8"

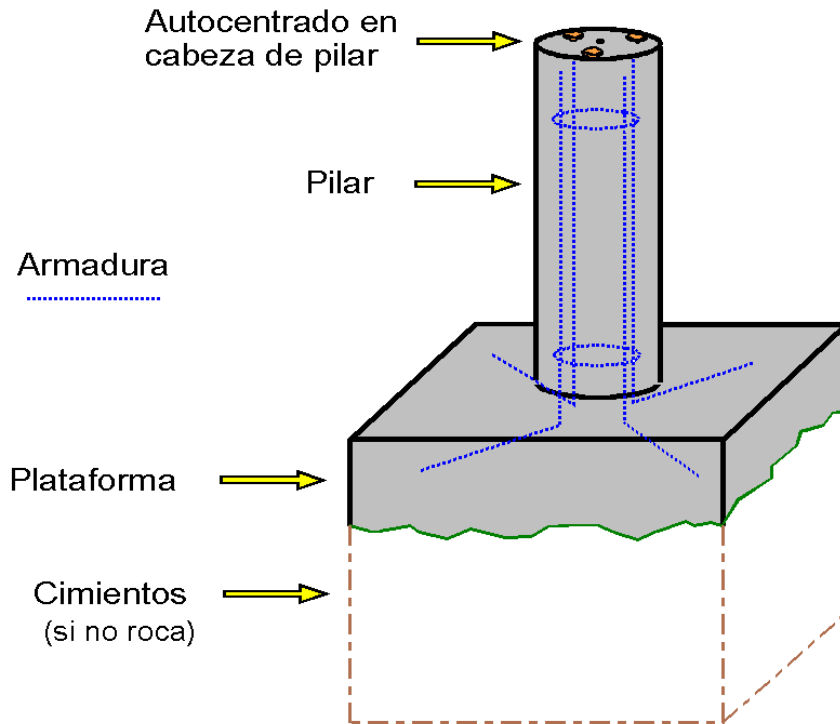


PILARES

Hito de red ordinaria de control

Como geodésico, pero con autocentrado

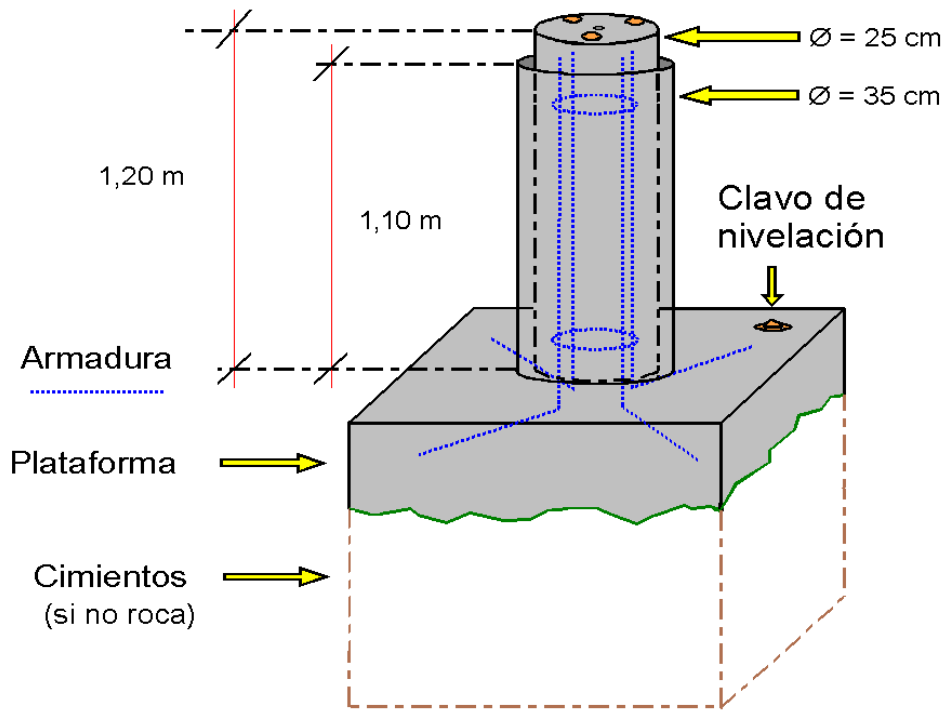
Lo mejor es que el autocentrado sea doble (radial + bola)



PILARES

Hito de control de presa

Como el de control, pero con pantalla y clavo de nivelación



La pantalla térmica puede ser de PVC, con separadores de poliuretano expandido

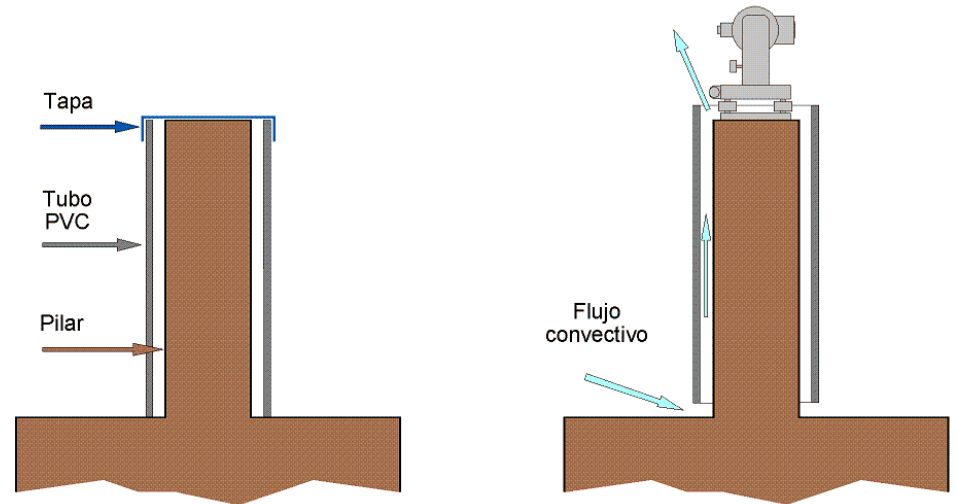
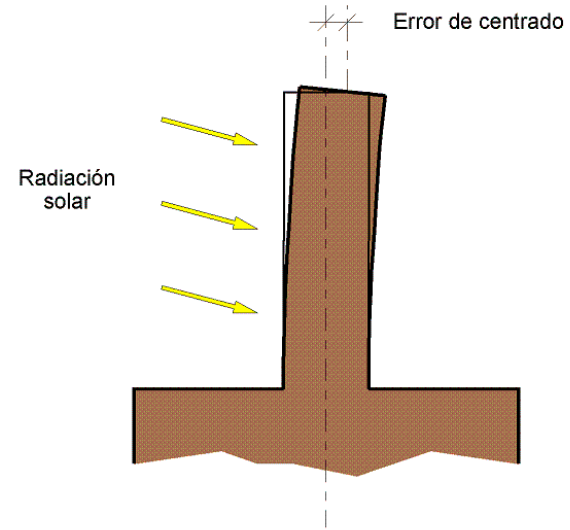


El clavo de nivelación debería llevar arqueta



PILARES

Función del protector de PVC



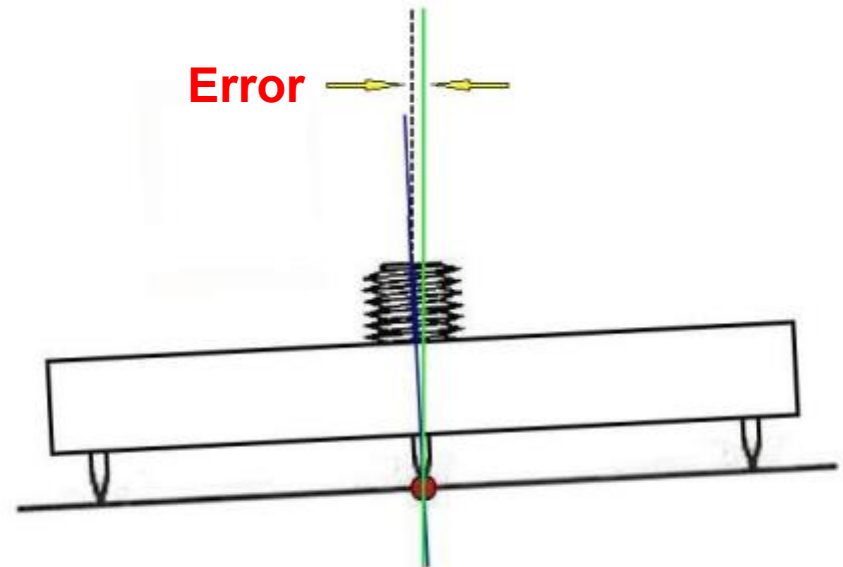
BASADAS

‘Basada’ de tipo ordinario (su nombre técnico es ‘placa de estacionamiento sobre pilar’)



El instrumento se monta en una rosca estándar Whitworth 5/8"

Pero si la superficie no está perfectamente horizontal se comete un error de centrado

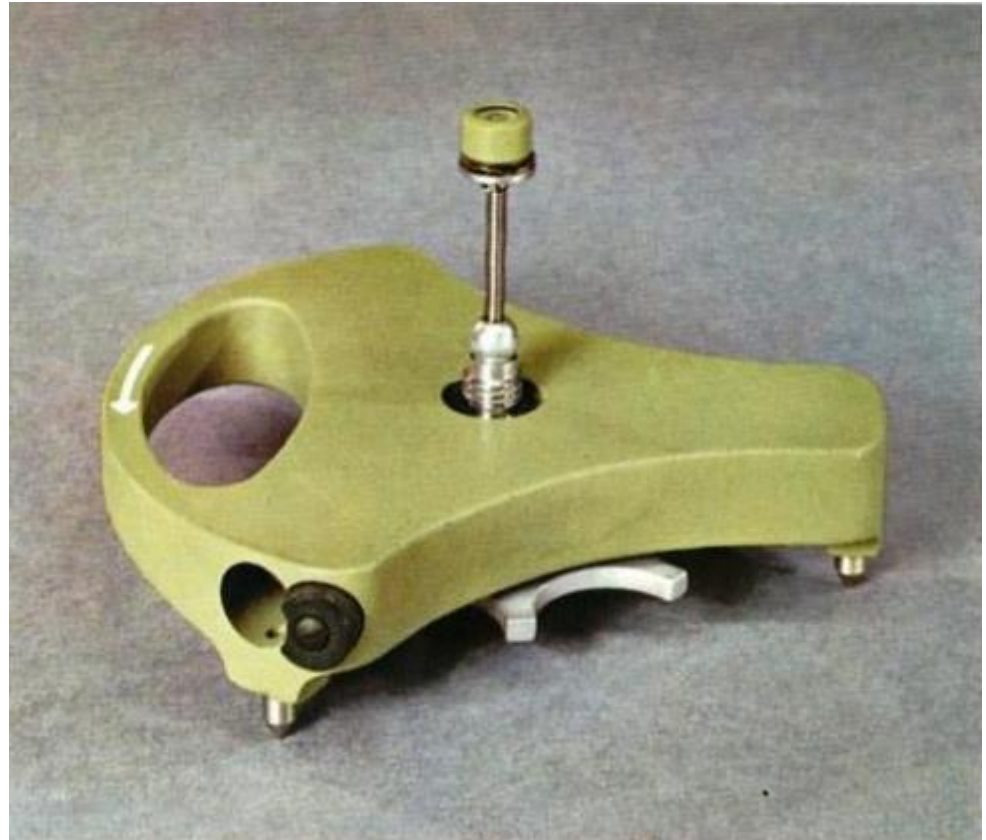


BASADAS

Basada ordinaria en autocentrado radial



La basada WILD viene con un punzón para centrado sobre la señal de un pilar con coronación lisa.

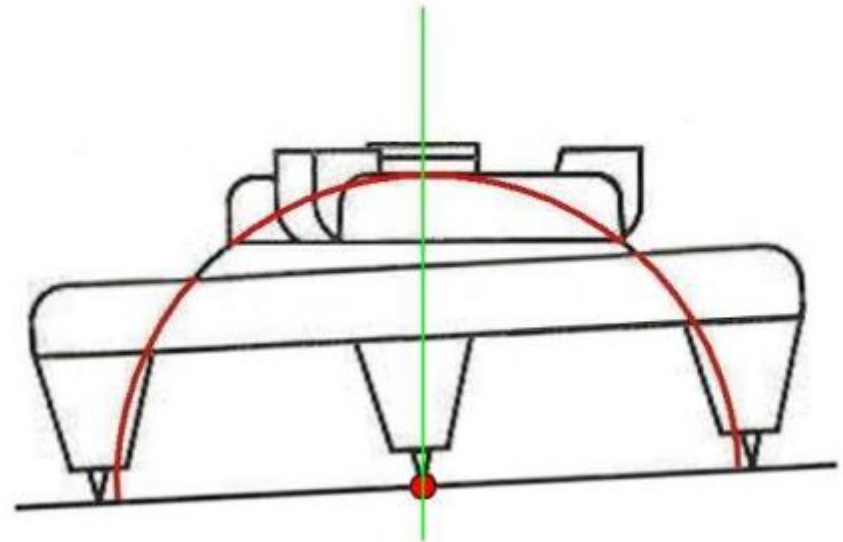
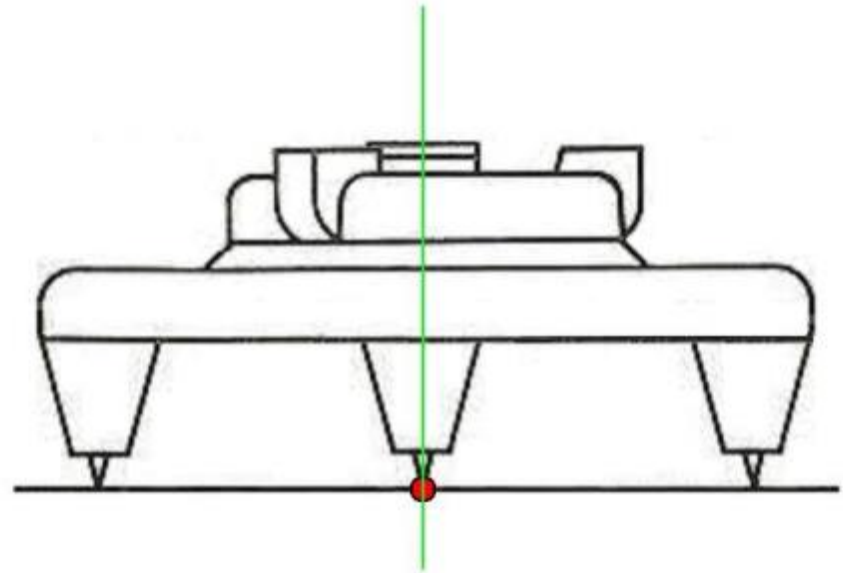


BASADAS

**Basada KERN,
de altura constante**

**Es nivelable sobre rótula
esférica de 100 mm de
radio, centrada en el
centro del triángulo,
equilátero determinado
por las patas en la
superficie de apoyo**

**En superficies no
perfectamente
horizontales, el centrado
sobre señal es perfecto**



Ajuste de la basada

La basada KERN ha de ser ajustada para obtener precisión de centrado $\leq \pm 0,1$ mm.

Posee un nivel esférico de servicio, y se dispone de otro auxiliar, que puede girar en el orificio de centrado

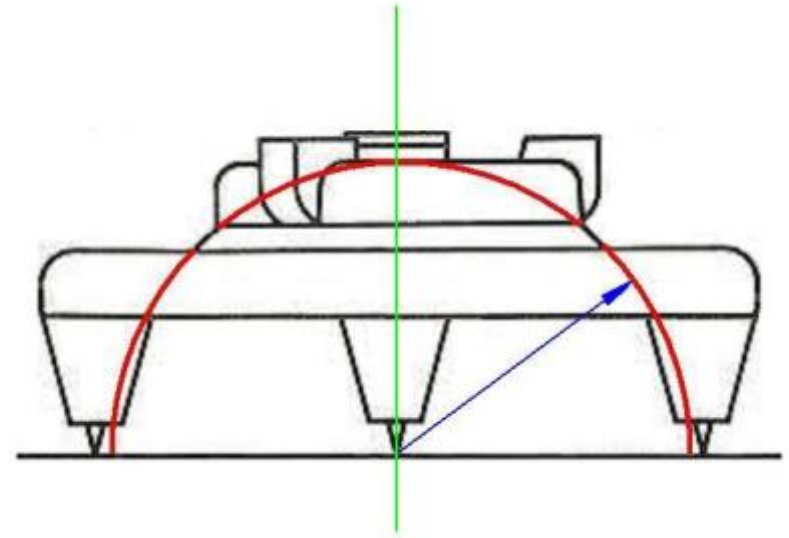
auxiliar ↓ ↓ de servicio



Se comienza con la corrección del nivel esférico de servicio usando el nivel esférico auxiliar



Ajuste de la basada

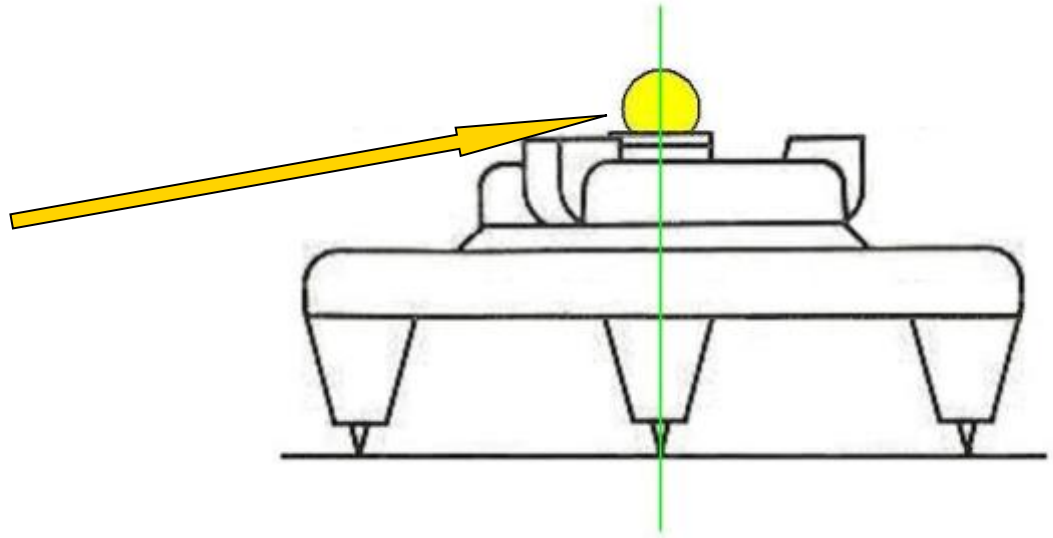


Se nivela sobre la rótula
y se bloquea con la palanca



Ajuste de la basada

Se coloca una esfera en el orificio de centrado forzado del instrumento



La esfera será el blanco de puntería para el ajuste de centrado de la basada

El color amarillo mate sobre fondo oscuro fue elegido por un grupo de observadores selectos.

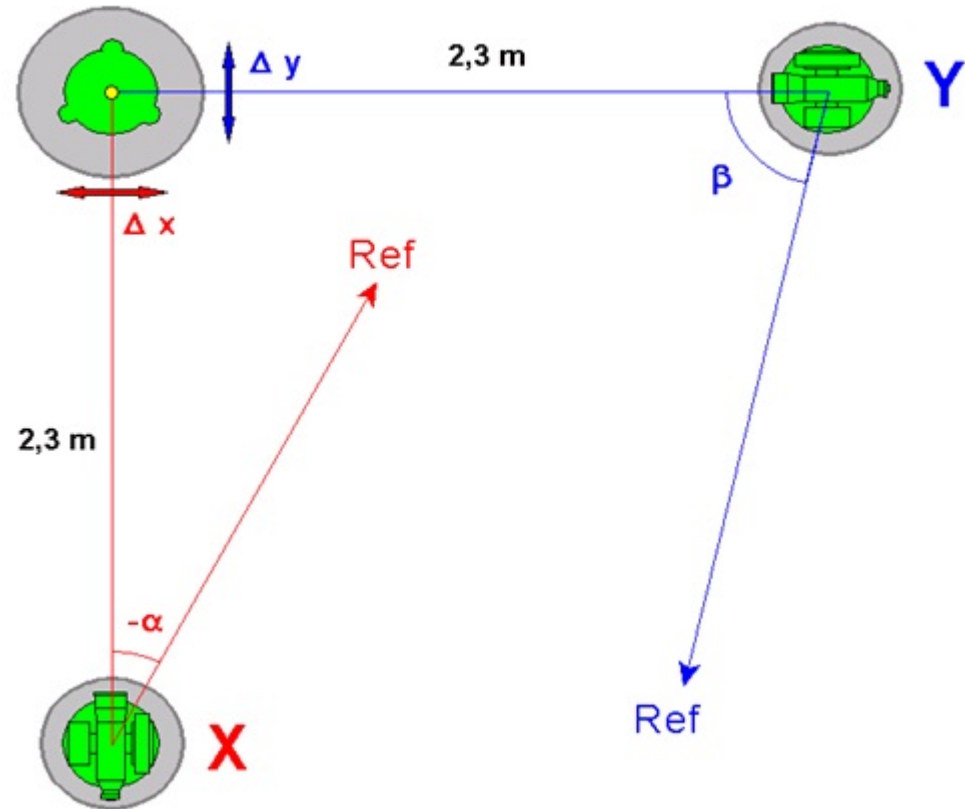
Ajuste de la basada

Desde dos teodolitos ortogonalmente estacionados se observa la posición de la esfera, en diferentes reestacionamientos de la basada.

Se hacen tres posados de basada (120°) y tres renivelaciones.

Relacionando distancias de visado con variaciones angulares se establecen las sucesivas posiciones planimétricas que ocupa el eje de cada basada.

A 2,3 m, con precisión nominal de teodolito de $\pm 2,5^c$, las coordenadas del centro de la esfera se establecen con precisión de $\pm 0,01$ mm.



Ajuste de la basada

En el año 1990 se hicieron los primeros ajustes de basadas KERN en el pilar astronómico SE de la terraza



Ajuste de la basada

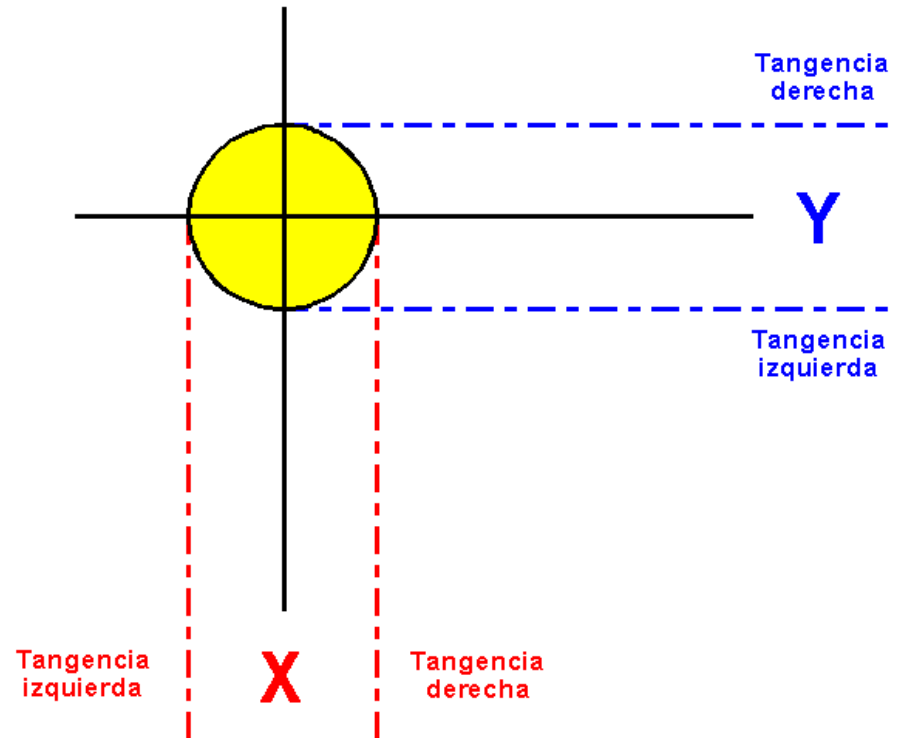
Desde que en 1994 se construyó la BLM, el ajuste de centrados instrumentales se hacen en el grupo de pilares a ello destinados



Ajuste de la basada

Se establece la situación planimétrica del centro de estacionamiento de la basada, en las tres posibles posiciones a 120° y tras tres renivelaciones en cada posición.

Se observa tangenteando la esfera por ambos lados, y tomando el valor medio



Visando desde teodolitos X e Y

Sólo se observa en CD, sistematizando así el error de colimación H. Como sólo se buscan diferenciales, es lícito y se ahorra tiempo.

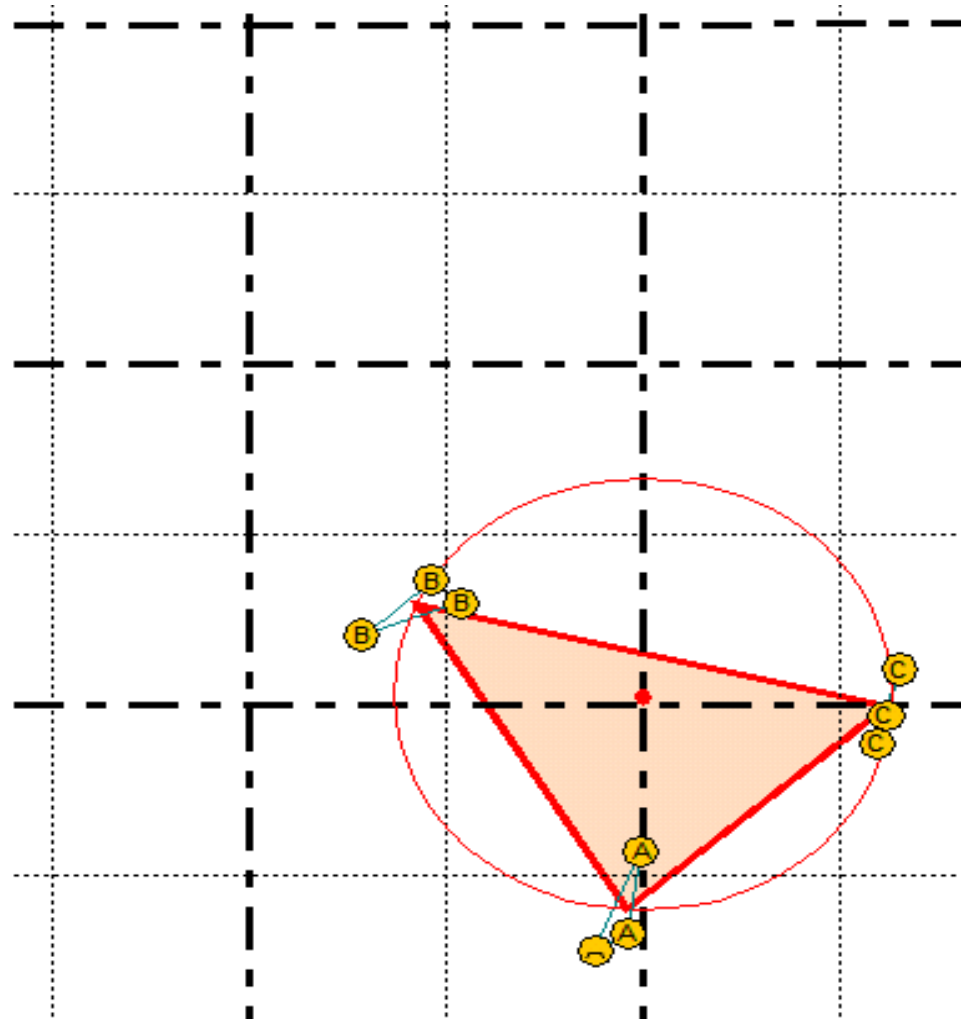
Se calculan las coordenadas de cada radiación de esfera.

Ajuste de la basada

**Gráficas de ajuste
submilimétrico de
una basada KERN**

**Los grupos de tres
letras A-A-A, B-B-B y
C-C-C corresponden a
renivelaciones en la
misma presentación.**

**Los grupos A, B y C
son presentaciones
con sucesivos giros de
120° de la basada.**



Resultado

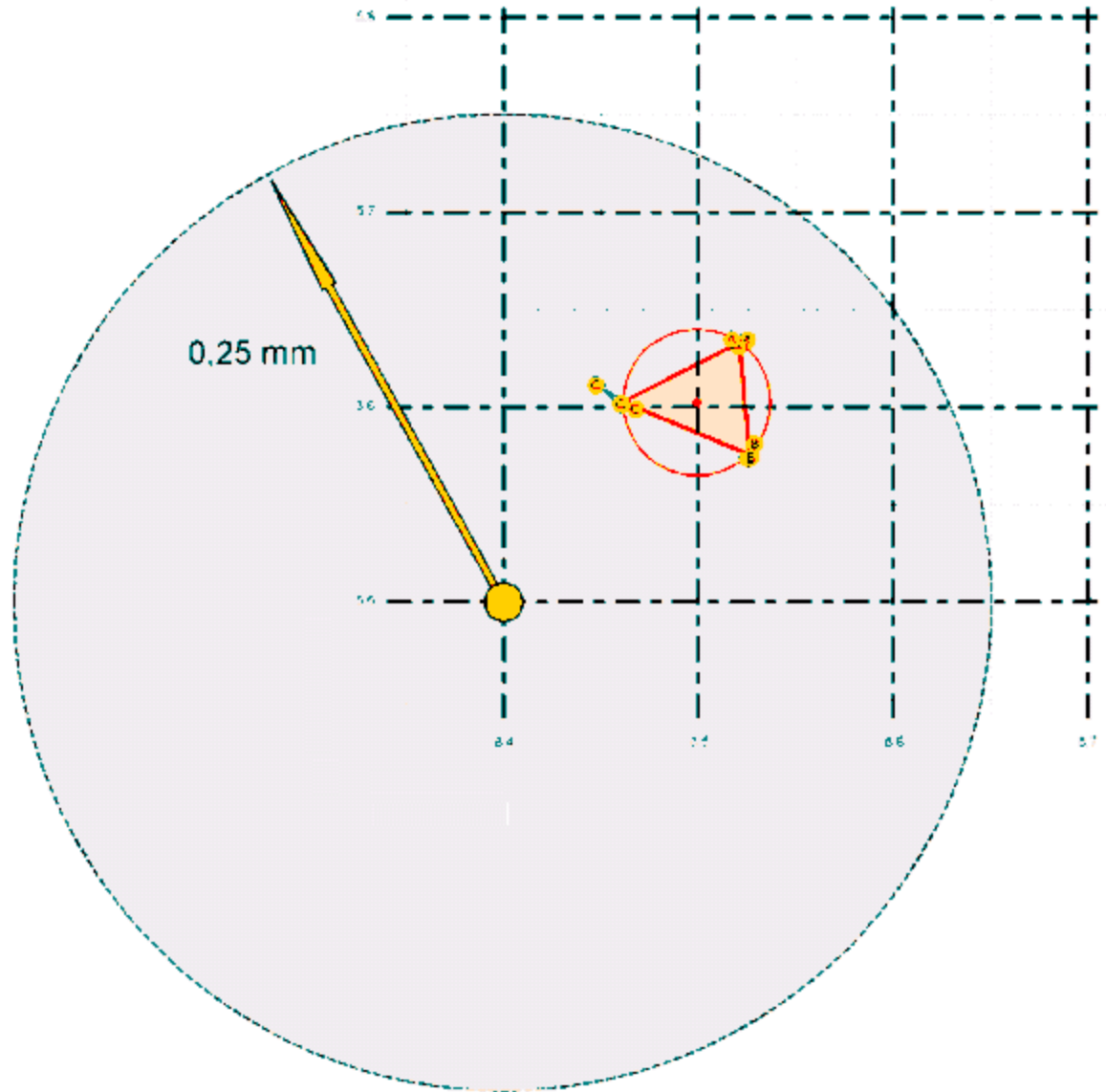
Tras 'replantear' la situación centrada, se ajusta el nivel esférico de la basada y se repite el proceso.

Este es
corresp
la basac

Este aji

Sección de una
mina de lápiz de
0,5 mm de \varnothing

BASADA KERN nº 2



ACOPLAMIENTO

**Basada KERN en
autocentrado radial
GEOCONTROL**



**Acoplamiento especial para poder
estacionar instrumentos con
centrado Whitworth 5/8" en las
basadas submilimétricas KERN**

ACOPLAMIENTO

Montaje del acoplamiento de centrado para basada KERN



Estacionamiento de la ET

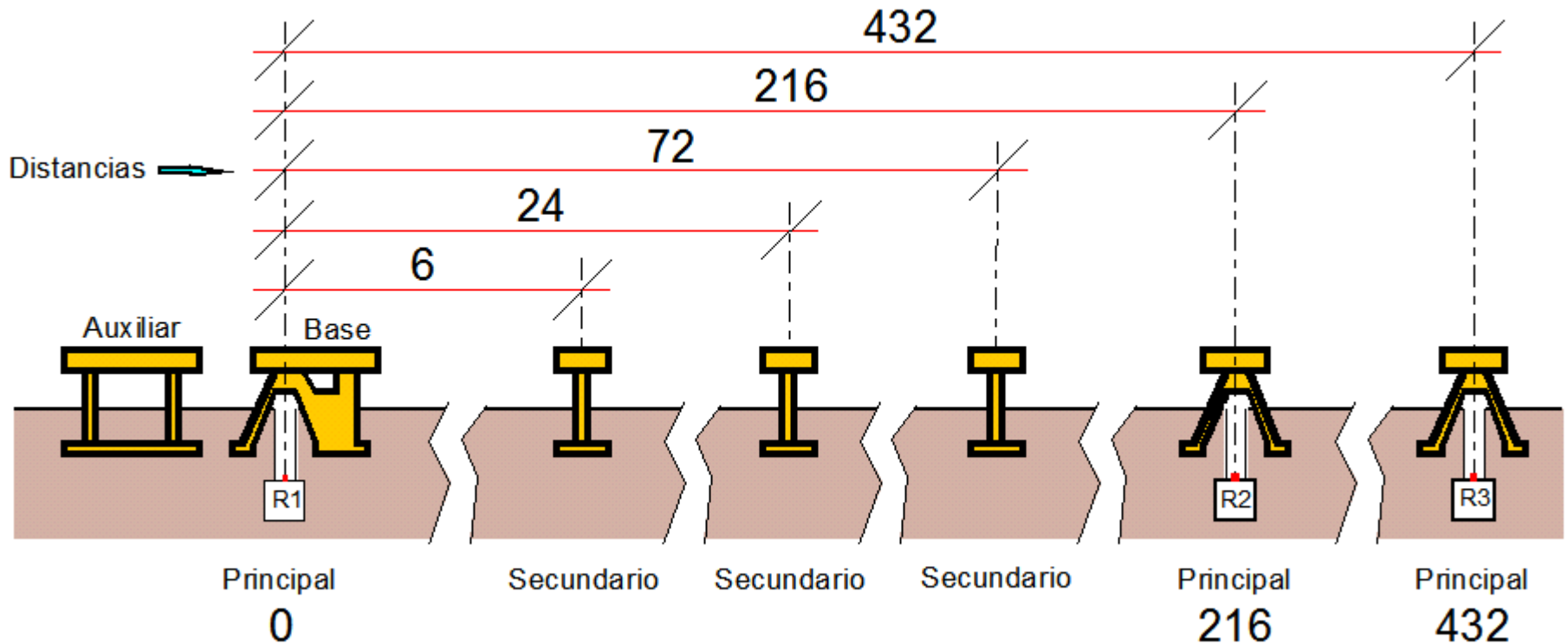
ACOPLAMIENTO

Montaje del acoplamiento de centrado para basada KERN



Estacionamiento del prisma

Estacionamiento descentrado en la base Väisälä



En los pilares no hay centrado para estacionamiento.

Los pilares principales (0, 216 y 432) son como mesas. Tienen un agujero vertical sobre la señal, que está a 1,50 m de profundidad. Mesas y pozos de señal están protegidos con tapas metálicas cerradas con candados.

Estacionamiento descentrado en la base Väisälä

Es conveniente utilizar basada KERN (por su centrado forzado submilimétrico), pero cada instrumento o prisma usado tiene su propia plomada óptica con su particular ajuste.

La técnica es estacionar en el pilar, centrando la basada aproximadamente sobre la señal mediante la plomada óptica de cualquier instrumento montado en ella.



Señal subterránea

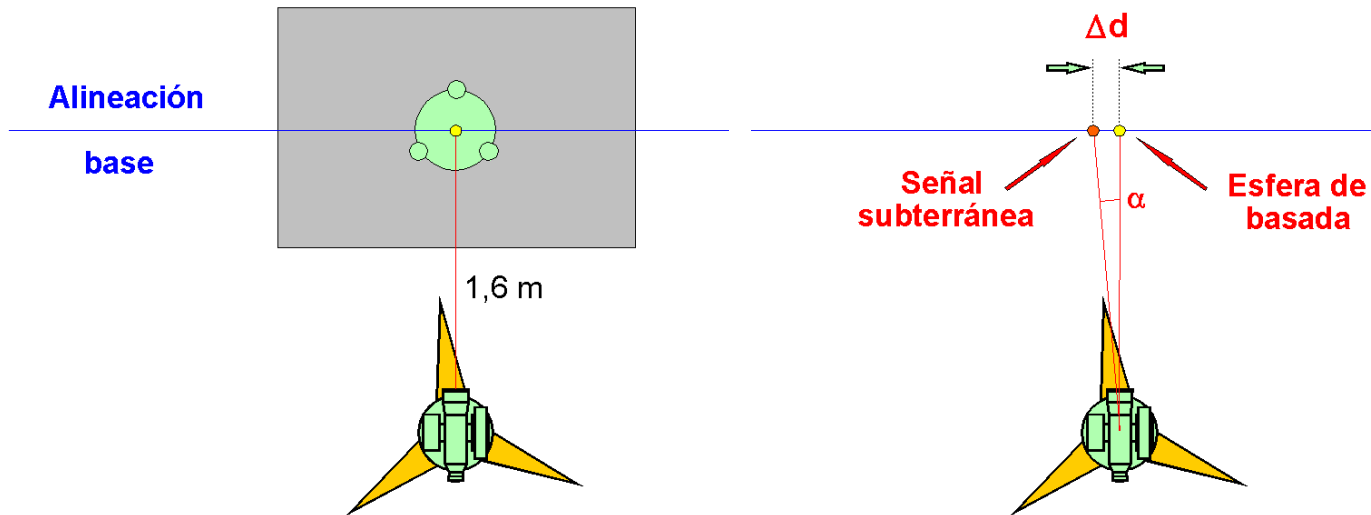
Después se recibe cada basada con yeso para que queden inmóviles durante las verificaciones, que pueden durar días, dado que se hacen varias observaciones diarias, durante al menos dos jornadas, para compensar los residuales de índice de refracción.

Estacionamiento descentrado en la base Väisälä

Las basadas no quedan exactamente estacionadas sobre las señales (errores máximos del orden de 2 mm).

Los descentrados transversales carecen de importancia.

Los descentrados longitudinales se miden con alta precisión.



$$\Delta d \text{ mm} = 1600 \operatorname{tg} \alpha$$

Se aplican las correcciones Δd a las distancias patrón.

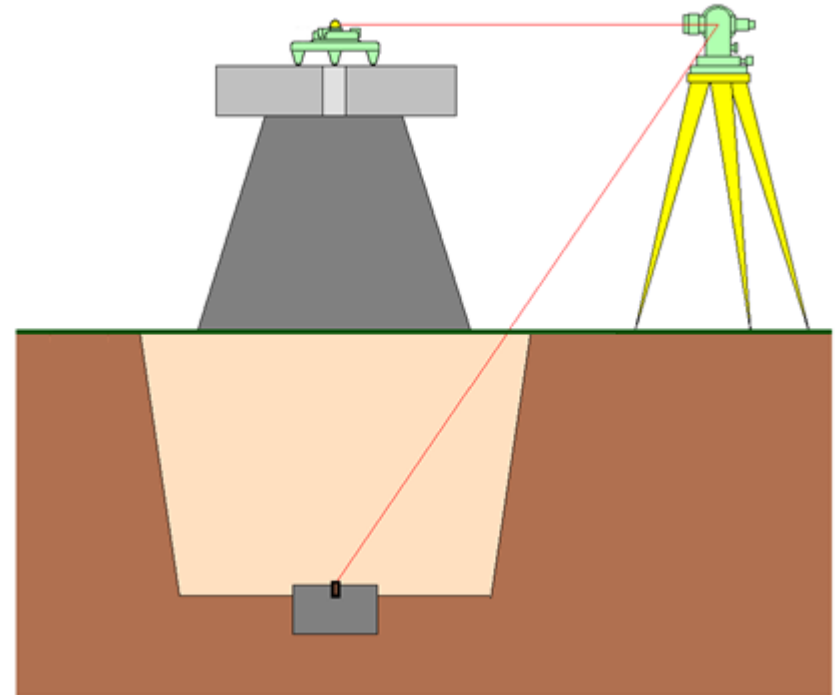
Estacionamiento descentrado en la base Väisälä

Al medir con una visual casi horizontal y la otra muy inclinada, el residual de verticalidad del eje del teodolito puede generar errores inaceptables

La técnica de la Nivelación Transversal numérica Rigurosa (NTR) es necesaria para minimizar el residual de verticalidad del eje principal del teodolito.

En este caso se utiliza para llevar el residual de verticalidad a un valor nulo (podría llamarse una supernivelación), midiendo el ángulo horizontal sin errores residuales significativos, estableciéndose el valor de Δd con alta precisión.

La NTR se creó y utilizó por primera vez en esta base y para esta aplicación en 1979, siendo desarrollada posteriormente como técnica especial*.

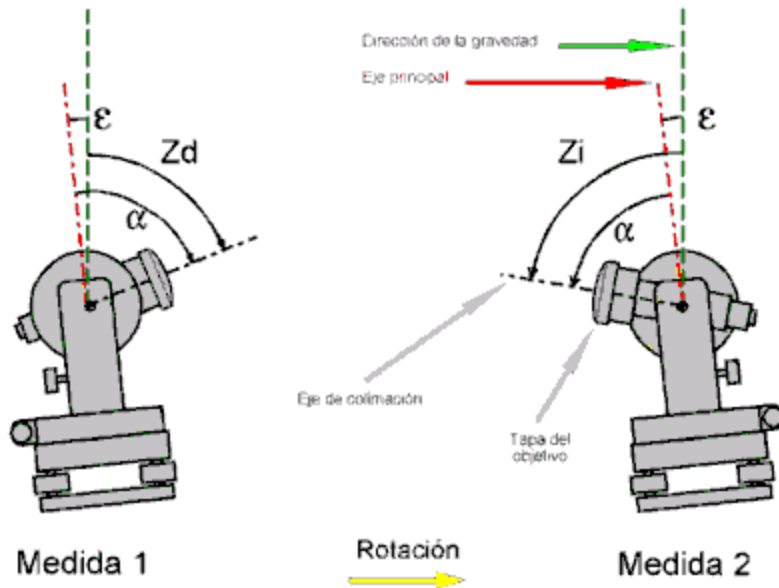


* Ver Topografía y Cartografía, enero 1991, Valbuena.

Estacionamiento descentrado en la base Väisälä

Se comienza con un teodolito estacionado, del que se quiere medir el componente transversal del residual de verticalidad del eje.

Fundamento de la NTR



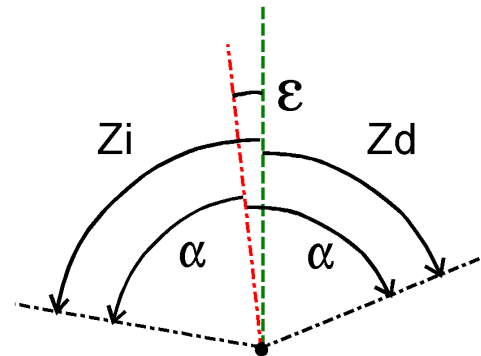
La diferencia entre las dos lecturas Z_d y Z_i es el doble del residual ϵ de verticalidad del eje principal, en el plano de observación

Se hacen dos lecturas cenitales:

1ª, a derecha, Z_d

2ª, a izquierda, Z_i

En todo el proceso no se altera la inclinación α del anteojo.



$$Z_d = \alpha - \epsilon$$

$$Z_i = \alpha + \epsilon$$

$$Z_i - Z_d = 2\epsilon$$

Estacionamiento descentrado en la base Väisälä

Señalizando el estacionamiento del teodolito en la perpendicular de la señal subterránea



Estacionamiento del teodolito en la perpendicular de la señal subterránea, a la sombra y con NTR

Estacionamiento descentrado en la base Väisälä

Visando a la señal subterránea



Vástago en la señal subterránea

Estacionamiento descentrado en la base Väisälä

Vástago de la señal subterránea sobre lámina blanca para mejorar el contraste en los tangenteos



Observación de la señal subterránea

Estacionamiento descentrado en la base Väisälä

Poniendo lente de aproximación para visar la esfera de puntería, a menor distancia que la mínima de enfoque



Visando la esfera de puntería

APLICACIÓN PARA EDM ORDINARIOS

En distanciametría el error soportado es constante.

En goniometría, el error soportado es inversamente proporcional a la longitud de la visual. Peligro en distancias cortas.

Si se teme que la plomada óptica del instrumento pueda estar descorregida, se puede compensar repitiendo la observación tras girar la base nivelante 180° .

Si se teme que pueda estar descorregido el nivel esférico del jalón portaprismas, se puede compensar repitiendo la observación tras girar el jalón 180° .

El error de centrado suele ser el de mayor entidad en técnicas de EDM de alta precisión.

Continúa en parte V: OTROS ERRORES