

Altimetría

1. Introducción

Definición de altimetría

La altimetría o nivelación es la parte de la topografía que estudia los procedimientos para medir la distancia entre un punto y la intersección de una superficie de nivel, con la vertical que pasa por dicho punto.

Superficies de nivel

La superficie de referencia en altimetría, superficie de nivel es, para pequeñas distancias un plano paralelo a la tg en el punto y para mayores distancias, una superficie esférica concéntrica a la tierra.

Para ligar entre sí los trabajos altimétricos se estableció una superficie de comparación única, nivel cero, que sería la esfera concéntrica a la tierra por el nivel del mar, tomado este en 40 puertos europeos, entre ellos el puerto de Alicante.

Cota, altitud y desnivel

Cota; altura de un punto sobre una superficie cualquiera de comparación

Altitud; altura de un punto respecto al nivel del mar

Desnivel; diferencia de alturas

Error de esfericidad

Se produce ya que la visual de los aparatos no sigue la curvatura terrestre. El desnivel que obtenemos de este modo se llama desnivel aparente, siendo el auténtico el desnivel verdadero. El error de esfericidad es la diferencia entre estos dos niveles:

Error de refracción

Es el producido por la desviación de la visual producida por la refracción y disminuye el producido por la esfericidad.

El error medio será la diferencia entre el error de esfericidad menos el de refracción

Clasificación de los métodos de nivelación

- Nivelación geométrica
- Nivelación trigonométrica
- Nivelación barométrica

El más preciso de los tres es el método geométrico, que consiste en hallar el desnivel entre dos puntos por medio de visuales horizontales. El aparato empleado es el alfilermetro

La nivelación trigonométrica consiste en utilizar visuales inclinadas, midiendo el ángulo que dichas visuales forman con la horizontal o con el vertical, determinándose el desnivel por una relación

trigonométrica de los triángulos rectángulos. El aparato usado es el taquímetro

El barométrico es el menos preciso y se basa en que según subimos, la presión atmosférica disminuye. No se considera más que todo topográfico

En cualquier caso la nivelación es simple cuando las cotas se obtienen de una sola estación y es compuesta cuando son varias

2. Nivelación geométrica

Nivelación simple

- método del punto medio

Se sitúa el nivel en el punto medio de la distancia entre los puntos a medir (A,B), obteniéndose las lecturas LA y LB.

Es el procedimiento más exacto de los conocidos, anulándose los errores de esfericidad u de refracción, así como los errores sistemáticos del instrumento.

- método del punto extremo

Se coloca en A el aparato y en B la mira y se hace la lectura, se mide la altura del instrumento y se aplica:

El problema, es que los errores sistemáticos quedan sin compensar, así como el de refracción y esfericidad. Además la altura del instrumento es mucho menos precisa que los datos de las lecturas => los datos obtenidos son mucho menos exactos

- método de estaciones recíprocas

Para corregir los errores del método anterior, se usa el de las estaciones recíprocas, estacionando primero en A y midiendo a B y luego en B midiendo en A; corrigiendo de esta forma todos los errores.

- método de estaciones equidistantes

Consiste en estacionar en dos puntos intermedios, calculando el desnivel entre los dos puntos en cada estación y tomando el desnivel como la media aritmética de ambas estaciones.

Con este método se eliminan todos los errores y aparte, no se tiene en cuenta la altura del aparato, por ser muy imprecisa su toma

Nivelación compuesta

Es aquella en la que necesitamos medir varios puntos, o que para medir dos muy alejados, debemos tomar otros puntos medios.

Para hacerlo podemos nivelar longitudinalmente, haciendo itinerario o haciendo una radiación, lo más normal es que el itinerario sea geométrico y la radiación por trigonométrica.

Los datos que se toman para un itinerario altimétrico son las lecturas a espalda y al frente.

Error de cierre, kilométrico y tolerancia

El error de cierre es la discrepancia entre las cotas de salida y de llegada.

El error kilométrico es ; siendo E_c el error de cierre y K la distancia recorrida en Km

La tolerancia es ; siendo máxima en 7 mm para nivelaciones de precisión

Cálculo del error de cierre y compensación

En un itinerario altimétrico cerrado, la suma de los desniveles entre los distintos puntos, es cero. Para ello, la suma de las lecturas a espalda menos la suma de las lecturas al frente debe ser cero. Si no es así, la diferencia es el **error de cierre**

Si el error de cierre está dentro de la tolerancia, se procederá a su compensación, corrigiendo todas las cotas incluyendo las de los puntos auxiliares, de manera proporcional

Método de las estaciones dobles

Como un itinerario ya sea abierto o cerrado hay que cerrarlo para calcular su error, es decir, hay que recorrerlo de ida y vuelta, este método abrevia el trabajo.

El método consiste en hacer por cada tramo estación dos veces, observando desde cada una de ellas, a los puntos buscados.

Tomaremos como desnivel entre dos puntos, el promedio de los dos hallados en cada tramo y como error de cierre parcial, la diferencia de estos mismos desniveles, ya que la diferencia será el error cometido en cada punto.

Al tomar como desnivel entre dos puntos, el promedio de los obtenidos desde cada una de las estaciones, ya queda hecha la compensación, pues si el error de cierre parcial, entre esos dos puntos, es la diferencia de desniveles y tomamos como desnivel corregido, el promedio, esto es lo mismo que haber reducido dicho error de cierre parcial a 0 y si todos los errores parciales son 0, la suma, el error total también será cero.

Por último, las compensaciones parciales serán correctas si cada una de ellas está dentro de la tolerancia establecida

Método de las estaciones equidistantes

El desnivel entre cada punto se halla por la fórmula:

Una vez calculados los desniveles del itinerario, se procederá al cálculo de las cotas relativas, y una vez corregidas, las definitivas, de la misma forma que en los casos anteriores

3. Nivelación trigonométrica

Nivelación simple

Situado el aparato en el punto A, se dirige una visual a la mira situada en B, leyendo en el limbo vertical el ángulo cenital C que forma con la vertical, se verifica que:

h_a , es la altura del aparato en la estación A

m , lectura del hilo medio

t , cotangente del ángulo cenital, correspondiente a la distancia d :

Siendo esta la **fórmula fundamental de la nivelación trigonométrica**, que es completamente general y vale para todos los casos, solo teniendo en cuenta que t será positivo en los ángulos de elevación y negativo en los de depresión.

Nivelación compuesta

Así como en la nivelación geométrica el método generalmente empleado es el de el punto medio, aquí es el del punto extremo, asociándolo generalmente al levantamiento planimétrico.

Nivelación radial

Para hacer la nivelación radial, partiendo de una cota conocida, A , por el método de nivelación simple, sacamos los desniveles de todos los puntos, y con la cota de A podremos saber todas las cotas de esos puntos.

Si me coloco en uno de esos puntos B y miro de nuevo a A , hago enlace altimétrico de las estaciones, garantizando que todos los puntos que radie desde B estarán a un desnivel respecto de B y a una cota respecto de A .

Hay que tener en cuenta que si los desniveles reciprocos entre dos estaciones no coinciden, han de ser corregidos, tomando el promedio, haciendo de esta forma variar la cota de la estación y por tanto la de los puntos que dependen de ella.

Las cotas deben ser corregidas, restando a cada una de ellas la parte del error proporcional a la distancia recorrida:

Donde: $\sum d$, es la suma de las distancias, la longitud total del itinerario

d_r , distancia recorrida hasta ese momento

E_c , el error de cierre cometido

Una vez compensadas todas las cotas de las estaciones, se procederá a dar cota a los puntos que dependen de ellas.