



**UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA
FACULTAD DE INGENIERÍA
INSTITUTO DE AGRIMENSURA**



PRÁCTICA DE CAMPO 2 NIVELACIÓN ENMARCADA

TOPOGRAFÍA ALTIMÉTRICA

DOCENTES:

- Martin Wainstein
- Magali Martinez
- Alberto Mamrut
- Micaela Garcia

INTEGRANTES DEL GRUPO:

- Juan Borderre - CI: 5.237.687-1
- Agustín Cima - CI: 5.635.655-6
- Mateo Franco - CI: 5.150.058-4
- Joaquín Yarzabal - CI: 5.223.305-7

FECHA DE ENTREGA: 17/09/2024

OBJETIVO

El objetivo de esta práctica es que el estudiante se familiarice, de manera práctica, con el uso del instrumental y la aplicación de procedimientos de relevamientos altimétricos utilizando el Nivel Óptico, en este caso con la ejecución de la nivelación geométrica compuesta, más precisamente una nivelación enmarcada.

Para esto, debemos como estudiantes, interpretar la ruta más eficiente para obtener la diferencia de nivel entre dos puntos propuestos teniendo en cuenta los accidentes del terreno durante el recorrido, el tránsito de la zona y las condiciones climáticas como el viento. Esto será esencial para evaluar la cantidad de tramos que llevaremos a cabo, es decir, la cantidad de estaciones y la altura de las miras.

MARCO TEÓRICO

En este curso, utilizaremos el Nivel Óptico en el ámbito de la **altimétrica**, su principal función, mediante el cálculo de diferencia de nivel entre puntos.

La altimetría es la rama de la topografía que estudia el conjunto de métodos y procedimientos para determinar y representar la altura o cota de cada punto respecto de un plano o superficie de referencia. Por lo tanto, la altimetría tiene por objeto hallar la distancia de cada punto al plano horizontal que se toma como plano de comparación o referencia.

Existen varios ejemplos de trabajos en altimetría, algunos de ellos pueden ser: batimetría, dragado del Puerto de Montevideo, saneamiento, redes de abastecimiento y distribución, paso a desnivel, construcción de líneas de conducción eléctrica, canteras, control de maquinaria vial, etc.

Algunas definiciones importantes:

Superficie de referencia:

La superficie concéntrica a la tierra que se toma como referencia para la determinación altimétrica se le denomina superficie de nivel o superficie de referencia, y se define como aquella superficie continua, situada en cualquier posición, pero perpendicular a la gravedad resultando, por lo tanto, una superficie equipotencial. Dentro de los límites propios de la topografía, las superficies de nivel pueden ser consideradas esféricas, y, por consiguiente, equivalentes y paralelas, pero por tal consideración no puede ser aceptada en geodesia.

Plano horizontal:

Es el plano normal a la dirección de la fuerza de gravedad en ese punto, por lo tanto es tangente a la superficie de nivel que pasa por dicho punto. En topografía, el plano horizontal y la superficie de nivel correspondiente pueden considerarse coincidentes dentro de las distancias a las cuales se realizan las visuales de nivelación.

Superficie topográfica:

La superficie topográfica es aquella en la cual se representa la tierra considerando todos los accidentes del terreno.

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.

Desnivel:

El desnivel entre dos puntos, es la distancia vertical entre las superficies equipotenciales que pasan por dichos puntos. El desnivel también puede definirse como la diferencia de elevación o cota entre ambos puntos: $\Delta h = QB - QA$.

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).

Superficies oficiales de referencia en Uruguay:

Según decreto del 20 de mayo de 1949, el plano horizontal que pasa a 23,88 m por debajo del marcador ubicado en el edificio del Cabildo queda fijado provisoriamente como plano único de referencia para los ceros de las escalas hidrométricas instaladas en el país y las que en adelante se instalen en zonas fluviales y lacustres, se lo llama Cero Wharton.

Además se establece en el decreto que, mientras el país no cuente con observaciones suficientes que le permitan determinar el nivel medio del mar, se fija provisoriamente el nivel medio de las aguas en el puerto de Montevideo como base única para los acotamientos del relieve del territorio nacional. Este plano pasa a 22,97 m por debajo del repere del Cabildo y a 0,91 m sobre el Cero Wharton y se lo llama Cero Oficial.

Error de esfericidad y error de refracción:

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 anula los errores sistemáticos propios de un nivel y sirve igualmente para eliminar los de esfericidad (suponiendo la tierra esférica) y refracción, ya que serán iguales en los dos extremos.

Se aconseja que la distancia entre dichos puntos no sea mayor de 50 m.

Por lo tanto, en 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 ya que siempre leeríamos con error sobre ambas miras sin saber si los incrementos son iguales.

El efecto asociado a la curvatura terrestre al momento de realizar la lectura de mira aumenta el valor de la lectura a medida que alejamos la mira del nivel, mientras que el efecto asociado a la refracción atmosférica al momento de realizar la lectura de mira disminuye el valor de la lectura a medida que alejamos la mira del nivel.

Se considera que es una buena práctica estacionar el nivel equidistante de las miras porque:

- Elimina errores sistemáticos del instrumento.
- Minimiza la incidencia real de curvatura y refracción.

Error de paralaje:

El error de paralaje se produce cuando la imagen del objeto y de los hilos del retículo no se forman en un mismo plano.

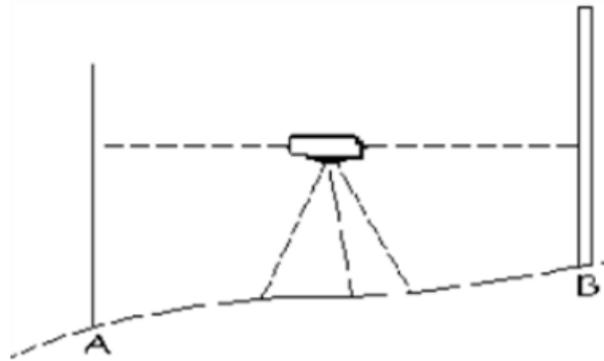
Error de eje de colimación:

El error de eje de colimación se produce cuando la visual no es paralela a la directriz del nivel de burbuja y por lo tanto, la visual no es perfectamente horizontal y al girar el instrumento sobre su eje principal, luego de verticalizado, las visuales no generan un plano horizontal.

Planilla de nivelación:

Los datos tomados en el campo se anotan en un registro o libreta de nivelación para tener constancia de ellos y luego efectuar los cálculos y comprobaciones pertinentes.

La planilla de nivelación debe contar como mínimo con los siguientes datos: punto (se introduce la identificación del punto nivelado, no se puede confundir con el punto donde se ubica el instrumento), 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) y línea para suma de lecturas y comprobación de cierre. Un ejemplo de planilla de nivelación es el que se muestra en la siguiente figura.



El desnivel será : $\Delta H = l_A - l_B$

Imagen 2 - Nivelación geométrica simple (el área de trabajo permite una sola puesta en estación del Nivel Óptico).

Nivelación geométrica compuesta:

Cuando la distancia entre los puntos cuyo desnivel se quiere hallar, o no son visibles entre sí, o bien su diferencia de nivel es mayor que la que puede salvarse con una sola estación, es necesario recurrir al método de nivelación geométrica compuesta, tomando una serie de puntos intermedios llamados puntos de cambio.

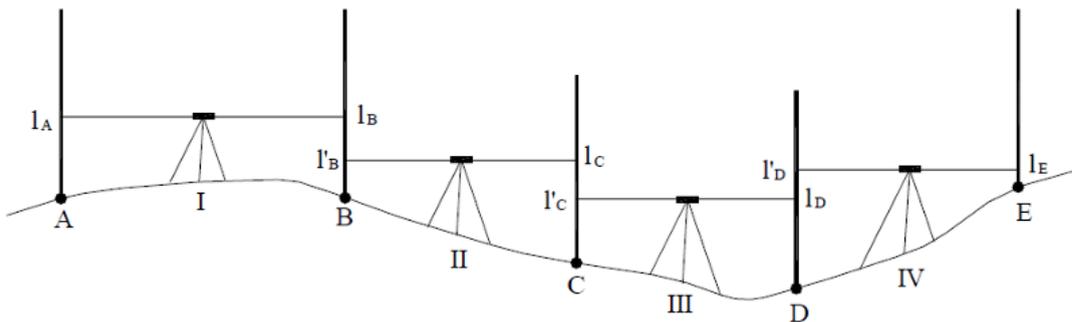


Imagen 3 - Nivelación geométrica compuesta (el área de trabajó requiere realizar más de una puesta en estación del Nivel Óptico).

El desnivel en el caso de la anterior imagen sería:

$$\Delta H_{AE} = (l_A - l_B) + (l'_B - l_C) + (l'_C - l_D) + (l'_D - l_E)$$

También se puede calcular el desnivel de la siguiente forma:

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

Si tenemos en cuenta el sentido de avance en el recorrido de nuestra nivelación (sentido del caminamiento) vemos que las lecturas l_A, l'_B, l'_C y l'_D son las que quedan “atrás” (o a la espalda del instrumento), por lo que se las denomina precisamente lecturas atrás.

Análogamente, l_B, l_C, l_D y l_E son las lecturas que quedan “adelante” (o hacia el frente del instrumento), llamándoles obviamente, lecturas adelante.

Clasificación de niveles:

Los equialtímetros se pueden clasificar en niveles de plano, niveles de línea, niveles automáticos y niveles digitales.

Si bien todos tienen por cometido definir visuales horizontales, el procedimiento varía en cada uno de ellos, de acuerdo a sus características particulares.

Podemos decir que constan esquemáticamente de 3 ejes (salvo los automáticos que poseen 2).

- eje de giro del instrumento.
- eje de colimación.
- eje del nivel tórico (no los automáticos).

Poseen, al igual que las estaciones totales, un anteojo astronómico con un retículo mediante el cual se realizan las visadas.

Un nivel de anteojo, nivel óptico o equialtímetro es un instrumento topográfico que permite determinar el desnivel entre dos puntos mediante visuales horizontales dirigidas a miras verticales.

Este instrumento está constituido por un nivel tubular adosado a un anteojo astronómico, de forma tal que el eje de colimación de éste sea paralelo al eje del nivel tubular. Va montado sobre un trípode mediante un tornillo ad hoc y gira alrededor de un eje de rotación.



Imagen 4 - Composición de un Nivel Óptico.

- Objetivo: sistema de lentes que permiten maximizar la imagen de los objetos enfocados
- Tornillo de enfoque: permite visualizar los objetos enfocados con mayor claridad y nitidez.
- Ocular: permite enfocar los hilos del retículo y eliminar así el error de paralaje
- Tornillos calantes: permiten el movimiento de la base del nivel con la finalidad de verticalizar el eje principal (que siga la dirección de la plomada).

- Compensador: sistema de prismas suspendidos que funcionan según el principio del péndulo, asegurando así que el eje de colimación permanezca horizontal.
- Tornillos para pequeños movimientos: permite el movimiento del instrumento en torno al eje principal.
- Base del nivel: base del instrumento que permite su apoyo y posterior fijación al trípode.
- Círculo horizontal: permite la lectura de ángulos horizontales (con baja precisión).
- Nivel esférico: permite horizontalizar la base del nivel; para calar la burbuja movemos las patas del trípode y posteriormente utilizamos los tornillos calantes.

Tipos de niveles:

- Nivel de plano.
- Nivel de línea.
- Nivel automático: Estos instrumentos poseen la característica de ser autonivelantes, ya que sólo es necesario centrar un nivel esférico mediante los tornillos calantes y movimientos del trípode sobre el que se sitúa. Un sistema de prismas compensadores ubicados entre el lente objetivo y el retículo, que actúan por gravedad, nivelan automáticamente las visuales.
- Niveles digitales: Estos instrumentos poseen un dispositivo electrónico que permite la lectura a miras provistas de un código de barra. Una vez enfocada la mira, se presiona un botón y la medida (lectura de hilo medio y distancia) aparece directamente en la pantalla del instrumento. Algunos, disponen además de una memoria interna para almacenar los datos medidos y no tener que anotarlos en una libreta a mano.
- Nivel láser.

Lecturas de miras, estimación y apreciación:

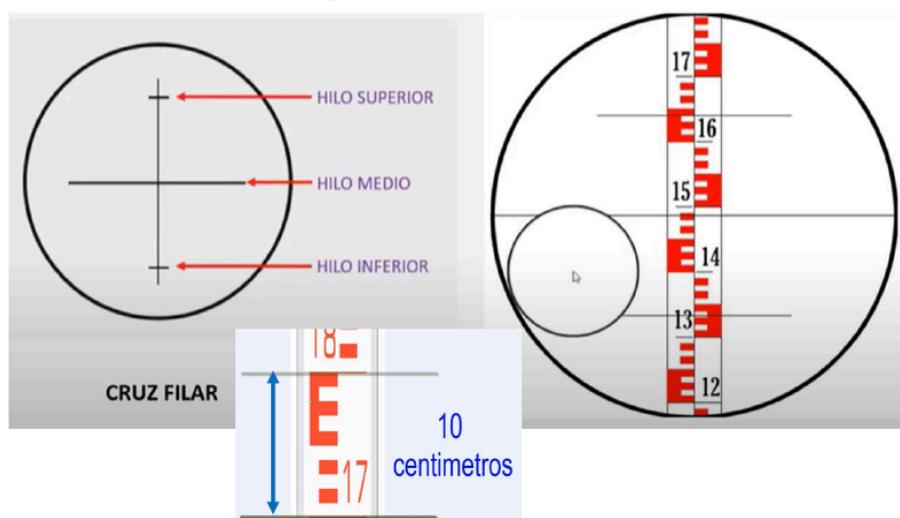


Imagen 5 - Lectura de mira.

Apreciación de la lectura:

Corresponde al valor que se lee directamente sobre la mira, es decir, es el valor que yo puedo asegurar que estoy leyendo.

En la imagen 6 la apreciación de la medida es de 1 metro 76 centímetros.

Estimación de lectura:

Corresponde a la estimación de la distancia entre el hilo medio y la marca inferior que corresponde al centímetro medido; es el valor del milímetro en la expresión de la lectura.

Este valor no lo puedo asegurar ya que es un valor estimado, por lo que depende de varios factores como pueden ser: la calidad de la visión del observador (el ojo humano es también un instrumento de medida), las condiciones atmosféricas, la buena visión que tenga al momento de realizar la lectura (aumento de instrumental, distancia mira-instrumento, etc.).

En la imagen 6, la estimación de la medida corresponde a los milímetros que se ubican entre 1,76m y 1,77m.



Imagen 6.

Errores instrumentales:

- Retículo: Los hilos no están perfectamente horizontal y vertical respectivamente.
- Longitud y divisiones de la mira: La mira debe ser chequeada con una cinta estandarizada (certificado calidad de fábrica).
- Movimiento base nivel: Debido al mal ajuste de las patas del trípode.
- Error de colimación: La visual debe ser paralela a la directriz del nivel de la burbuja (horizontal).
- Error de horizontalidad: Depende de la sensibilidad del nivel y la distancia a la mira.
- Error de puntería: Asociado a los aumentos del sistemas ópticos del instrumento, y a la apreciación y estimación de la lectura de mira.

- Error de lectura:

$$e_i = \sqrt{e_p^2 + e_h^2}$$

Errores naturales:

- Curvatura de la tierra: La superficie de nivel se aparta del plano horizontal; el efecto que produce es que aumenta la lectura a medida que alejamos la mira del instrumento.
- Refracción: Se debe al microclima cercano a la superficie del terreno (lo mejor es no medir en los primeros 0.50 m de la mira); el efecto que produce es que disminuye la lectura sobre la mira.
- Variación de temperatura (sólo para nivelaciones de precisión): Objetos calientes próximos a la mira (ejemplo chimeneas).
- Viento: Vibraciones sobre la mira y el trípode/instrumento.
- Suelo inestable (nivel): Hay que tomar precauciones como no caminar próximo al instrumento, hacer lecturas rápidas, trabajar en una zona despejada de tránsito vehicular o de personas.
- Punto de cambio inestable: Hay que tomar precauciones como utilizar estacas o mojones que perduren en el tiempo suficiente para desarrollar el trabajo o también la utilización de galápagos.

Errores personales:

- Burbuja descentrada: La directriz del nivel de la burbuja no es paralela a la visual, por lo que las medidas sobre la mira estarán afectadas de error.
- Paralaje: Enfoque incorrecto del objetivo o del ocular; la imagen del objeto y de los hilos del retículo deben formarse en un mismo plano.
- Lectura de mira incorrecta: Las causas pueden ser las condiciones climáticas (viento o lluvia), error de paralaje, visuales muy largas, mala apreciación o estimación de la lectura sobre la mira, fuentes de calor cercanas, cansancio o distracción del operador.
- Verticalidad de la mira: Falta de verticalidad, desatención del "mirero".

Equivocaciones:

- Uso inadecuado de la mira: Olvidar extender uno de los extremos de la mira telescópica.
- Hilo del retículo: Equivocar el hilo medio con el superior o inferior al hacer la lectura.
- Error de anotación: Equivocar cifras, columna de planilla de campo, descripción del punto.
- Posición de trabajo equivocada: Apoyarse sobre el trípode al hacer la lectura, no corroborar la firmeza del trípode al inicio del trabajo, olvidar estacionar el instrumento, no chequear verticalidad de la mira.

Diferencia de nivel entre dos 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.

Diferencia de cotas entre dos puntos:

La diferencia de cota entre dos puntos es la diferencia entre la cota final (B) menos la cota inicial (A).

Plano colimador:

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.

METODOLOGÍA E INSTRUMENTALInstrumentos utilizados:

Imagen 5 - Nivel Óptico South N10.



Imagen 6 - Trípode.



Imagen 7 - Mira (utilizamos dos).



Imagen 8 - Niveleta (utilizamos dos, una por cada mira).



Imagen 9 - Galápago (utilizamos dos, uno por cada mira).



Imagen 10 - Cinta métrica (si bien no fue utilizada, siempre es recomendable al salir a trabajar a campo contar con una de ellas).

En general, el instrumental necesario para utilizar un Nivel Óptico puede variar. Lo básico para una nivelación geométrica es el trípode y la mira, sin embargo son de utilidad niveletas, galápagos, plomada y cinta métrica.

- Los trípodes pueden estar fabricados en madera o en aluminio. Los de madera pueden ser de pata fija o móvil. Los trípodes de aluminio son más livianos, lo que facilita su transporte, pero pueden ser más susceptibles a movimientos causados por el viento o el tránsito pesado. Por otro lado, los trípodes de pata fija son ideales para nivelaciones que requieren una mayor precisión, ya que sus patas estables minimizan el riesgo de movimiento.
- Podemos tener varios tipos de miras, pueden ser de aluminio, madera o invar, pueden ser plegables o telescópicas y también pueden ser milimetradas, centimetradas o incluso con código de barras (para niveles electrónicos).
- La niveleta desempeña la misma función que el nivel esférico en los instrumentos de medición, que es asegurar que la mira esté perfectamente vertical. Si la niveleta no está ajustada correctamente, las lecturas obtenidas podrían ser siempre superiores a las reales.
- Los galápagos constan de materiales pesados y con punta añadido a un “clavo” redondeado. Sirve como punto de cambio en las nivelaciones geométricas compuestas, el “clavo” redondeado sirve para hacer girar la mira sin tener que levantarla.

- **La plomada es un instrumento que es de utilidad para nivelaciones de punto extremo, ya que en ese caso es necesario estacionar el instrumento sobre el punto de interés.**

En nuestro caso, utilizamos un trípode de aluminio, dos miras (ambas de aluminio centimetradas), dos niveletas para asegurarnos de mantener las miras de forma vertical y poder realizar de forma correcta las lecturas y también dos galápagos.

Área de trabajo:

El área de trabajo que se utilizó para realizar la práctica fue en las inmediaciones de la Facultad de Ingeniería, en este caso, sobre la rambla de la Ciudad de Montevideo; más precisamente entre un punto ubicado en el Club de Pesca Ramírez y otro punto ubicado en la Plazuela Raúl Rodríguez Barrios próximo al Ala Sur de la Facultad.

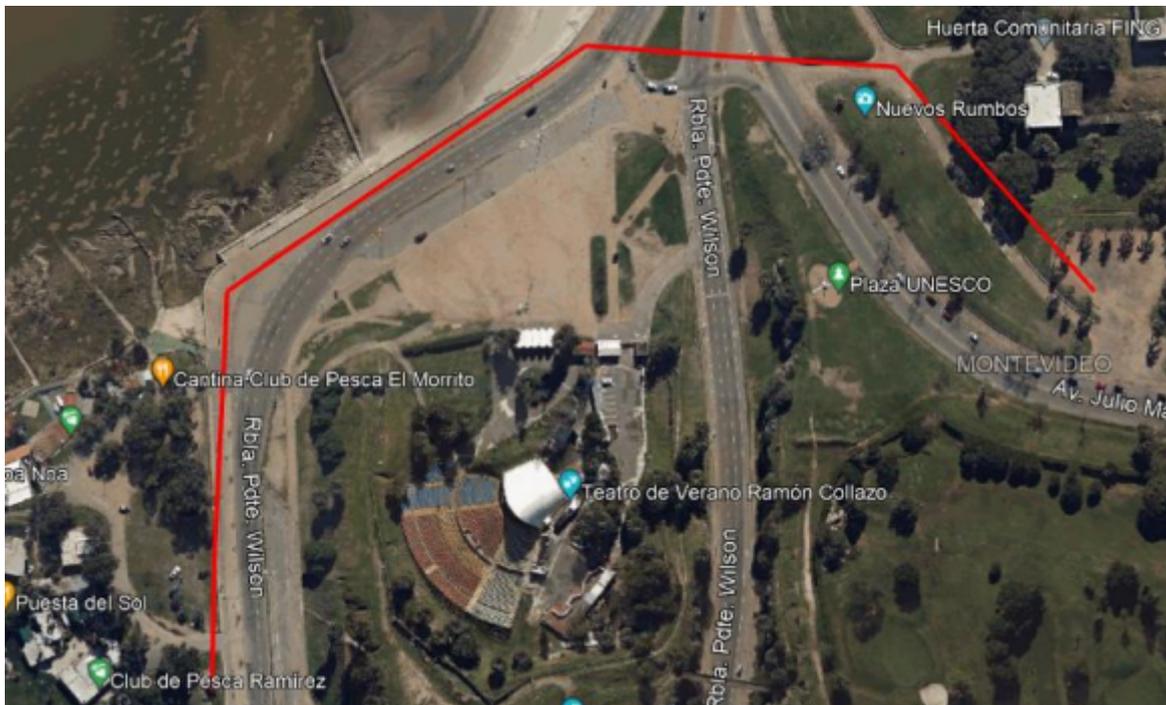


Imagen 11 - Área de trabajo.

Tarea a realizar:

La tarea consistió en realizar la nivelación entre dos puntos fijos conocidos (con coordenadas altimétricas), uno en las proximidades del Club de Pesca Ramírez del Instituto Geográfico Militar y el otro en las proximidades de la Facultad de Ingeniería de la Intendencia de Montevideo.

- Ubicación punto fijo de la Intendencia de Montevideo:



Imagen 12, 13 y 14 - Vista cercana y satelital del punto de la Intendencia de Montevideo.

- Ubicación punto fijo del Instituto Geográfico Militar:



Imagen 15, 16 y 17 - Vista cercana y satelital del punto del Instituto Geográfico Militar.

Metodología empleada:

Principalmente, debíamos completar el recorrido desde el punto fijo del Club de Pesca Ramírez hasta el punto fijo de la Facultad de Ingeniería, realizando los cambios de estación necesarios para alcanzar el punto de interés. Durante el recorrido, se efectuaron lecturas atrás y adelante sin mover las miras.

Para realizar esto, fue fundamental tener los conocimientos teóricos sobre la nivelación geométrica compuesta que se adquirieron en la clase teórica previa a realizar la práctica, como así también las distintas consideraciones que debíamos tener en cuenta para utilizar un Nivel Óptico y su respectivo material accesorio.

Se realizó una **nivelación geométrica compuesta**, ya que la distancia entre los puntos cuyo desnivel se quería hallar, no eran visibles entre sí, siendo imposible realizarlo desde una sola estación del instrumento.

Por tal motivo se tuvo que realizar el proceso “de a tramos”, colocando las miras en una serie de puntos intermedios.

A modo de ejemplo, con el instrumento estacionado en un punto I a nuestra consideración (equidistante a A y B) se hace la lectura l_A en la mira colocada sobre A y luego la lectura l_B en la mira en B. Se levanta el instrumento y se traslada a un punto II, haciendo a continuación una nueva lectura l'_B sobre la mira que permanece colocada en B, se gira el instrumento y se lee ahora l_C y así sucesivamente hasta llegar al punto final.

Siguiendo con el ejemplo mencionado, si tenemos en cuenta el sentido de avance en el recorrido vemos que las lecturas l_A y l'_B son las que quedan a la espalda (o atrás) del instrumento, por lo que se las denomina lecturas atrás, y por otro lado, l_B y l_C son las lecturas hacia el frente o adelante, llamándole lecturas adelante.

Quedando definido el desnivel entre el punto final e inicial (puntos de interés, en el caso del ejemplo mencionado A y C) como:

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

Además, a la hora de realizar la práctica, se realizó la **nivelación con doble plano colimador**, esto 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 proceso 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, economizando tiempo y trabajo, comprobando los resultados estación a estación y reduciendo 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 influir por igual en las dos nivelaciones.

RESULTADOS

A la hora de realizar la práctica utilizamos una planilla de nivelación doble, ya que como mencionamos anteriormente se realizó una nivelación con doble plano colimador.

Los datos registrados en campo fueron de lectura atrás y lectura adelante, así también como las verificaciones pertinentes en cada punto de los ΔH parciales para confirmar así que las lecturas entre cada plano no difieran más allá de una tolerancia permitida de 2 mm.

Al tratarse de una nivelación enmarcada, debíamos conocer la cota del punto inicial en este caso para hallar la cota del punto final mediante la diferencia de nivel calculada.

La cota del punto inicial, punto fijo del Instituto Geográfico Militar, próximo al Club de Pesca, se obtuvo consultando una monografía del año 1958 que fue brindada por el profesor del curso. En ella se pudo comprobar mediante croquis de ubicación como croquis e imágenes de la señalización del punto, que se trataba del punto en cuestión.

Punto fijo IGM: 1-0101-A, Altitud = 4,587 metros referido al Cero Oficial.

Observaciones y cálculos:

Con los datos recabados en campo los cuales fueron de lectura atrás y lectura adelante, se calcularon los distintos planos colimadores y la cota de cada punto, completando así la planilla.

$$\text{Plano Colimador} = \text{Cota}(p) + \text{Lectura Adelante}(p)$$

$$\text{Cota}(p) = \text{Plano Colimador} - \text{Lectura Atrás}(p)$$

Nuestro objetivo principal fue calcular la cota del punto final, es decir, la cota del punto fijo de la Intendencia de Montevideo, próximo a la Facultad.

Por lo tanto, la diferencia de altura o desnivel entre P_{IGM} y P_{IM} viene dado por:

$$\Delta H = \Sigma(\text{Lectura Atrás}) - \Sigma(\text{Lectura Adelante})$$

Punto	ΔH parcial	Lecturas de Miras			Plano Colimador 1	COTA	ΔH parcial	Lecturas de Miras			Plano Colimador 2	COTA
		Atrás	Intermedia	Adelante				Atrás	Intermedia	Adelante		
Pto. IGM	-0,238	1,612			6,199	4,587	-0,239	1,583			6,170	4,587
A	0,118	1,510		1,850	5,859	4,349	0,120	1,481		1,822	5,829	4,348
B	0,166	1,570		1,392	6,037	4,467	0,165	1,553		1,361	6,021	4,468
C	0,091	1,525		1,404	6,158	4,633	0,092	1,504		1,388	6,137	4,633
D	1,302	1,600		1,434	6,324	4,724	1,302	1,617		1,412	6,342	4,725
E	2,320	2,495		0,298	8,521	6,026	2,322	2,469		0,315	8,496	6,027
F	4,385	4,423		0,175	12,769	8,346	4,387	4,436		0,147	12,785	8,349
G	4,333	4,389		0,038	17,120	12,731	4,332	4,342		0,049	17,078	12,736
H	2,268	3,024		0,056	20,088	17,064	2,268	2,988		0,010	20,056	17,068
Pto. IM				0,756		19,332				0,720		19,336
Total	14,745	22,148		7,403			14,749	21,973		7,224		

Imagen 18 - Planilla de nivelación doble con los datos recabados.

Llegamos así a los siguientes resultados:

$$\text{Cota } P_{IGM} = 4,587 \text{ metros}$$

$$\text{Cota } P_{IM} = (19,332 + 19,336) \div 2 = 19,334 \text{ metros}$$

$$\text{Diferencia de nivel entre } P_{IGM} \text{ y } P_{IM} = (14,745 + 14,749) \div 2 = 14,747 \text{ metros}$$

CONCLUSIONES

Luego de analizar la ruta más eficiente para obtener la diferencia de niveles entre los puntos propuestos, se llevaron a cabo 8 estaciones mediante una nivelación geométrica compuesta, ya que la visibilidad directa entre los puntos era limitada.

Se realizó una nivelación con doble plano colimador, lo cual fue fundamental para poder comparar los desniveles parciales y así tener un control a medida que se avanzaba con la nivelación.

Tras efectuar los cálculos correspondientes, se determinó que la diferencia de nivel entre los puntos solicitados es de 14,747 metros y que la cota del punto que se encontraba en la cercanía de la Facultad es de 19,334 metros.

Los resultados obtenidos en ambas planillas fueron muy consistentes, con una diferencia en los resultados finales entre las dos planillas de 4 mm, lo que indica una alta precisión en el trabajo realizado. Cabe destacar que se midió repetidamente cada tramo hasta que las diferencias parciales en cada planilla no superaron los 2 mm, asegurando de esta forma la fiabilidad de los datos y que no se cometían en el momento errores en las lecturas de miras, algo que es frecuente y que a posterior influyen en el resultado final del trabajo y por lo tanto en la calidad del mismo.

Los resultados se encuentran por debajo de los márgenes de tolerancia establecidos, lo que refuerza la calidad del trabajo.

Esta práctica nos permitió adquirir experiencia tanto en el uso de instrumentos alimétricos como en la ejecución precisa de procedimientos para relevamientos alimétricos, logrando así un trabajo de alta exactitud. Esta fue nuestra primera experiencia en una nivelación geométrica compuesta y sin duda alguna nos servirá de experiencia en el manejo del instrumental para las próximas nivelaciones a realizar en el curso.

Cabe destacar que a la hora de realizar la práctica utilizamos en campo una planilla que no era la adecuada (no era doble) lo que nos dificultó el trabajo durante la práctica ya que a la hora de calcular los desniveles parciales muchas veces nos confundimos de punto y también en el posterior tratamiento de datos en gabinete, ya que al pasar los datos a una planilla de nivelación doble como se mostró anteriormente pudimos comprobar que teníamos un dato mal, precisamente en el punto E, en el que anotamos al revés la lectura atrás y la lectura adelante.

Esto provocó que al calcular el desnivel en lugar de darnos como resultado 14,745 metros y 14,749 metros nos daba 10,105 metros en las dos planillas, ya que ese dato lo estábamos restando en lugar de sumarlo en el desnivel total.

De todas formas creemos que esto fue un buen aprendizaje a la hora de realizar las próximas nivelaciones.