

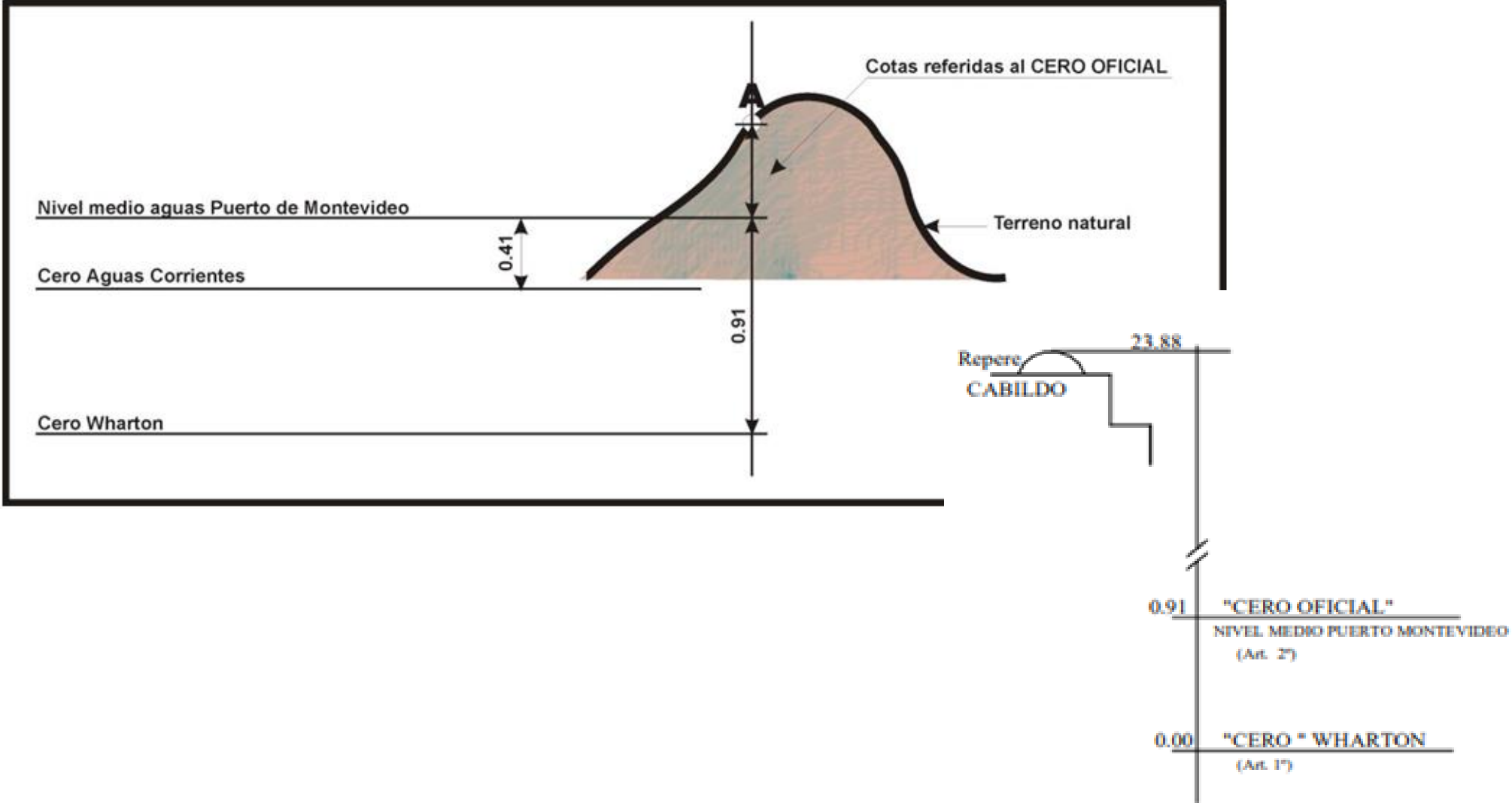
CURSO TOPOGRAFIA ALTIMÉTRICA

2do. Semestre 2024

DOCENTES:

Ing. Agrim. MAGALI MARTINEZ – Ing. Agrim. MARTIN WAINSTEIN

SUPERFICIES DE REFERENCIA - "CERO OFICIAL" - URUGUAY



REPASO

EFECTOS DE LA CURVATURA DE LA TIERRA Y LA REFRACCION ATMOSFERICA

EFFECTOS ALTIMETRICOS POR CURVATURA DE LA TIERRA Y LA REFRACCIÓN ATMOSFERICA

ERROR DE ESFERICIDAD:

Supongamos dos puntos **A** y **B** ubicados sobre el terreno, cuyo desnivel queremos hallar.

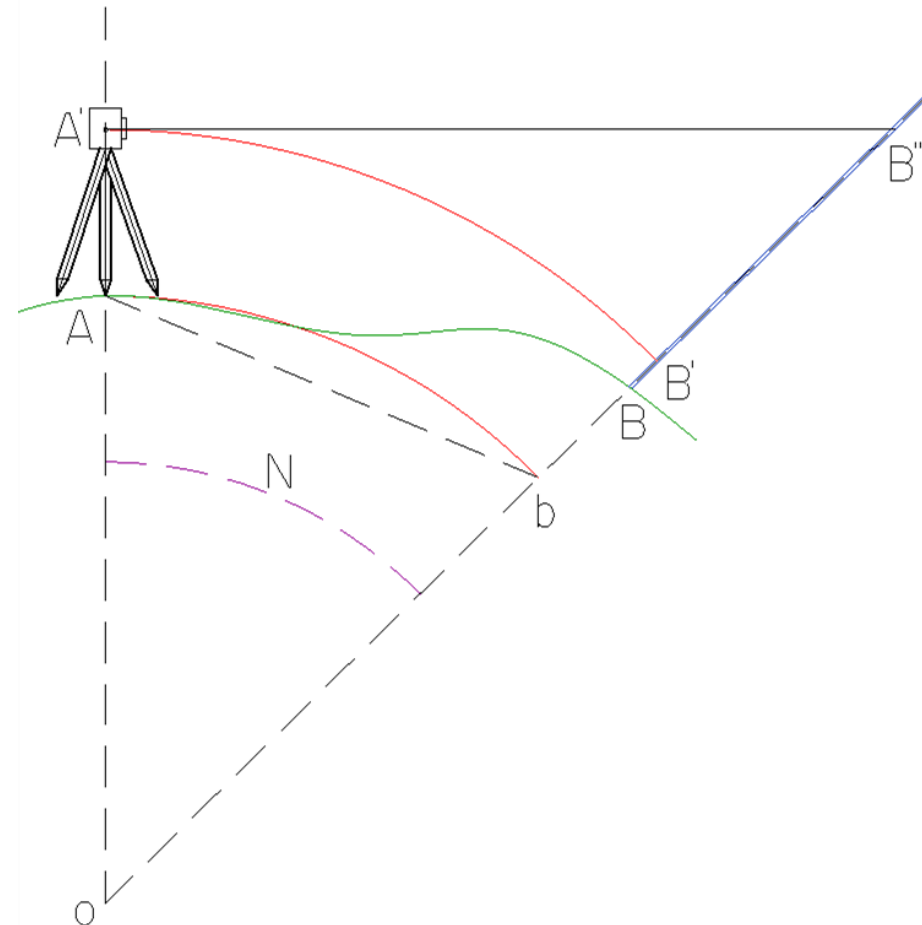
Hacemos pasar por **A** la superficie de nivel **Ab** paralela a la superficie de nivel **N** de comparación, el desnivel buscado será la magnitud **Bb**, segmento de vertical comprendido entre las superficies de nivel de ambos puntos.

Estacionando en **A** un instrumento cuya altura sobre el suelo sea **AA'** y colocando una mira en **B**, quedaría obtenido el desnivel si a partir de **A'** pudiéramos dirigir una visual curvilínea paralela a la superficie de comparación **N**, que interceptaría a la mira en un punto **B'** conociéndose entonces la altura de mira **BB'**.

El desnivel en este caso sería: **Bb = AA' - BB'**

Pero la visual no sigue la dirección **A'B'**, sino la rectilínea **A'B''**, que suponemos horizontal, por lo que en la apreciación del desnivel se comete un error denominado de esfericidad igual a **B'B''**.

Dado que la distancia entre los puntos **A** y **B**, es muy pequeña en comparación con el radio terrestre (en topografía) se puede considerar que la distancia del **arco Ab** y la **cuerda Ab** son iguales, y lo denominaremos **d**.



EFFECTOS ALTIMETRICOS POR CURVATURA DE LA TIERRA Y LA REFRACCIÓN ATMOSFERICA

ERROR DE ESFERICIDAD:

Considerando el triangulo A'OB''.
 Llamaremos R al radio OA=Ob
 AA' = bB' =h (misma superficie de nivel)
 D = A'B''
 $\epsilon_c = B'B''$

$$D^2 = (R + h + \epsilon_c)^2 - (R + h)^2$$

R+h es conocido y llamaremos R'

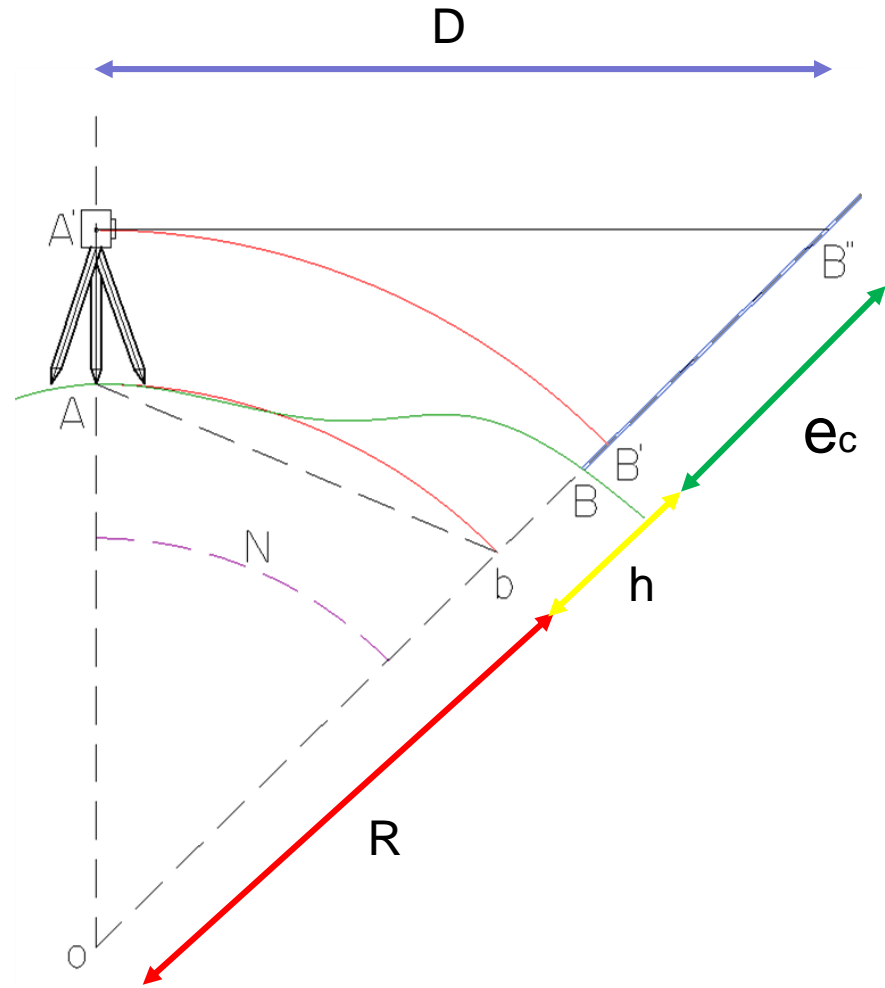
$$D^2 = (R' + \epsilon_c)^2 - R'^2$$

$$D^2 = R'^2 + 2R'\epsilon_c + \epsilon_c^2 - R'^2$$

ϵ_c^2 se desprecia por ser mucho mas chico que ϵ_c

$$\epsilon_c = \frac{D^2}{2R'}$$

h es aproximadamente de 1.5 metros dependiendo del usuario, pero dada la poca diferencia respecto al radio de la tierra se puede despreciar y considerar R' = R



EFFECTOS ALTIMETRICOS POR CURVATURA DE LA TIERRA Y LA REFRACCIÓN ATMOSFERICA

ERROR DE REFRACCION:

El error de esfericidad se ve atenuado debido a que se comete un nuevo error de signo contrario, motivado por la refracción atmosférica. En general, las capas más densas son las más próximas a la Tierra y, por eso, la visual se refracta, dando lugar a una línea curva cuya convexidad se dirige hacia el cenit. Dirigiendo la visual a un punto por debajo de la visual horizontal, que llamaremos **B'''**.

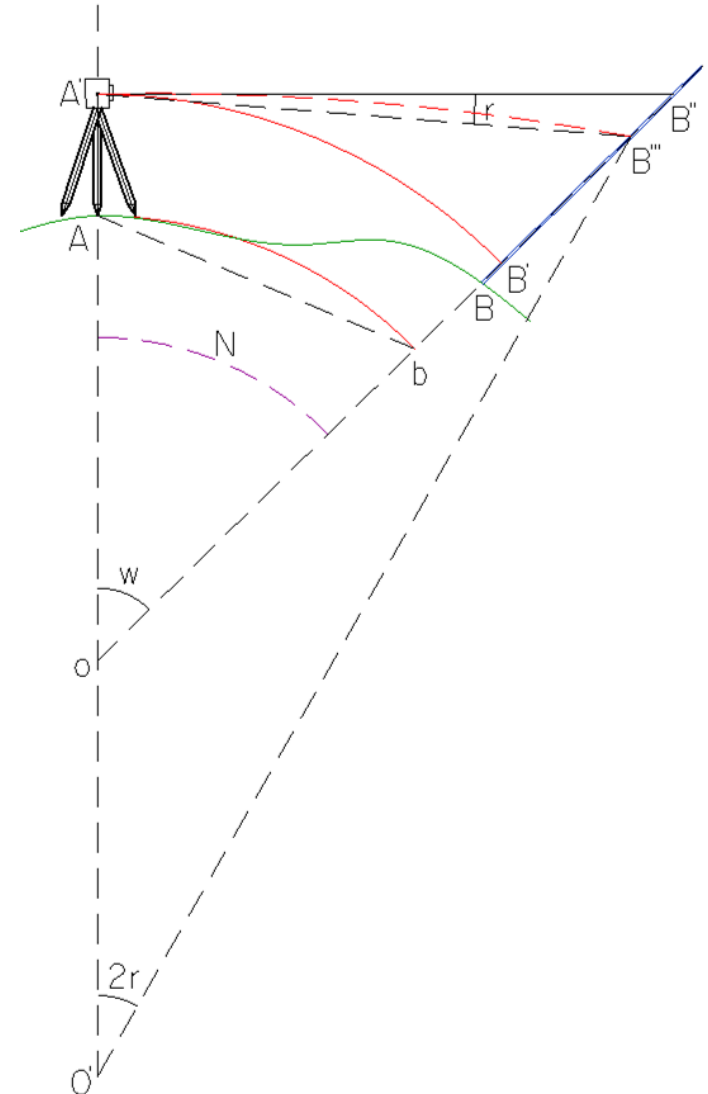
Al error **B''B'''** se le denomina error de refracción.

El ángulo que forma **A'B''** con la cuerda de la curva **A'B'''** se denomina **ángulo de refracción r**, y este será la mitad del ángulo al centro **O'** de los puntos de la curva **A'** y **B'''**

Mientras se mantiene fijo el centro **O'** la relación entre los radios de la Tierra y de refracción será constante; la longitud de la cuerda **A'B'''** al estar comprendida entre **A'B''** y **A'B'** consideradas como iguales a **D**, y los ángulos en el centro **ω** y **2r** que subtienden arcos iguales verificarán las relaciones:

$$2r = \frac{D}{X} \text{ y } \omega = \frac{D}{R}$$

La relación $R/X = K$ (constante) denominado **Coefficiente de refracción**.



EFFECTOS ALTIMETRICOS POR CURVATURA DE LA TIERRA Y LA REFRACCIÓN ATMOSFERICA

ERROR DE REFRACCION:

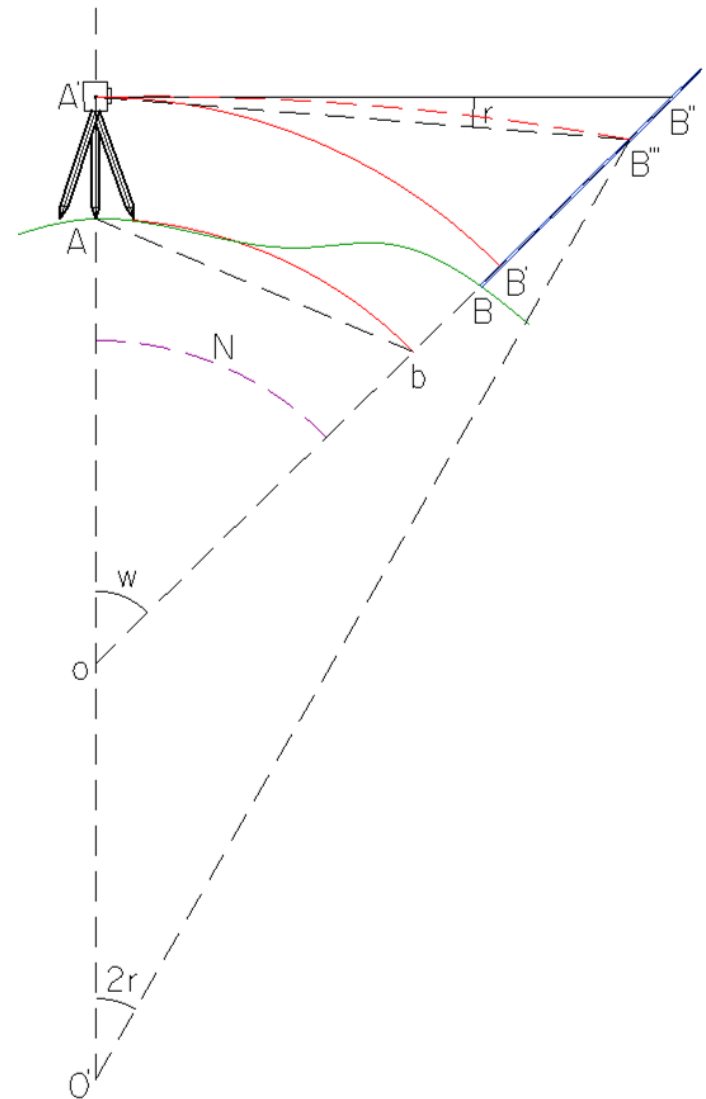
Considerando el triangulo A'O'B''

$$(X + \epsilon_r)^2 = X^2 + D^2$$

$$X^2 + 2X\epsilon_r + \epsilon_r^2 = X^2 + D^2$$

Se desprecia el error de refracción al cuadrado por ser muy pequeño.

$$\epsilon_r = \frac{D^2}{2X} \rightarrow \epsilon_r = \frac{KD^2}{2R}$$



EFFECTOS ALTIMETRICOS POR CURVATURA DE LA TIERRA Y LA REFRACCIÓN ATMOSFERICA

DESNIVEL VERDADERO Y DESNIVEL APARENTE:

El desnivel verdadero entre los puntos A y B será el desnivel de lectura (desnivel aparente) menos los errores de curvatura (o esfericidad) y refracción.

$$Z_V = B'b - B'B$$

$$Z_A = A'A - B'''B$$

$$A'A = B'b$$

$$Z_V - Z_A = B'''B - B'B = \varepsilon_C - \varepsilon_r$$

$$Z_V = Z_A + \varepsilon_C - \varepsilon_r$$

$$Z_V = Z_A + \frac{D^2}{2R} - \frac{KD^2}{2R} = Z_A + \frac{(1-K)D^2}{2R}$$

El error de esfericidad y refracción puede evitarse estacionando en un punto equidistante de los A y B cuyo desnivel interesa hallar. Este método de *miras equidistantes*, que como ya veremos, anula los errores sistemáticos propios de un nivel, sirve igualmente para eliminar los de esfericidad (suponiendo la tierra esférica) y refracción, ya que serán iguales en los dos extremos, y suponiendo se obtuviese el desnivel por diferencia de lecturas de mira con una visual horizontal, no variará aquella al aumentar el minuendo y sustrayendo la misma cantidad.

EFFECTOS ALTIMETRICOS POR CURVATURA DE LA TIERRA Y LA REFRACCIÓN ATMOSFERICA

De la expresión se obtienen valores que en Topografía no tienen mayores incidencias, salvo aquellos casos en que se hacen traspasos de cotas de puntos fijos.

Por ello se aconseja que la distancia entre dichos puntos no sea mayor de 50 m.

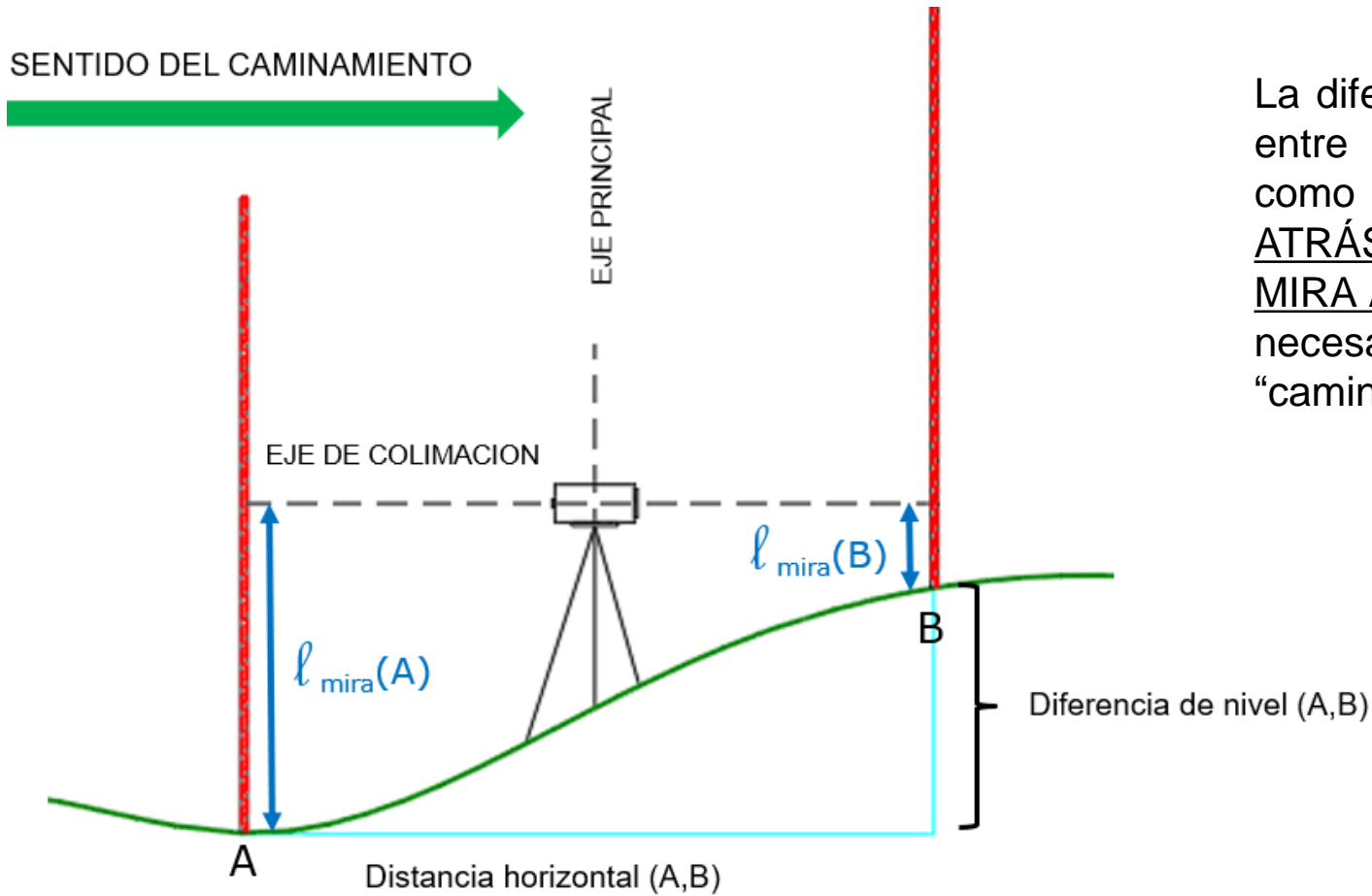
Podemos entonces considerar que en el área de la Topografía se podría prescindir de la curvatura terrestre y la refracción atmosférica y considerar a la Tierra como una superficie plana.

El efecto de curvatura y refracción se anula con la igualdad de distancia del nivel a ambas posiciones de la mira.
De lo contrario sería un error de lectura sistemático, siempre leeríamos con error sobre ambas miras sin saber si los incrementos son iguales. Esto puede incidir en el desnivel total como error accidental.

REPASO

PLANO COLIMADOR, LECTURA ATRÁS Y
ADELANTE, DIFERENCIA DE NIVEL,
DIFERENCIA DE COTAS

LECTURA DE MIRA – DIFERENCIA DE NIVEL ENTRE PUNTOS



La diferencia de nivel o de altura entre dos puntos se determina como la LECTURA DE MIRA ATRÁS menos la LECTURA DE MIRA ADELANTE, para lo que es necesario conocer el sentido del "caminamiento".

$$\Delta H_{AB} = \text{lectura de mira (A)} - \text{lectura de mira (B)}$$

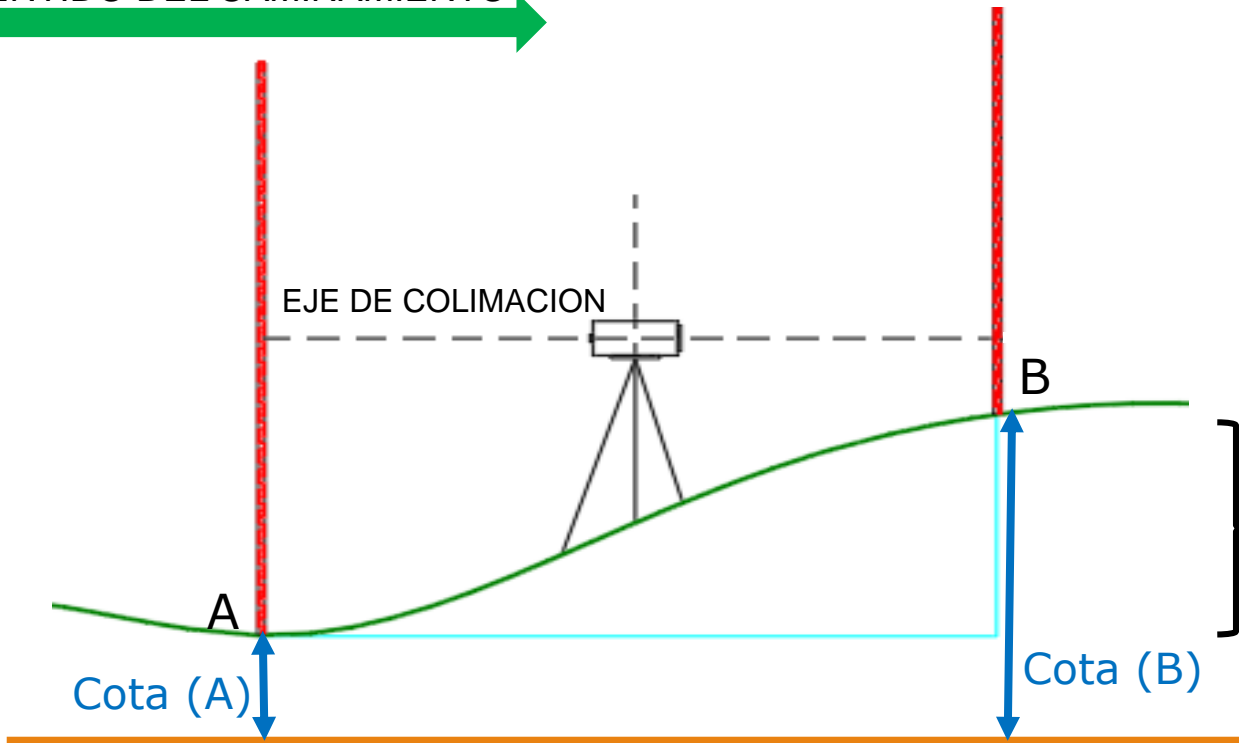
("lectura atrás") ("lectura adelante")

DIFERENCIA DE NIVEL y DIFERENCIA DE COTAS entre 2 puntos

Diferencia cota entre A y B = $COTA (B) - COTA (A)$

La diferencia de cota entre dos puntos es la diferencia entre la COTA FINAL (B) menos la COTA INICIAL (A).

SENTIDO DEL CAMINAMIENTO →



diferencia de nivel (A,B) =
 diferencia de cota (A,B)

SUPERFICIE DE REFERENCIA

DIFERENCIA DE NIVEL y DIFERENCIA DE COTAS entre 2 puntos

$$\Delta H_{AB} = \text{lectura de mira (A)} - \text{lectura de mira (B)}$$

lectura "atrás" - lectura "adelante"

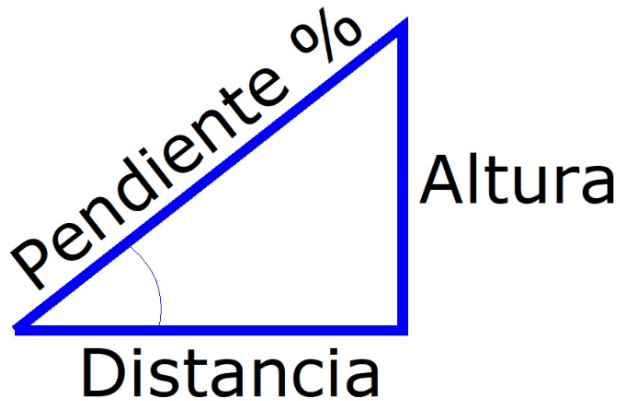
$$\text{Diferencia cota entre A y B} = \text{COTA (B)} - \text{COTA (A)}$$

¿Como interpretar el signo del resultado?

Diferencia con signo positivo (+)  el terreno "sube" de A hacia B
 (pendiente positiva)

Diferencia con signo negativo (-)  el terreno "baja" de A hacia B
 (pendiente negativa)

REPASO: CALCULO DE PENDIENTE (PORCENTUALMENTE Y ANGULARMENTE)



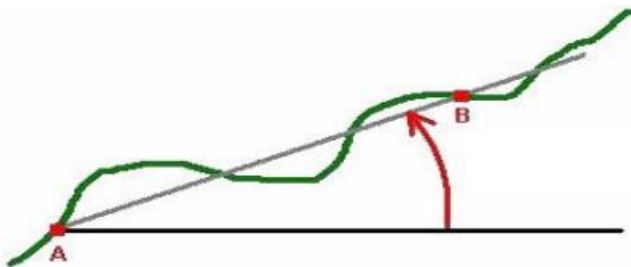
Calculo del valor de la Pendiente en porcentaje:

$$\text{Pendiente (\%)} = \left(\frac{\text{Altura}}{\text{Distancia}} \right) \times 100$$

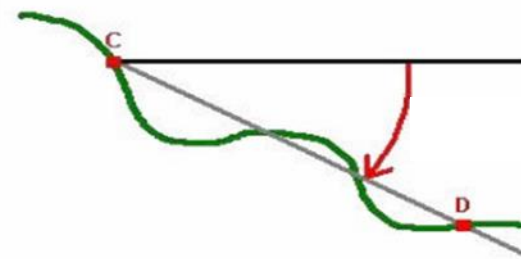
Calculo del valor angular de la pendiente:

$$\text{Pendiente (}^\circ\text{)} = \text{arctg} \left(\frac{\text{Altura}}{\text{Distancia}} \right)$$

Signo de la pendiente:



Pendiente POSITIVA (+): el terreno sube



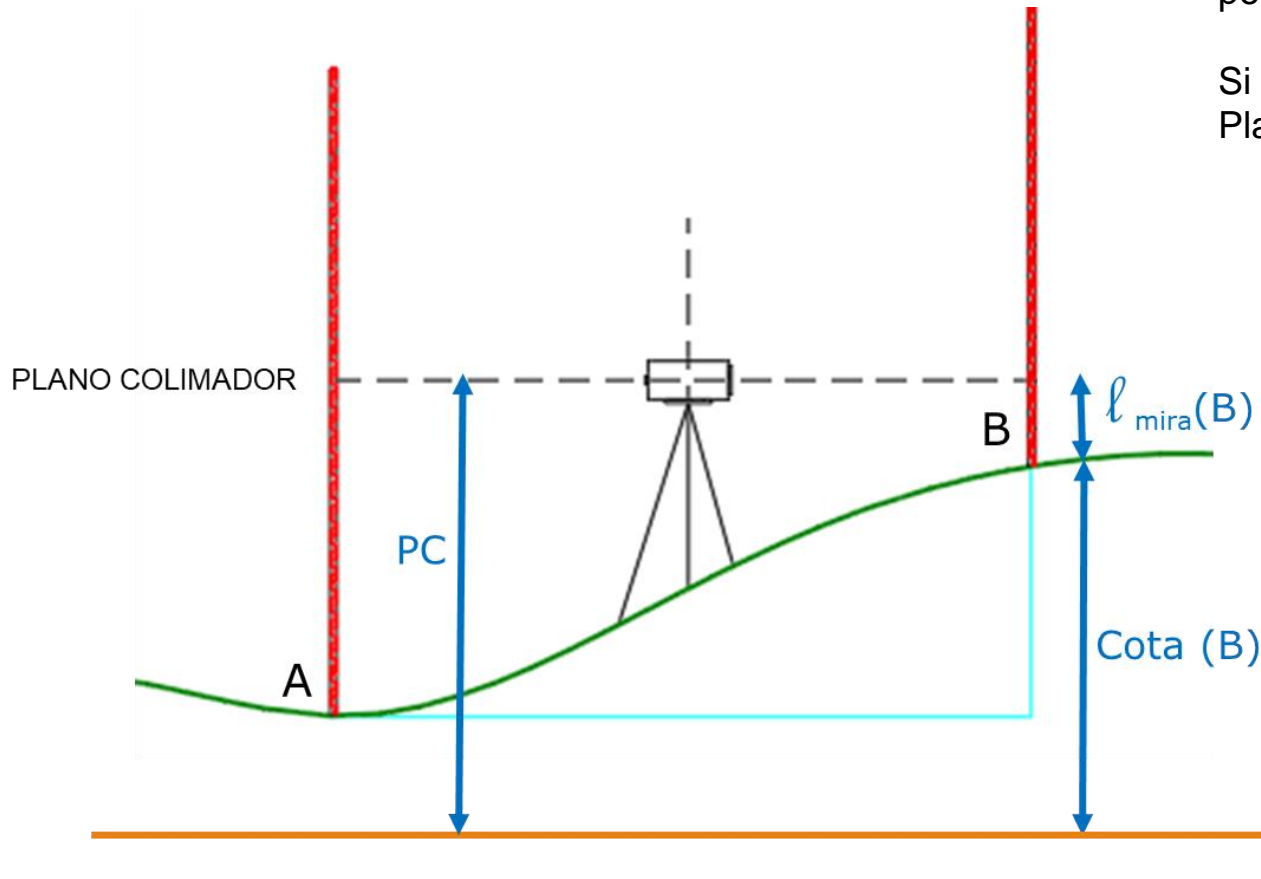
Pendiente POSITIVA (-): el terreno baja

RELACION COTA – LECTURA DE MIRA – PLANO COLIMADOR EN UN PUNTO

$$PC = \text{COTA (B)} + l_{\text{mira}}(B)$$

El PLANO COLIMADOR se mantiene constante para todas las lecturas de mira que realizamos desde la misma posición (estación) del nivel.

Si movemos el nivel se modifica el Plano Colimador.



NIVELACION GEOMETRICA SIMPLE Y COMPUESTA

CLASIFICACION, PUNTOS DE CAMBIO, TIPOS DE CONTROL,
PLANILLAS DE CAMPO, EFECTOS DE LA CURVATURA DE LA
TIERRA Y LA REFRACCION ATMOSFERICA, DETERMINACION
DEL ERROR DE COLIMACION

NIVELACION GEOMETRICA: CONCEPTOS GENERALES EN EL AREA DE LA TOPOGRAFIA

DESNIVEL

El desnivel entre dos puntos es la distancia vertical entre las superficies equipotenciales que pasan por dichos puntos.

$$\Delta H_{AB} = \text{lectura de mira (A)} - \text{lectura de mira (B)}$$

("lectura atrás") ("lectura adelante")

El desnivel también puede definirse como la diferencia de elevación o cota entre ambos puntos:

$$\text{Diferencia cota entre A y B} = \text{COTA (B)} - \text{COTA (A)}$$

COTA

Se denomina cota del punto a la distancia medida sobre la normal, entre éste y una superficie de referencia. Dependiendo de la superficie de referencia, se denominará la cota. Las cotas pueden referirse a superficies o planos de referencias arbitrarios (el cero de una obra) o superficies convenidas o decretadas (cero oficiales, geoide, etc)

PLANO DE REFERENCIA

En topografía clásica, las superficies de referencia pueden llegar a considerarse como planas, es por ello que serán análogas a la definición de una superficie de referencia, con la salvedad de que el ámbito de definición se encuentra acotado a los límites topográficos; en geodesia lo correcto es hablar de superficies de referencia.

NIVELACION GEOMETRICA: CONCEPTOS GENERALES EN EL AREA DE LA TOPOGRAFIA

PUNTOS DE CAMBIO ●

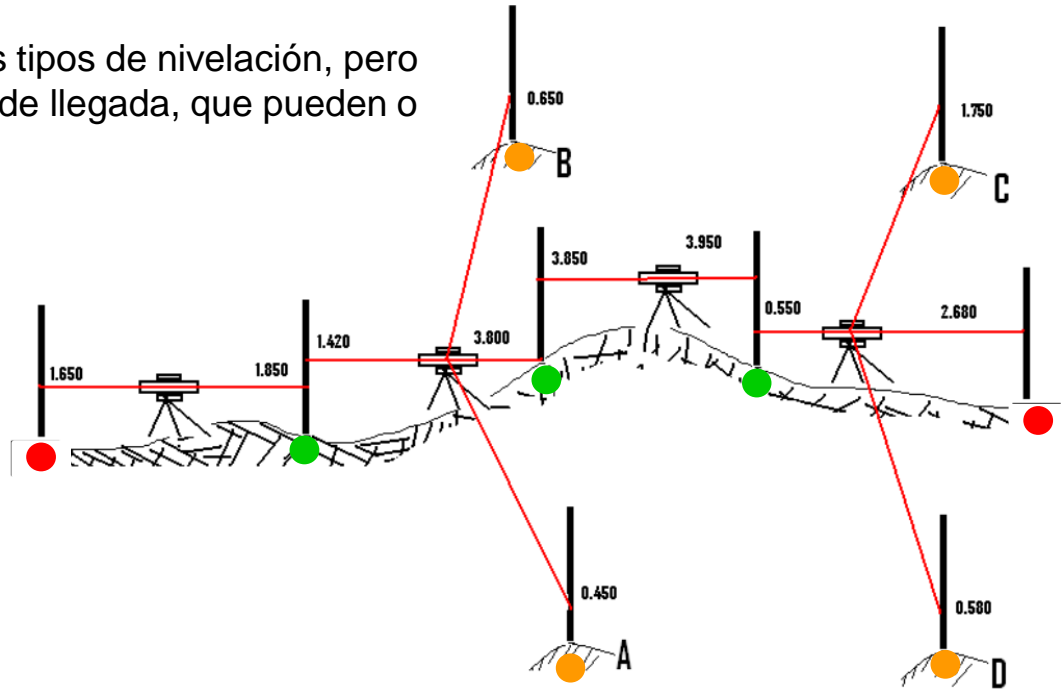
Los puntos de cambio se refieren a aquellos puntos donde, en una nivelación geométrica compuesta, se tendrán 2 planos colimadores distintos.

PUNTOS INTERMEDIOS ●

Los puntos intermedios se refieren a aquellos donde se efectúan las lecturas intermedias, o sea, puntos que son de interés en el relevamiento y que no implican un cambio de estación.

PUNTOS DE PARTIDA Y LLEGADA ●

Como veremos mas adelante existen diferentes tipos de nivelación, pero en todas ellas existe un punto de partida y uno de llegada, que pueden o no ser coincidentes.



PLANILLAS DE NIVELACION

PLANILLA DE NIVELACIÓN

Los datos u observaciones tomados en el campo se registran en una planilla de nivelación con el objetivo de tener constancia de ellos y luego poder efectuar los cálculos y comprobaciones pertinentes.

Existen diferentes tipos de planilla según el tipo o alcance de trabajo a realizar.

La planilla de nivelación debe contar como mínimo con los siguientes datos:

- denominación del punto observado o medido
- lectura atrás
- lectura intermedia (aunque no siempre es necesario el relevamiento de puntos intermedios)
- lectura adelante
- plano colimador
- cotas
- observaciones (permiten contar con detalles del punto medido: ubicación, balizamiento o cualquier elemento que se considere relevante para su identificación inequívoca)
- Línea para suma de lecturas y comprobación de cierre.

Información complementaria de la planilla (datos, observaciones o valores calculados) según el tipo de trabajo podrían ser por ejemplo:

- coordenadas (x,y) de puntos donde se efectuaron lecturas de mira
- distancia al origen
- progresivas y ordenadas de puntos observados
- lectura de hilos estadimétricos (hilo superior, hilo medio e hilo inferior) y distancia calculada
- corrección y cotas corregidas

PLANILLAS DE NIVELACION

PLANILLA DE NIVELACIÓN

También es importante agregar a la planilla de nivelación, información del trabajo como por ejemplo:

- nombre del operador o del equipo de trabajo (operador y “mireros”)
- nombre del trabajo o descripción del tramo del relevamiento al que corresponde dicha planilla
- fecha, hora de inicio y hora de finalización
- condiciones climáticas generales
- descripción del instrumental utilizado (marca, modelo, tipo, etc.)

PLANILLAS DE NIVELACION – EJEMPLO

Por ejemplo, en la imagen adjunta los valores a completar corresponden a dos partes diferenciadas:

1) Datos del trabajo al que corresponde la planilla:

- Nombre del trabajo
- Nombre del operador
- Tramo o trayecto del trabajo incluido en los datos de la planilla
- Instrumento utilizado
- Fecha de la nivelación

2) Datos, observaciones y valores calculados

- En la primera columna (PUNTO) se introduce la identificación del punto donde se realiza la lectura de mira. No confundir con el punto donde se ubica el instrumento.
- La segunda y tercera columna (PROGRESIVA, ORDENADA) corresponden a las coordenadas planimétricas del punto.
- Las tres columnas siguientes corresponden a las lecturas de mira.
- Las lecturas atrás y adelante son las que se efectúan en los puntos de cambio, incluidos el punto inicial y el punto final de la nivelación.
- Las lecturas intermedias son las que se efectúan en los puntos que nos interesa relevar y que no implican un cambio de estación.
- La siguiente columna corresponde a las cotas del plano colimador de cada estación.
- A continuación, la columna de las cotas de los puntos nivelados.
- Por último, una columna para registrar cualquier observación o comentario referente al punto.
- En la ultima fila se calculan las sumas de lecturas adelante y atrás para corroborar un cierre inicial que permita tener una idea de la calidad del trabajo.

PLANILLAS DE NIVELACION – EJEMPLO

PLANILLA DE NIVELACION

TRABAJO:
 TRAMO:
 FECHA:

OPERADOR:
 INSTRUMENTO:

PTO	PROGR.	ORD	LECTURAS DE MIRA			PLANO COLIMADOR	COTAS	OBSERVACIONES
			ATRAS	INTER	ADEL			
SUMA								

TOPOGRAFIA ALTIMETRICA

PLANILLAS DE NIVELACION

PLANILLA DE NIVELACION								
PUNTOS	DIST. AL ORIGEN	LECTURAS DE MIRA			PLANO COLIMADOR	COTAS	CORRECCION	COTAS CORREGIDAS
		ATRÁS	INTERMEDIA	ADELANTE				
1		1,673				10,000		
2			1,052					
3		1,961		1,497				
4			2,493					
5			3,075					
6		2,694		1,328				
7			0,43					
8		0,533		2,306				
1				1,727				

DETERMINACION DEL DESNIVEL VERDADERO

ERROR DE COLIMACION Y DETERMINACION DEL DESNIVEL VERDADERO

¿PORQUE ES UNA BUENA PRACTICA ESTACIONAR EL NIVEL EQUIDISTANTE DE LAS MIRAS?

- elimina errores sistemáticos del instrumento
- minimiza la incidencia real los de curvatura y refracción

¿COMO CALCULO EL VERDADERO ΔH ENTRE DOS PUNTOS?

- Método del “punto medio”
- Método del “punto extremo”

METODO DEL "PUNTO MEDIO"

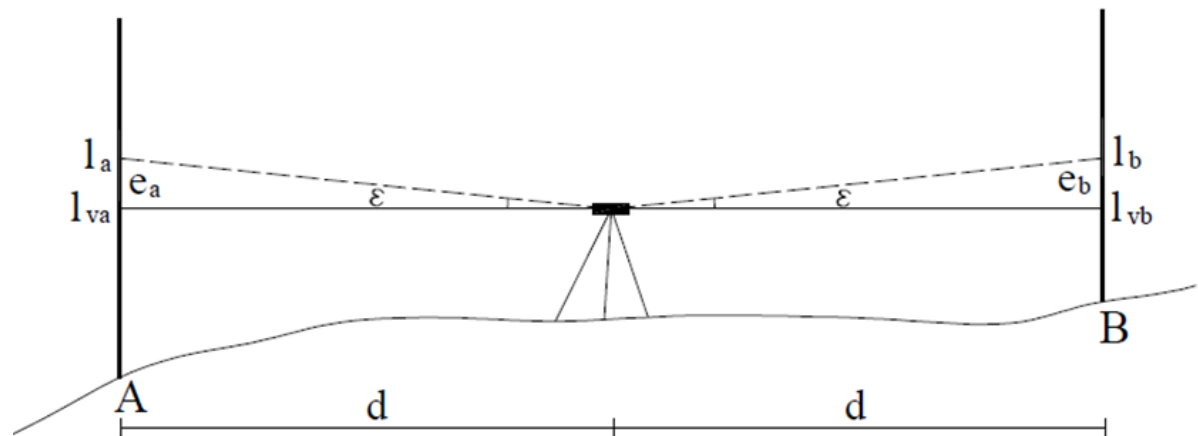
Consiste en estacionar el nivel a la misma distancia de los puntos cuyo desnivel queremos determinar (A y B). La diferencia de las lecturas de las miras nos dará el desnivel verdadero entre los puntos, aún estando el instrumento descorregido, ya que al ser el ángulo ϵ de la visual con la horizontal el mismo en ambas direcciones y ser iguales las distancias, el error de lectura en cada mira también será igual, por lo que, al hacer la diferencia, éstos se eliminan.

Este es el método más aconsejable, pues como vemos se eliminan los errores sistemáticos del nivel, y también la influencia de los errores debido a la curvatura terrestre y la refracción atmosférica.

$$\Delta H_{AB} = l_{vA} - l_{vB} = (l_A - e_A) - (l_B - e_B)$$

$$\Delta H_{AB} = [l_A - (d \times \tan \epsilon)] - [l_B - (d \times \tan \epsilon)]$$

$$\Delta H_{AB} = l_A - l_B$$



METODO DEL "PUNTO MEDIO"

PROPAGACION DE ERRORES - METODO DEL "PUNTO MEDIO"

El error cometido en el calculo de la diferencia de nivel entre ambos puntos depende del error de lectura (σ_l)

$$\Delta H_{AB} = l_A - l_B$$

$$\sigma_{\Delta H}^2 = \left(\frac{\partial \Delta H}{\partial l_A} \right)^2 \cdot \sigma_{l_A}^2 + \left(\frac{\partial \Delta H}{\partial l_B} \right)^2 \cdot \sigma_{l_B}^2$$

Al estar a la misma distancia para cada tramo y utilizando el mismo instrumental, se considera el mismo σ_l

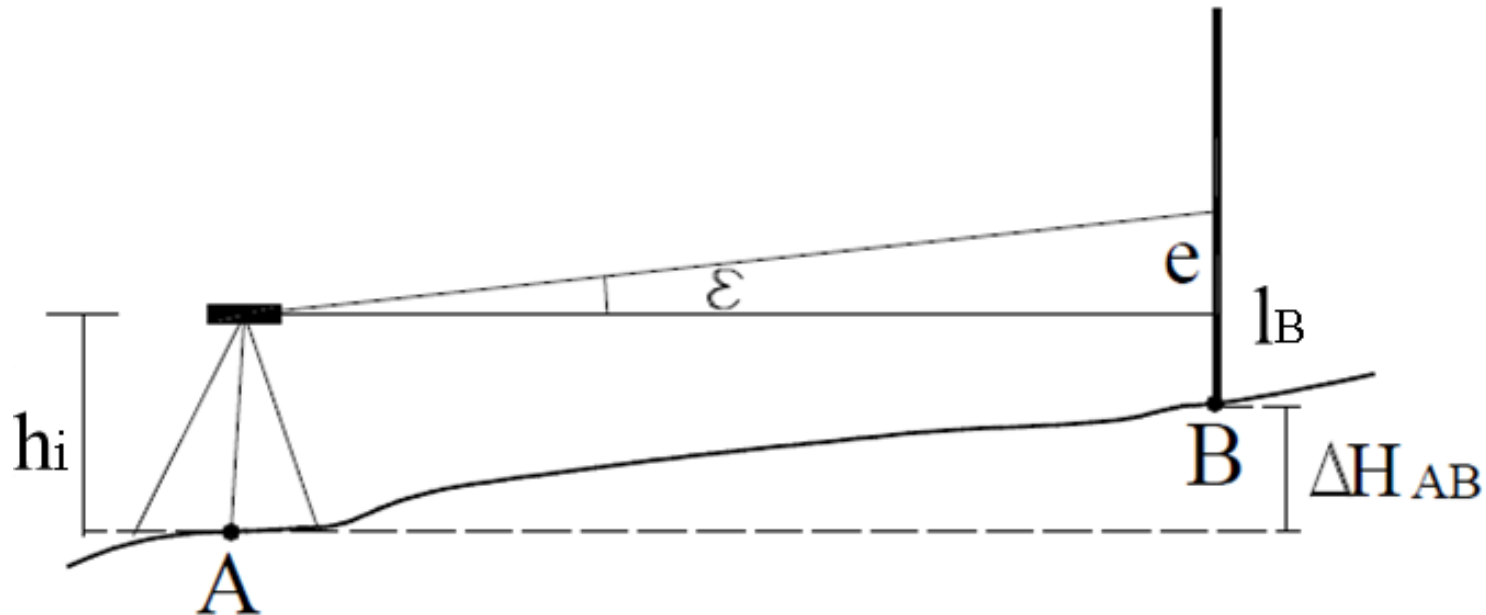
$$\sigma_{\Delta H}^2 = 2\sigma_l^2$$

METODO DEL "PUNTO EXTREMO"

METODO DEL "PUNTO EXTREMO"

En este método es necesario medir la altura instrumental.

$$\Delta H = h_{iA} - l_B$$



METODO DEL "PUNTO EXTREMO"

PROPAGACION DE ERRORES - METODO DEL "PUNTO EXTREMO"

El error cometido en el cálculo de la diferencia de nivel entre ambos puntos depende del error de lectura y del error al medir la altura del instrumento.

$$\Delta H = h_{iA} - l_B$$

$$\sigma_{\Delta H}^2 = \left(\frac{\partial \Delta H}{\partial h_{iA}} \right)^2 \cdot \sigma_{h_{iA}}^2 + \left(\frac{\partial \Delta H}{\partial l_B} \right)^2 \cdot \sigma_{l_B}^2$$

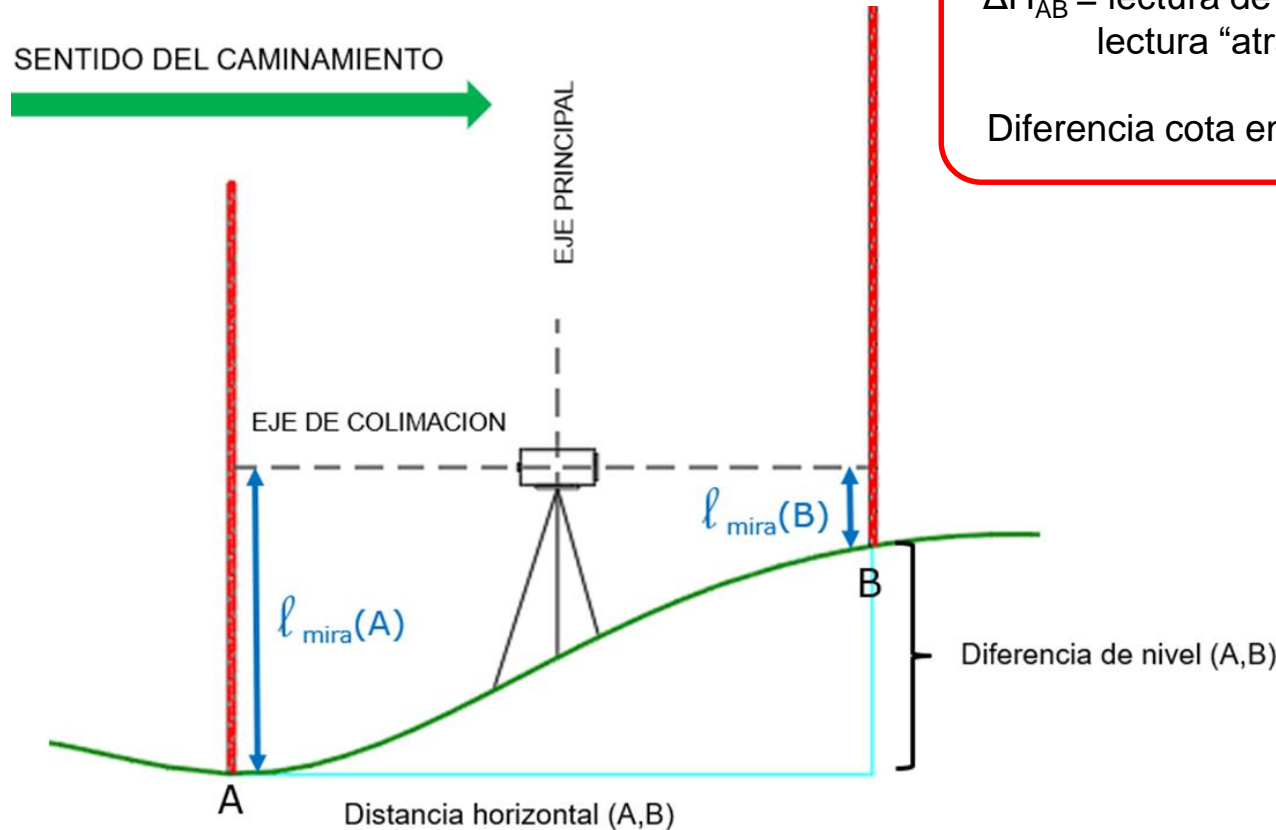
$$\sigma_{\Delta H}^2 = \sigma_{h_{iA}}^2 + \sigma_{l_B}^2$$

NIVELACION GEOMETRICA SIMPLE Y COMPUESTA

TOPOGRAFIA ALTIMETRICA

NIVELACION GEOMETRICA SIMPLE

Recibe este nombre cuando los puntos a nivelar están dentro de los límites del campo topográfico altimétrico (entorno dentro del cual minimizamos la incidencia de los errores de curvatura y refracción) y el desnivel entre dichos puntos se puede estimar con una sola estación.



$$\Delta H_{AB} = \text{lectura de mira (A)} - \text{lectura de mira (B)}$$

lectura "atrás" – lectura "adelante"

$$\text{Diferencia cota entre A y B} = \text{COTA (B)} - \text{COTA (A)}$$

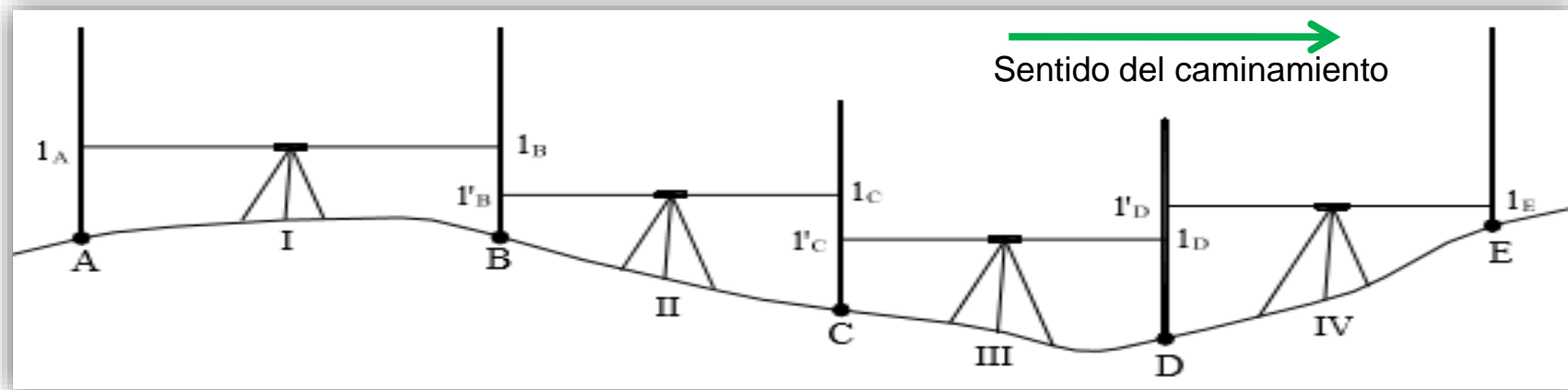
NIVELACION GEOMETRICA COMPUESTA

NIVELACION GEOMETRICA COMPUESTA

Recibe este nombre cuando los puntos entre los que se desea calcular el desnivel se encuentran separados una distancia mayor que el límite del campo topográfico o el alcance visual.

En este caso es necesario la colocación de estaciones intermedias.

Los puntos intermedios son los denominados como **B, C, D** en la imagen adjunta.



$$\Delta H_{AB} = l_A - l_B$$

$$\Delta H_{BC} = l'_B - l_C$$

$$\Delta H_{CD} = l'_C - l_D$$

$$\Delta H_{DE} = l'_D - l_E$$

$$\Sigma \Delta H = [(l_A - l_B) + (l'_B - l_C) + (l'_C - l_D) + (l'_D - l_E)]$$

$$\Sigma \Delta H = [(l_A + l'_B + l'_C + l'_D) - (l_B + l_C + l_D + l_E)]$$



$$\Delta H_{AE} = \Sigma(\text{lecturas atrás}) - \Sigma(\text{lecturas adelante})$$

NIVELACION GEOMETRICA COMPUESTA - CONTROL

Si tenemos en cuenta el sentido de avance en el recorrido de nuestra nivelación vemos que las lecturas I_A , I'_B , I'_C y I'_D son las que quedan “atrás” (o a la espalda del instrumento), por lo que se las denomina precisamente **lecturas atrás**. Análogamente, I_B , I_C , I_D y I_E son las lecturas que quedan “adelante” (o hacia el frente del instrumento), llamándoseles obviamente, **lecturas adelante**.

Como se puede apreciar en la formulación matemática asociada a la imagen, para hallar el desnivel entre los puntos extremos (en este caso A y E) no es necesario calcular las cotas de los puntos intermedios, simplemente basta hallar la diferencia entre la suma de las lecturas atrás y la suma de las lecturas adelante.

$$\Delta H_{AE} = \sum(\text{lecturas atrás}) - \sum(\text{lecturas adelante})$$

NIVELACION GEOMETRICA COMPUESTA - CONTROL

Resulta obvio que, si se parte de un punto y luego de efectuado un cierto itinerario se concluye en el mismo punto (lo que se denomina **NIVELACION CERRADA**), la diferencia de nivel “debería” ser cero por lo que la suma de las lecturas atrás “debería” ser igual a la suma de las lecturas adelante.

En la practica eso no ocurre; recordemos que todas nuestras observaciones se encuentran afectadas de errores metodológicos e instrumentales.

Esto es de suma importancia pues nos permite tener un control primerio de la nivelación.

- *¿Como se clasifican los errores?*
- *¿Como es su tratamiento?*

Como se menciona anteriormente, la diferencia entre ambas sumatorias no será nula, por lo que el valor obtenido será un indicador de la calidad del trabajo, determinando si el mismo cumple con las exigencias,

Estas exigencias se reflejan en la **TOLERANCIA** que esta establecida previamente (ya sea por el propio técnico o en las especificaciones técnicas del trabajo).

NIVELACION GEOMETRICA COMPUESTA - CONTROL

El resultado de una medición es una cantidad *aproximada* y su error esta acotado por la incertidumbre de la medida.

1) EQUIVOCACIONES



se ELIMINAN

2) SISTEMATICOS



se CORRIGEN

3) ALEATORIOS



se PROCESAN

NIVELACION GEOMETRICA COMPUESTA - CONTROL

También es posible tener un control, cuando la nivelación se efectúa entre puntos (inicio y fin del recorrido) cuyas cotas son previamente conocidas (lo que se denomina como **NIVELACION ENMARCADA**).

Similar a lo mencionado para la nivelación cerrada, si bien conocemos de antemano la diferencia de nivel entre el punto de partida y de llegada, la diferencia de nivel a la que arribaremos en la practica no será coincidente debido a que las observaciones se encuentran afectadas de incertidumbres (o errores) asociados a la metodología e instrumental.

En el ejemplo, **B**, **C** y **D** son los **PUNTOS DE CAMBIO**, particularmente importantes en la nivelación, pues son los que sirven de apoyo para realizar el traslado del instrumento, por lo que deberán ser puntos bien identificables, consistentes, sólidos y perdurables durante el tiempo requerido para el trabajo, pues cualquier movimiento (sobre todo en altura) o confusión en su localización, nos inducirá un error que se propagará al resto de la nivelación.

NIVELACION GEOMETRICA COMPUESTA - CONTROL

IMPORTANCIA DEL CONTROL DE UNA NIVELACION:

En un itinerario cerrado o enmarcado entre dos puntos de altitud conocida puede ser suficiente efectuar la nivelación una sola vez, por lo que se le denomina sencilla.

Sin embargo, en itinerarios de gran extensión, el efectuar una nivelación cerrada puede requerir esfuerzos extras, lo que implica mayor disponibilidad de tiempo y un aumento de los costos, puede suceder también que en las proximidades del trabajo no se disponga de puntos de cotas conocidas.

Se hace necesario entonces proceder de forma que sea posible comprobar las operaciones de campo, incluso mientras éstas se efectúan, para evitar que cualquier error o equivocación se ponga de manifiesto recién al final del trabajo.

CONTROL Y CIERRE DE UNA NIVELACION

Considerando “n” tramos entre los puntos extremos de los que queremos calcular su desnivel (o cotas), podemos realizar los siguientes recorridos:

Nivelación de ida:

Consiste en partir del punto inicial o de salida y llegar al punto final del recorrido a nivelar.

Nivelación ida y vuelta pasando por los mismo puntos:

Consiste en realizar la nivelación 2 veces, en un sentido y luego en el otro, la diferencia de alturas debería ser el mismo pero de signo contrario.

Se obtendrán 2 desnivel por tramo, de signo contrario. Es necesario que los puntos de cambio queden materializados y fácilmente identificables.

Nivelación simultanea:

Consiste en realizar la nivelación por tramo con 2 niveles, para esto es necesario contar con otro operador y con otro nivel.

Se tendrán 2 desniveles, uno por cada instrumental.

Tiene el inconveniente de que al no moverse las miras en ambas observaciones, cualquier error en la colocación de éstas o en su verticalidad, van a incidir por igual en las dos nivelaciones.

CONTROL Y CIERRE DE UNA NIVELACION

Nivelación con doble plano colimador:

Consiste en efectuar, en cada tramo, las lecturas atrás y adelante correspondientes, luego se levanta el instrumento, se vuelve a estacionar y se realizan nuevamente ambas lecturas sin mover las miras.

Se continúa el itinerario haciendo dos estaciones en cada tramo hasta llegar hasta el último punto.

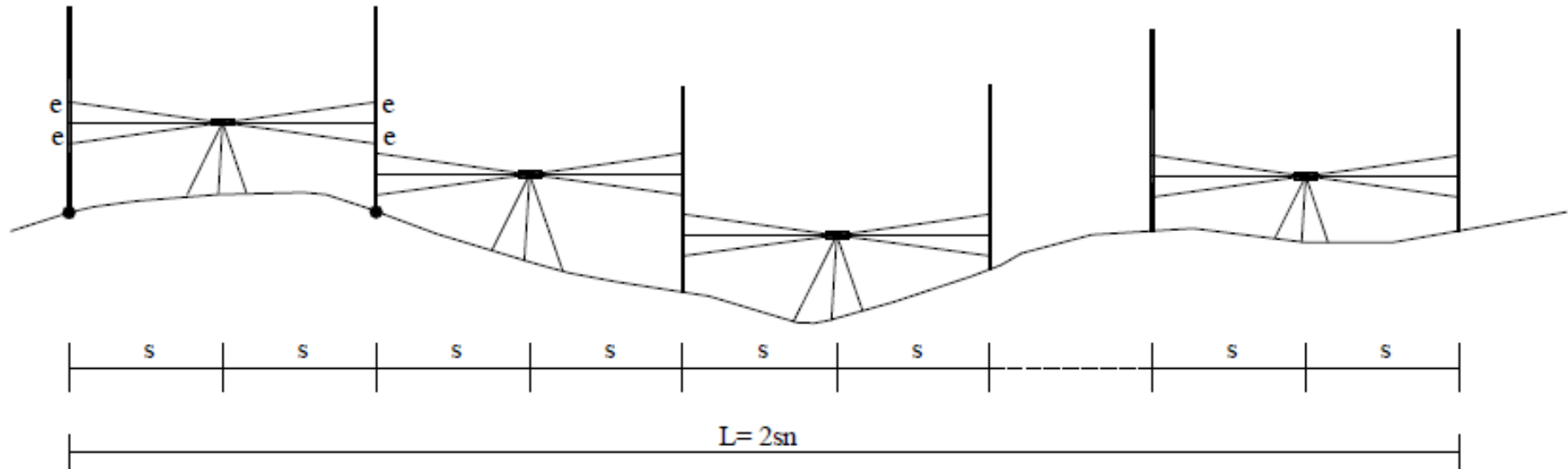
Este método equivale a efectuar la ida y vuelta, teniendo la gran ventaja de no tener que realizar el recorrido dos veces, economizándose tiempo y trabajo, permitiendo además comprobar los resultados estación a estación.

¿Cómo se traduce esto en el trabajo de campo?

También se reducen los errores aleatorios al tomar el promedio de los desniveles finales obtenidos.

Tiene el inconveniente de que al no moverse las miras en ambas observaciones, cualquier error en la colocación de éstas o en su verticalidad, van a incidir por igual en las dos nivelaciones.

CONTROL Y CIERRE DE UNA NIVELACION



Consideremos los diferentes errores que pueden producirse en una nivelación geométrica, tanto instrumentales como de observación.

Supongamos que se trata de un itinerario de gran longitud **L** efectuado con **n** estaciones y **2n** tramos de longitud **s** y donde las observaciones se realizaron bajo idénticas condiciones.

Entonces la diferencia de nivel entre A y B será: $\Delta H_{AB} = \sum(Lect. Atrás) - \sum(Lect. Adelante)$

Donde cada lectura atrás y adelante se verán afectadas por un error $\pm e$

CONTROL Y CIERRE DE UNA NIVELACION

El error cometido en una nivelación desde el punto A hasta el punto B es ($\sigma\Delta H_{AB}$):

$$\sigma\Delta H_{AB} = \pm e\sqrt{2n}$$

Donde:

- $\sigma\Delta H_{AB}$ es el error total cometido en la nivelación desde el punto A hasta el punto B
- e es el error que afecta a cada lectura (error instrumental y de lectura de mira)
- L es la distancia total entre A y B
- s la distancia entre instrumento (NIVEL) y la mira (ubicamos la mira siempre a la misma distancia del instrumento)
- n el numero total de estaciones (numero total de tramos o veces que estacionamos el nivel)

El error también podemos expresarlo de la siguiente manera:

$$\text{Como } L = 2ns \rightarrow 2n = \frac{L}{s} \rightarrow \sigma\Delta H = \pm e\sqrt{\frac{L}{s}}$$

Esta expresión nos está indicando que, para un mismo instrumento e idénticas condiciones, el error de la nivelación (para distancias s iguales) es proporcional a la raíz cuadrada de la longitud L nivelada, donde L generalmente se expresa en Km.

CONTROL Y CIERRE DE UNA NIVELACION

Considerando el método del doble plano colimador o la nivelación simultanea, si por cada tramo se toman 2 ΔH , realizando el método de doble plano colimador, el error en el desnivel será:

$$\sigma_{\Delta H}^2 = \sigma L^2$$

TOLERANCIA EN UNA NIVELACION GEOMETRICA

TOLERANCIA ALTIMETRICA Y CIERRE DE UNA NIVELACION GEOMETRICA::

Diferencia de nivel en una nivelación compuesta:

$$\Delta H_{AB} = \Sigma(\text{lectura atrás}) - \Sigma(\text{lectura adelante})$$

La diferencia del error de cierre altimétrico en la nivelación deberá ser menor que la tolerancia establecida para el trabajo realizado.

Dicha tolerancia es un valor generalmente fijado por el contratista o por el propio ingeniero agrimensor, y es conocido previo a la realización del trabajo.

$$T_{alt} = e_k * \sqrt{k}$$

- T_{alt} = tolerancia altimétrica
- e_k = error por km recorrido
- K = longitud en km de la nivelación

e_k = depende de las características del nivel (aumento, tipo, etc) y la longitud de las visuales

Si error de cierre $\leq T_{alt}$  se compensa la red de nivelación

Si error de cierre $> T_{alt}$  se procede a realizar nuevamente las mediciones

DETERMINACION DEL ERROR DE COLIMACION

NIVELACION GEOMETRICA

CIERRE Y COMPENSACION DE PLANILLAS DE
CAMPO

CALCULO DE COTAS COMPENSADAS