

PRÁCTICA DE CAMPO 2

NIVELACIÓN ENMARCADA

Grupo: Alderete, Valentin - Casares, Joaquin - Varela, Valentina

Docente: Ing. Agrim. Alberto Mamrut

ÍNDICE

ÍNDICE	2
OBJETIVO	3
MARCO TEÓRICO	3
METODOLOGÍA E INSTRUMENTAL	5
PREANÁLISIS	6
TAREA	7
CONCLUSIÓN	9
BIBLIOGRAFÍA	10
ANEXO	11

OBJETIVO

Realizar una nivelación geométrica compuesta, aplicando el método de doble plano colimador, entre dos puntos fijos de coordenadas altimétricas conocidas y analizar los resultados.

MARCO TEÓRICO

La **nivelación geométrica compuesta** (figura 1) es un método utilizado en topografía para determinar la diferencia de altura entre dos puntos cuando su disposición, ya sea por distancia o desnivel, no permite realizar la medición de manera directa. El método plantea subdividir el problema en tramos medibles, estableciendo sucesivos **planos colimadores** que se vinculan a partir de puntos auxiliares llamados **puntos de cambio**, los cuales contarán con observaciones registradas en al menos dos planos. Gracias a este vínculo, la diferencia de altura entre los puntos inicial y final será igual a la sumatoria de las diferencias parciales. Aplicado al caso de la figura 1:

$$\begin{aligned}\Delta h_{AE} &= \Delta h_{AB} + \Delta h_{BC} + \Delta h_{CD} + \Delta h_{DE} \\ \Delta h_{AE} &= (l_A - l'_B) + (l'_B - l'_C) + (l'_C - l'_D) + (l'_D - l'_E) \\ \Delta h_{AE} &= (l_A + l'_B + l'_C + l'_D) - (l_B + l_C + l_D + l_E)\end{aligned}$$

⇒ *Caso general: $\Delta h = \sum \text{lecturas atrás} - \sum \text{lecturas adelante}$*

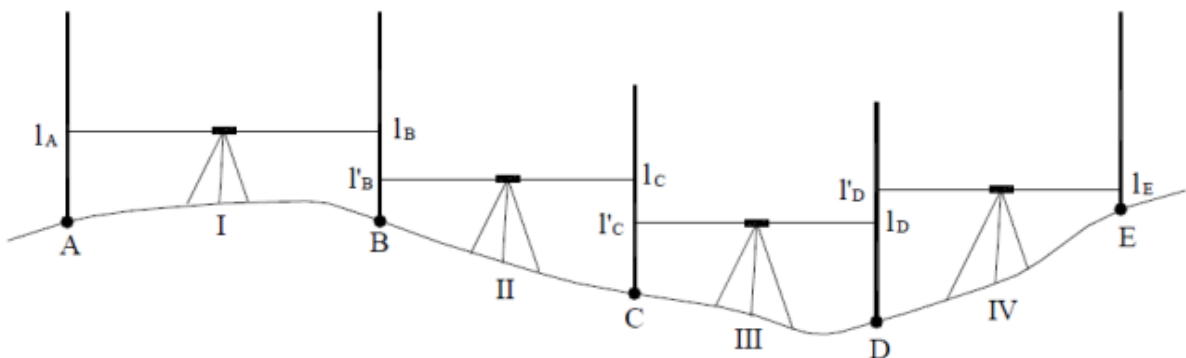


Figura 1: Nivelación compuesta. Fuente: propuesta práctica 2.

Se distinguen: Punto inicial: A / Punto final: E / Planos colimadores: I, II, III, IV / Puntos de cambio: B, C, D.

Dependiendo de las características de los puntos inicial y final, clasificaremos a la nivelación en tres tipos:

Nivelación cerrada: en este caso los puntos inicial y final coinciden, convirtiéndose a su vez a dicho punto en un punto de cambio por contar con observaciones en más de un plano colimador.

Nivelación enmarcada: puntos inicial y final no coinciden, pero cuentan con cotas conocidas de antemano.

Nivelación abierta: puntos inicial y final no coinciden y al menos una de sus cotas es desconocida.

El método del **doblo plano colimador**, como su nombre indica, plantea establecer dos planos colimadores por cada tramo medido, generando una redundancia de observaciones que permita identificar errores en el relevamiento; siempre y cuando dichos errores no se mantengan constantes al realizar ambas observaciones. Los principales errores identificados por el método son: error de notación, error de lectura, error de verticalización del nivel, error de verticalización de las miras **y error de lectura.**

METODOLOGIA E INSTRUMENTAL



Figura 2: Instrumental empleado.

Fueron empleados:

- Nivel óptico South NL32 (foto central superior).
- Trípode, para estacionar el nivel.
- Miras. Se emplearon dos miras de igual modelo; telescópicas de aluminio doble cara, una cara milimetrada (foto izquierda) y otra centimetrada (foto derecha). Para esta práctica se optó por realizar observaciones al milímetro, ya sea empleando la cara milimetrada o estimando sobre la centimetrada.

- Niveletas (foto central media), para verticalizar las miras.
- Galápagos (foto central inferior), para materializar los extremos de los segmentos.

PREANÁLISIS

Opción 1 - Conforme a la información proporcionada por el fabricante, para este modelo de nivel la desviación estándar alcanzada en tramos de 1 km con doble nivelación será de 1.0mm. Empleando la herramienta distancia en el visualizador IdeUY, estimamos la distancia del tramo a recorrer en 0.52km. Entonces:

$$\Rightarrow \frac{s}{\sqrt{0.52km}} = \frac{1.0mm}{\sqrt{1.00km}} \Rightarrow s = 1.0mm\sqrt{0.52} = 0.7mm$$

Este análisis presenta dos problemas para su aplicación. Por un lado no contempla la precisión de la distancia obtenida mediante el visualizador IdeUY, puesto que la desconocemos. Por otro lado, las condiciones experimentales en las que el fabricante determina la desviación proporcionada (a priori desconocidas) difieren con las presentes en este relevamiento. Factores extrínsecos al nivel, como condiciones climáticas de viento y temperatura, precisión de demás instrumental empleado como niveletas y miras, o cantidad y distancia de tramos empleados, pueden contribuir a que las precisiones alcanzadas sean menores a la teórica.

Opción 2 - Aplicando un enfoque análogo a la opción anterior, pero empleando la desviación para tramos de 1km con doble nivelación hallada en el práctico anterior en lugar de la proporcionada por el fabricante, obtenemos:

$$\Rightarrow \frac{s}{\sqrt{0.52km}} = \frac{3.6mm}{\sqrt{1.00km}} \Rightarrow s = 3.6mm\sqrt{0.52} = 2.6mm$$

Esta opción presenta la ventaja de considerar como dato una desviación obtenida en condiciones similares a las del relevamiento. Sin embargo, el resultado de la desviación obtenida en el práctico 1 presenta una firmeza cuestionable, además de que se cometió el error de no utilizar el mismo nivel en ambas prácticas (en la práctica anterior se empleó un nivel Kolida KL32) debilitando la comparación.

Opción 3 - Llevando el análisis a tramos individuales y considerando que las observaciones se realizarán al milímetro, en caso de realizar estimaciones erradas en sentidos opuestos, la diferencia de nivel observada y la real debería diferir a lo sumo en 2 mm. Considerando este valor como la desviación por tramo, al extenderlo a los n tramos que conformarán la nivelación compuesta se obtiene:

$$s^2 = s_1^2 + s_2^2 + \dots + s_n^2 = n * 2.0mm^2 \Rightarrow s = 2.0mm\sqrt{n}$$

$$\text{si } n = 9 \Rightarrow T = 2.0mm * 3 = 6.0mm$$

Como desventajas, esta opción podría considerarse excesivamente conservadora además de no contemplar la mejora en la precisión que conlleva el método de doble

plano colimador. Como ventaja, su simpleza lo vuelve fácil de aplicar. Además, el análisis por tramos ofrece una tolerancia para depurar observaciones en conjunto con el método de doble plano colimador; si la diferencia de nivel por tramo se aparta más de 2 mm de un plano a otro, entonces se constatan errores mayores a los aleatorios esperables y las observaciones deberán repetirse.

TAREA

Se llevó a cabo una nivelación entre dos puntos fijos con coordenadas altimétricas conocidas (**nivelación enmarcada**), el punto 1-0101-A perteneciente a la Red de Nivelación del Departamento de Montevideo, ubicado sobre la Rambla Wilson al sureste del Club de Pesca Ramírez (figura 4), y el punto IA perteneciente a la red pasiva del Instituto Geográfico Militar, ubicado al oeste del ala sur del edificio de la Fing. La metodología utilizada fue una **nivelación compuesta con doble plano colimador** la cual consiste en realizar en cada tramo de la nivelación dos lecturas de mira independientes una de la otra en cada punto. Para asegurar dicha independencia se realizan las lecturas en planos colimadores distintos, es decir, "rompiendo" la estación, reestacionando y volviendo a leer. Las lecturas de cada plano colimador fueron anotadas por separado y luego analizadas en conjunto.



Figura 3: Esquema del relevamiento. Fuente: IdeUY



Figura 4: Punto de inicio. Coincidente con el punto N°1-0101-A de la Nivelación Geométrica de Montevideo (1970).

El relevamiento se realizó en la mañana del sábado 7 de setiembre bajo condiciones climáticas favorables (clima templado y bajos vientos). Durante la ejecución fueron consideradas las recomendaciones planteadas en el práctico 1 en conjunto con recomendaciones del docente a cargo. Entre ellas se destacan: procurar no trabajar en tramos muy bajos de la mira (para disminuir el error por refracción) ni muy altos (para disminuir la dificultad en la verticalización de la mira), midiendo los intervalos a pasos estacionar el nivel lo más intermedio a las miras posible, procurar extender los tramos de las miras hasta los topes, asegurarse de visar el hilo intermedio del retículo en lugar del superior o inferior y proteger los galápagos de golpes o movimientos durante todo el proceso.

Resultado obtenidos:

Plano colimador 1 (PC1)						
Punto	DH parcial	Lecturas de Miras			Plano Colimador	COTA
		Atrás	Intermedia	Adelante		
1	-0,036	1,340			5,927	4,587
2	-0,261	1,333		1,376	5,884	4,551
3	0,441	1,820		1,594	6,110	4,290
4	0,002	1,319		1,379	6,050	4,731
5	0,659	1,604		1,317	6,337	4,733
6	2,373	2,985		0,945	8,377	5,392
7	2,866	2,937		0,612	10,702	7,765
8	2,557	2,675		0,071	13,306	10,631
9	2,663	2,783		0,118	15,971	13,188
10	3,486	4,109		0,120	19,960	15,851
11				0,623	20,307	19,337
Total	14,750	22,905		8,155		

Plano colimador 2 (PC2)						
Punto	DH parcial	Lecturas de Miras			Plano Colimador	COTA
		Atrás	Intermedia	Adelante		
1	-0,036	1,308			5,895	4,587
2	-0,262	1,372		1,344	5,923	4,551
3	0,440	1,821		1,634	6,110	4,289
4	0,002	1,311		1,381	6,040	4,729
5	0,657	1,599		1,309	6,330	4,731
6	2,371	2,972		0,942	8,360	5,388
7	2,866	2,941		0,601	10,700	7,759
8	2,556	2,678		0,075	13,303	10,625
9	2,663	2,782		0,122	15,963	13,181
10	3,486	4,110		0,119	19,954	15,844
11				0,624	20,291	19,330
Total	14,743	22,894		8,151		

Cota punto IA - Punto final (m)		$ Cota - Cota\ teórica $
Teórica	19,329	-
Plano colimador 1 (PC1)	19,337	0,008
Plano colimador 2 (PC1)	19,330	0,001
Promedio ambos planos	19,334	0,005

CONCLUSIÓN

En la realización de la nivelación, en primera instancia se calcularon los desniveles parciales en cada tramo para ambos planos colimadores. La comparación de estos desniveles durante la ejecución del método sirve como control para evitar errores de lectura. Una vez completada esta etapa con valores dentro de las diferencias tolerables mencionadas en el preanálisis, procedimos a calcular la cota del punto de llegada IA, utilizando los desniveles y el valor de la cota del punto de partida 10101A, lo que nos dio una diferencia de 5 mm con la cota oficial de la monografía.

Esta diferencia se encuentra dentro de la tolerancia del trabajo, considerando los diversos factores ambientales, instrumentales y el método empleado. Los cálculos de tolerancia expresados en el preanálisis contemplan generalmente la desviación estándar calculada bajo ciertas condiciones ideales. Nuestro trabajo, sin embargo, se realizó bajo viento y sol, factores que, a pesar de las precauciones mencionadas anteriormente en este informe, afectan en cierta medida el resultado final.

Al realizar un análisis detallado, observamos que el PC1 presenta una diferencia de 8 mm con la cota teórica, 2 mm por encima de la tolerancia calculada. En cambio, el PC2 muestra una diferencia de 1 mm, lo cual podría deberse en parte a la compensación de dicha diferencia en los tramos a lo largo del caminamiento, es decir, a errores aleatorios de signos opuestos que se anulan entre sí. **Por lo tanto, decidimos promediar ambos planos colimadores y fijar la diferencia del trabajo realizado con respecto a la cota teórica.**

Es importante señalar que para el grupo fue la primera experiencia en la realización de una nivelación enmarcada, y la inexperiencia tanto de los operadores como de los mireros en sus respectivos roles introduce un factor que a menudo se considera poco: el factor humano. Aunque la metodología puede parecer simple, requiere la concentración y coordinación de tres personas durante un intervalo de tiempo considerable, lo cual se mejora con la experiencia adquirida en el trabajo de campo.

Otro aspecto a tener en cuenta para futuras nivelaciones es la colocación de puntos fijos a lo largo del caminamiento, debidamente materializados con hierros o estacas y balizados. Esto permite un mayor control del trabajo y, en caso de detectar errores, corregir la nivelación sin tener que reiniciar desde el punto de partida.

BIBLIOGRAFÍA

- Surveying and mapping, Christian Tiberius, Hans van der Marel, René Reudink & Freek van Leijen
- Apuntes de clase del curso
- Monografía IGM punto 10101A

ANEXO

Planilla de campo:

Trabajo:				Operador:				Fecha:				Hoja 1 de 1	
Punto	ΔH parcial	Lecturas de Miras			Plano Colimador	COTA	ΔH parcial	Lecturas de Miras			Plano Colimador	COTA	Observaciones
		Atrás	Intermedia	Adelante				Atrás	Intermedia	Adelante			
1		1,340					1,308				4,934		
2	-0,036	1,333		1,376		-0,036	1,372		1,344				
3	-0,261	1,820		1,594		-0,262	1,821		1,634				
4	0,441	1,313		1,379		0,440	1,151	1,311	1,381				
5	0,002	1,804		1,317		0,002	1,583		1,303				
6	0,658	2,985		0,945		0,657	4,872		0,892				
7	2,373	2,937		0,612		2,371	2,841		0,601				
8	2,866	2,952	2,675	0,071		2,866	2,680	2,678	0,075				
9	2,555	2,483		0,118		2,556	2,482		0,122				
10	2,663	4,109		0,120		2,663	4,110		0,119				
11	3,986			0,623		3,986			0,629				
	19,634					19,631							