

Práctica de Campo N°2

- Nivelación Enmarcada -



Facultad de Ingeniería - Instituto de Agrimensura
Topografía Altimétrica
Curso: Año 2024

Docentes:

Ing. Agrim. Martín Wainstein.
Ing. Agrim. Magali Martínez.
Ing. Agrim. Alberto Marmrut.
Ing. Agrim. Micaela Gracia.

Estudiantes:

Ignacio Curi
Yosselyn Musselli
Matias Gonzalez
Martín Garcia

ÍNDICE

ÍNDICE	2
OBJETIVO	3
MARCO TEÓRICO	4
Nivelación geométrica compuesta:.....	4
Nivelación con doble plano colimador:.....	6
Lecturas de mira:.....	6
Instrumental utilizado:	8
Nivel óptico:.....	8
Trípode:.....	8
Mira telescópica:.....	9
Niveleta:.....	9
Galápago:.....	10
METODOLOGÍA	11
Nivelación.....	12
CÁLCULOS	13
CONCLUSIONES	15
BIBLIOGRAFÍA	16
ANEXO	17

OBJETIVO

- El objeto de esta práctica es realizar una nivelación enmarcada y llegar al mismo valor que una cota conocida.
- La siguiente práctica pretende la introducción, de forma práctica, con los procedimientos de levantamientos altimétricos mediante el uso de niveles ópticos.

MARCO TEÓRICO

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 o itinerario altimétrico, tomando una serie de puntos intermedios llamados puntos de cambio.

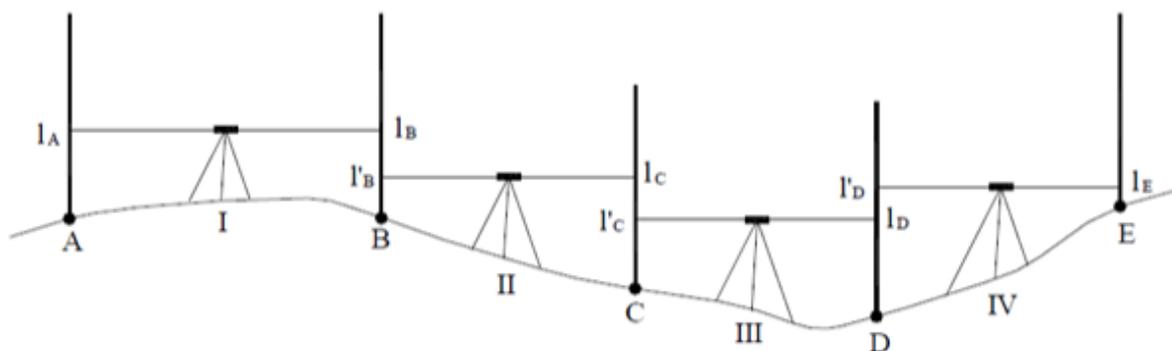


Imagen 1: Nivelación geométrica compuesta

Sean **A** y **E** los puntos del terreno cuyo desnivel se quiere hallar, siendo imposible realizarlo desde una sola estación del instrumento. Para ello se hace necesario entonces efectuar una serie de estaciones en puntos intermedios, I, II, III..., hallando luego los desniveles parciales en cada una de ellas mediante el método del punto medio.

En efecto, con el instrumento estacionado en I 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 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 . Se traslada el instrumento a III y se repite la operación hasta llegar al punto final **E**.

El desnivel entre **A** y **E** será la suma de los desniveles parciales de cada tramo:

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

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

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

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

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

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

Ahora bien, si tenemos en cuenta el sentido de avance en el recorrido vemos que las lecturas l_A , l'_B , l'_C y l'_D son las que quedan a la espalda (o atrás) del instrumento, por lo que se las denomina precisamente lecturas atrás. Análogamente, l_B , l_C , l_D y l_E son las lecturas hacia el frente o adelante, llamándoles obviamente, lecturas adelante.

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

- **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 más 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.

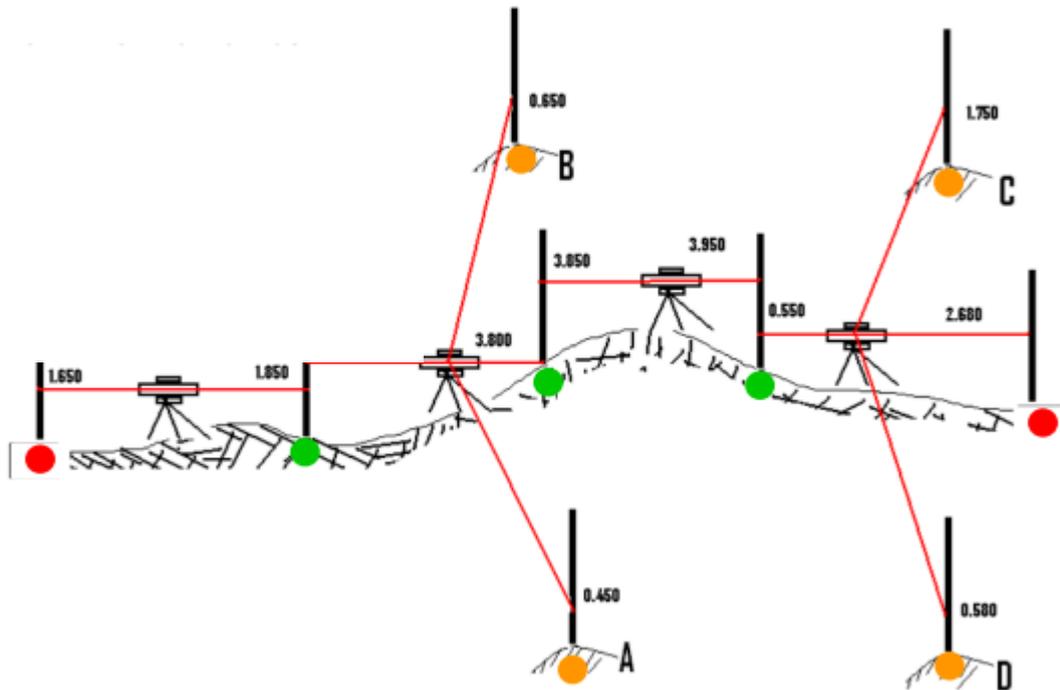


Imagen 2: Puntos de partida, llegada y cambio.

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, economizando tiempo y trabajo, permitiendo además comprobar los resultados estación a estación. También se reducen los errores aleatorios al tomar el promedio de los desniveles finales obtenidos.

Tiene el inconveniente de que, al no mover 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.

Lecturas de mira:

Apreciación de la lectura

Es la capacidad del instrumento para detectar o mostrar pequeñas diferencias en las magnitudes. Es el grado más pequeño que puede distinguirse o medirse con una regla. Corresponde al valor que se lee directamente sobre la mira, este valor puedo asegurarlo.

Estimación de lectura:

Es el proceso de hacer un juicio aproximado sobre una medida cuando no es posible obtener una lectura exacta. Corresponde a la estimación de la distancia entre dos divisiones de la regla. 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)
- la tendencia a enrasar la visión entre las divisiones de la regla, tanto hacia arriba como hacia abajo, de manera inconsciente
- las condiciones atmosféricas
- la buena visión que tenga al momento de realizar la lectura (aumento de instrumental, distancia mira-instrumento, etc.).

Instrumental utilizado:

Nivel óptico:

Es uno de los instrumentos topográficos más importantes. Se usa principalmente para medir desniveles entre puntos que se encuentran a diferentes o similares alturas y el traslado de cotas de un punto de referencia a otro desconocido.

Su uso en construcción y topografía lo convierte en un instrumento de gran relevancia e imprescindible para la ejecución de tareas de nivelación tradicional como la determinación y transferencia de altura y también la medición de ángulos.

Se utilizó un nivel **KOLIDA KL32**.



Imagen 3: Nivel optico automatico

Trípode:

Es una base utilizada para sostener diferentes instrumentos de medición, como teodolitos, estaciones totales o niveles. Está compuesto por tres patas, que pueden ser de madera o metal, y son extensibles. Estas patas terminan en puntas de hierro con estribos, que permiten clavarlas en el terreno al ser pisadas.

El soporte debe ser estable y ajustable para que el instrumento quede a la altura de los ojos del operador, generalmente entre 1,40 m y 1,50 m. Además, es útil para realizar una nivelación aproximada del instrumento.



Imagen 4: Tripode Topográfico

Mira telescópica:

La mira topográfica es una regla graduada que se utiliza junto con un nivel para medir las diferencias de altura o desniveles en polígonos o terrenos.

Estas miras suelen tener una longitud de entre 4 y 5 metros.



Imagen 5: Mira telescópica topográfica

Niveleta:

Accesorio que se utiliza para colocar en el bastón o báliza y mantenerlo nivelado de manera vertical.



Imagen 6: Niveleta

Galápago:

Es una placa metálica de base pesada para un estacionamiento seguro. Sirve para colocar la mira arriba y que no se mueva del lugar.

Para que tenga un buen anclaje en cualquier tipo de suelo cuenta con puntas de acero.



Imagen 7: Galápago

METODOLOGÍA

La **idea** de esta nivelación es determinar la diferencia de cota del punto fijo del IA, ubicado en la explanada al sur del ala sur de la Facultad de Ingeniería, con el punto fijo IGM ubicado en las inmediaciones del Club de Pesca de la Playa Ramirez.

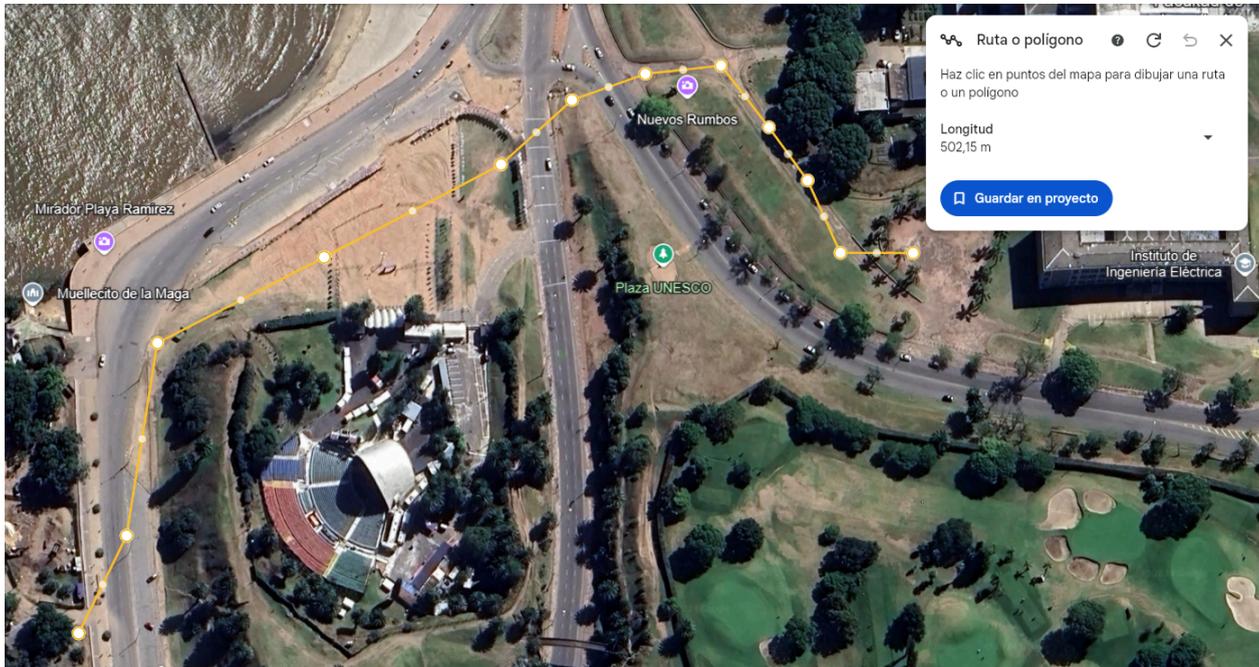


Imagen 8: Área de trabajo

La imagen anterior gráfica el área de trabajo en cuestión. En la cual tomando en cuenta el caminamiento realizado y los puntos de cambios utilizados, tiene una longitud de 502 m aproximadamente.

La nivelación fue llevada a cabo el pasado 29 de Agosto, en el cual las condiciones climáticas eran ideales. En general en esa zona al encontrarse cerca del mar, suele estar ventoso, pero ese día no fue el caso, no hubo viento y la temperatura rondaba los 17°.

El área cuenta con dos partes bien distintas topográficamente hablando. Una inicial con mínimas diferencias de altura y otra final con grandes pendientes.

Otro aspecto que tuvimos en cuenta a la hora de colocar los puntos de cambio, fue al momento de cruzar las calles que se interpusieron en el trayecto del trabajo, debido a que son muy transitadas.

A modo de eliminar errores sistemáticos del instrumento y minimizar la incidencia real los de curvatura y refracción, las miras se colocan equidistante al nivel y a una distancia aproximada no mayor de 30m.

Nivelación

En los tramos iniciales, como la topografía nos **permite pudimos tomar** tramos más extensos, exceptuando el momento en el cual tuvimos que cruzar la calle. En todos los casos, tratamos de que la distancia mira-nivel no supere los 30m. Esto se realizó debido a que para la tarea se precisaba estimar al milímetro y con una distancia mayor nos hubiese resultado más difícil. Esta distancia fue posible debido al aumento del nivel óptico con el que trabajamos, el cual era un Kolda con aumento x32. Este es de los mayores aumentos que puede tener un nivel, según lo investigado.

En la segunda mitad del trabajo, se encontraban zonas de pendientes más pronunciadas, esto provocaba que la distancia nivel-mira sea considerablemente menor. La ventaja era que la estimación era más **precisa**, por cercanía a la mira, pero tenía la desventaja de que las lecturas atrás tenemos que estirar bastante la mira. Esto provoca una mayor dificultad a la hora de **verticalizar la mira**, debido a que aumentamos la superficie de contacto con el viento. Debido a la pronunciada pendiente, las distancias entre miras eran las máximas tal que el nivel pudiera visualizarlas, siempre manteniendo el nivel lo más cercano al punto medio de la distancia topográfica entre ellas. Esta técnica se utilizaba para eliminar el error de colimación, el cual fue desarrollado con mayor profundidad en el primer práctico.

Otro aspecto que debemos tener en cuenta a la hora de analizar el resultado, es que nuestro equipo contaba con una sola niveleta para ambas miras, por lo que una de ellas se **verticaliza a ojo**, tomando la lectura mínima como válida. En los tramos de mayor pendiente, la niveleta fue utilizada en la mira que se encontraba más estirada.

Debido a que la práctica consistió en realizar una nivelación con doble plano colimador, esto implicaba que para cada tramo teníamos que tener dos puntos de estación. Por lo tanto, una vez estacionados y colocados los galápagos de los puntos intermedios, se tomaba la primera lectura atrás-adelante, se movía el nivel y se repetía el proceso. De esta forma obtuvimos dos ΔH por cada tramo. En el caso de que el ΔH fuese mayor o igual a 3 mm, se volvía a medir, hasta que la medida entre ellas sea menor 3 mm. Hubo un tramo que dio una diferencia de 3 mm, la cual fue tomada como válida debido a que se presentaba gran pendiente en la zona y el tramo atravesaba 2 calles.

CÁLCULOS

Punto	ΔH parcial	Lecturas de Mira			Plano Colimador	Cota
		Atrás	Intermedia	Adelante		
A	0,119	1,295				4,934
B	-0,276	1,162		1,176		5,053
C	0,360	1,482		1,438		4,777
D	0,012	1,532		1,122		5,137
E	0,008	1,546		1,520		5,149
F	2,471	2,829		1,538		5,157
G	3,198	3,315		0,358		7,628
H	2,559	2,707		0,117		10,826
I	2,310	2,455		0,148		13,385
J	2,571	3,021		0,145		15,695
K	1,107	2,783		0,450		18,266
L				1,676		19,373

Tabla 1: Planilla de campo, primer plano colimador

Punto	ΔH parcial	Lecturas de Mira			Plano Colimador	Cota
		Atrás	Intermedia	Adelante		
A	0,118	1,291				4,934
B	-0,276	1,089		1,173		5,052
C	0,359	1,506		1,365		4,776
D	0,011	1,528		1,147		5,135
E	0,008	1,552		1,517		5,146
F	2,468	2,804		1,544		5,154
G	3,199	3,358		0,336		7,622
H	2,561	2,715		0,159		10,821
I	2,309	2,458		0,154		13,382
J	2,570	3,020		0,149		15,691
K	1,107	2,781		0,450		18,261
L				1,674		19,368

Tabla 2: Planilla de campo, segundo plano colimador

Punto de partida: A

Punto de llegada: L

Puntos de cambio: B, C, D, E, F, G, H, I, J y K (10)

Como se puede observar en las tablas, la cota final del punto IA dio una leve diferencia. Por lo tanto para determinar una única cota final, se hace el promedio entre las dos. Lo que dio como resultado:

$$Cota IA = 19.371m$$

Para conocer el desnivel final se realiza el promedio entre los desniveles parciales de cada tramo. Teóricamente la diferencia de nivel entre el punto IA y el punto IGM es de 14.395m, mientras que en la práctica la diferencia de nivel con el primer plano colimador nos dio 14.439m y con el segundo 14.434m. Si se realiza el promedio entre las dos lecturas, nos da una diferencia de cota final de:

$$Dif. Cota IGM - IA = 14.437m$$

CONCLUSIONES

Una vez realizados los cálculos llegamos a que la diferencia de cota del punto IA y el punto IGM es de 14.437m, mientras que la teórica es de 14.395m. La diferencia entre la diferencia de cota teórica y la práctica es de:

$$14.437 - 14.395 = 42mm$$

Dicha diferencia excede la tolerancia máxima permitida para la cantidad de puntos de cambio. La diferencia máxima permitida es de $2 * \sqrt{10} = 6.3mm$ ($2 * \sqrt{\text{ptos. de cambio}}$). Creemos que esta discrepancia puede ser fruto de no lograr una buena verticalización de la mira, particularmente nuestro grupo tuvo la dificultad de contar con solo con una niveleta en lugar de dos, y esto podría haber causado una lectura que no era la mínima en algún punto. Por otra parte, los cuatro integrantes realizamos lecturas en el nivel y puede que estimemos todos de forma distinta.

Al realizar una nivelación con doble plano colimador, se reducen los errores aleatorios al tomar el promedio de los desniveles finales obtenidos. Pero, este método tiene el inconveniente de que al no mover las miras entre ambas observaciones, cualquier error en la colocación de éstas o en su verticalidad, van a incidir por igual en las dos nivelaciones, por lo que no evita el inconveniente que tuvimos que fue el contar con una sola niveleta.

BIBLIOGRAFÍA

- Ing. Agrim. Martin Wainstein, I. A. (2024). Curso de Topografía Altimétrica 2do. Semestre 2024. Montevideo.
- Servicio Geográfico. (1970). Nivelación geométrica del departamento de Montevideo 1970 - Punto Fijo 1-0101-D. Montevideo.

SPECIFICATION

Model	KL20	KL22	KL24	KL26	KL28	KL30	KL32
Standard deviation for 1km double run leveling	2.5mm	2.0mm	2.0mm	1.5mm	1.5mm	1.5mm	1.0mm
Image	Erect						
Magnification	20x	22x	24x	26x	28x	30x	32x
Objective aperture	34mm	34mm	36mm	36mm	36mm	38mm	38mm
Field of view	1°20'	1°20'	1°20'	1°20'	1°20'	1°20'	1°20'
Minimum focus	0.5m						
Multiplication constant	100	100	100	100	100	100	100
Additive constant	0	0	0	0	0	0	0
Compensator range	±15'	±15'	±15'	±15'	±15'	±15'	±15'
Compensator setting accuracy	±0.6"	±0.6"	±0.6"	±0.6"	±0.6"	±0.6"	±0.6"
Sensitivity of bubble	8"/2mm	10"/2mm	10"/2mm	10"/2mm	10"/2mm	10"/2mm	10"/2mm
Horiz. circle-reading	1 origin						

Anexo 2: Especificaciones del fabricante para el nivel KOLIDA KL32.