



PRÁCTICA DE CAMPO N° 5

- NIVELACIÓN TRIGONOMÉTRICA CERRADA -

Topografía Altimétrica
Curso: Año 2024

Grupo: Fernandez, Silvina - Gonzalez, Valentin - Quian, Eliana
Docentes: Ing. Agrim. Magali Martinez, Ing. Agrim. Martin Wainstein
Docente práctico: Ing. Agrim. Micaela Gracia

ÍNDICE

1. OBJETIVOS
2. MARCO TEÓRICO
3. INSTRUMENTAL UTILIZADO
4. METODOLOGÍA
5. CROQUIS DE RELEVAMIENTO
6. OBSERVACIONES
7. CONCLUSIONES
8. BIBLIOGRAFÍA
9. ANEXOS

1. OBJETIVOS

Se busca introducir al estudiante, de manera práctica, en los procedimientos de relevamiento altimétrico con la utilización de Estaciones totales.

2. MARCO TEÓRICO

Estación total

Instrumento topográfico óptico conformado por componentes electrónicos que permiten realizar cálculos para lograr medir de forma precisa ángulos horizontales, ángulos verticales y **distancias desde el lugar en el que se ubica el equipo hasta un punto designado en la distancia.**

Medición de ángulos: La parte del teodolito electrónico de la estación total es la encargada de medir tanto ángulos verticales como ángulos horizontales. En el caso de los ángulos horizontales la medición se puede tomar cualquier dirección conveniente como dirección de referencia. En cambio, respecto a la medición del ángulo vertical, la dirección vertical ascendente o "cenit" se toma como dirección de referencia.

Medición de distancia: Las estaciones totales trabajan con señales portadoras de infrarrojos modulados para determinar la distancia entre ellas y su objetivo. Cuando esta luz infrarroja es reflejada en un prisma o un objeto medido, la estación total determina la distancia existente entre ella y el objeto reflectante. La mayoría de las estaciones totales dependen de prismas reflectantes para calcular una distancia, aunque las estaciones totales que no requieren usar prismas se denominan estaciones totales de rebote.

Cálculo de coordenadas: Para determinar las coordenadas de puntos desconocidos, estos instrumentos pueden usar la trigonometría y triangulación. De igual manera, estos equipos pueden determinar coordenadas siempre que haya una línea de visión sin restricciones entre un TS y el punto deseado. Algunas estaciones totales también pueden estar

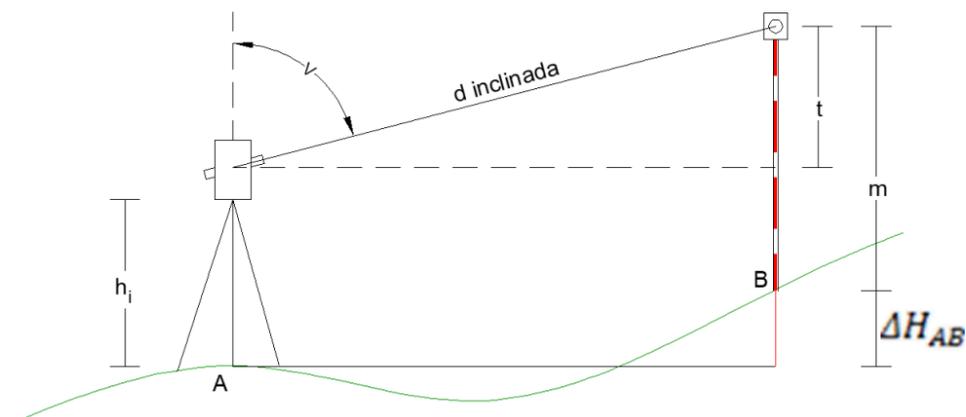
equipadas con sistemas globales de navegación por satélite (GNSS) que permiten facilitar la determinación de coordenadas.

Para utilizar la estación total vamos a necesitar de los siguientes accesorios:

- **Trípode:** Es la estructura sobre la que se monta el **aparato** en el terreno.
- **Base niveladora:** Es una plataforma que usualmente se engancha al **aparato**, sirve para acoplar la estación total sobre el trípode y para nivelar de manera horizontal. Posee 3 tornillos **de nivelación** y un nivel circular.
- **Prisma:** También conocido como **"objetivo" (target)** que al ubicarse sobre un punto desconocido y ser observado a través de la estación total, capta el láser y hace que rebote de regreso hacia el instrumento. **Un levantamiento se puede realizar con un solo prisma pero para mejorar el rendimiento se usan al menos dos de ellos.**
- **Bastón porta prisma:** Es una especie de bastón metálico con altura ajustable sobre el que se coloca el prisma. Posee un nivel circular para **ubicarlo con precisión sobre un punto en el terreno.** Se requiere un bastón por cada prisma en uso.

Nivelación trigonométrica.

El método consiste en hallar la diferencia de altura entre dos puntos, A y B, mediante la resolución trigonométrica de un triángulo rectángulo vertical, formado por la línea horizontal que pasa por el centro analítico del instrumento, estacionado sobre uno de los puntos, la vertical que pasa por el otro punto y la visual dada por el eje de colimación del referido instrumento.



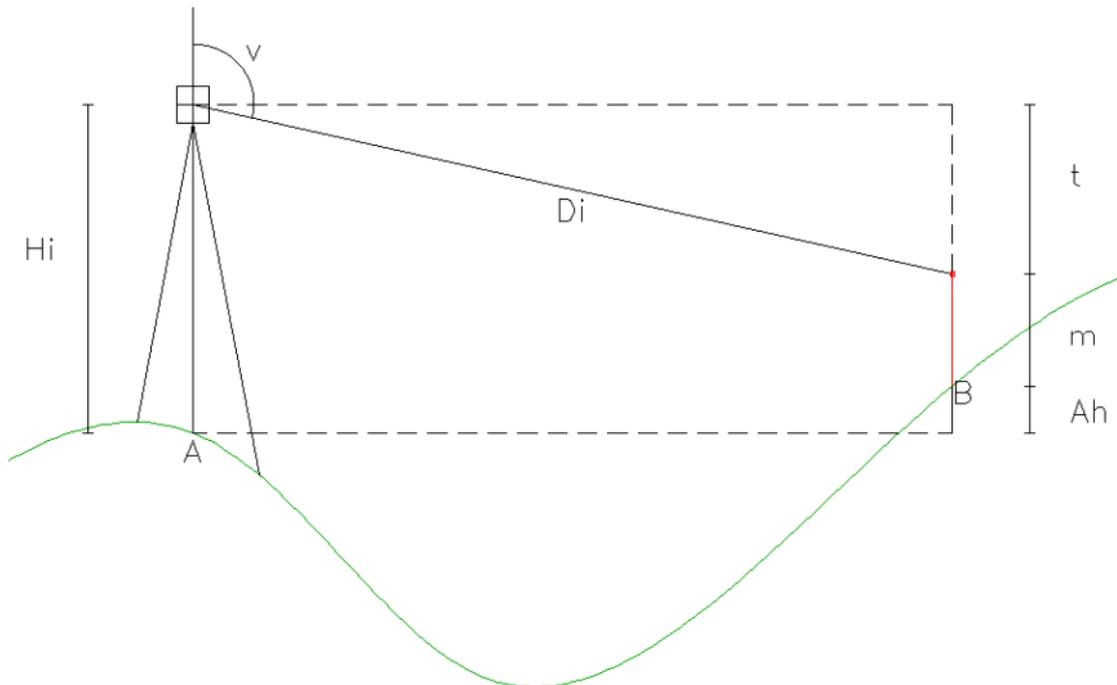
Deduciendo la siguiente ecuación trigonométrica:

$$\Delta H_{AB} = h_i + t - h_m = h_i + d * \cos(V) - h_m$$

Siendo:

- h_i = Altura del instrumento
- d = Distancia inclinada
- V = Ángulo Vertical
- h_m = Altura de mira

Si el ángulo vertical es mayor de 90° , se utilizará la siguiente ecuación:



$$\Delta H_{AB} = h_i + t - h_m = h_i + d * \cos(V) - h_m$$

Nivelación cerrada

Si se parte de un punto y luego de efectuado un cierto itinerario se concluye en el mismo punto (nivelación cerrada), la diferencia de nivel deberá ser cero. Para ir controlando por tramos cada vez que nos orientamos al punto anterior, medimos el mismo y vemos que los datos coinciden con los que tomamos anteriormente.

3. INSTRUMENTAL UTILIZADO



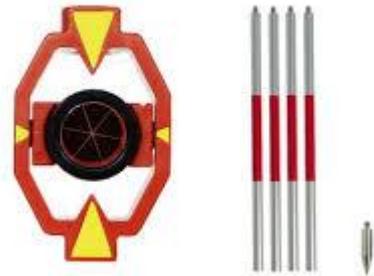
Estación total Leica



Trípode de madera



Cinta metrica



Miniprima y bastones

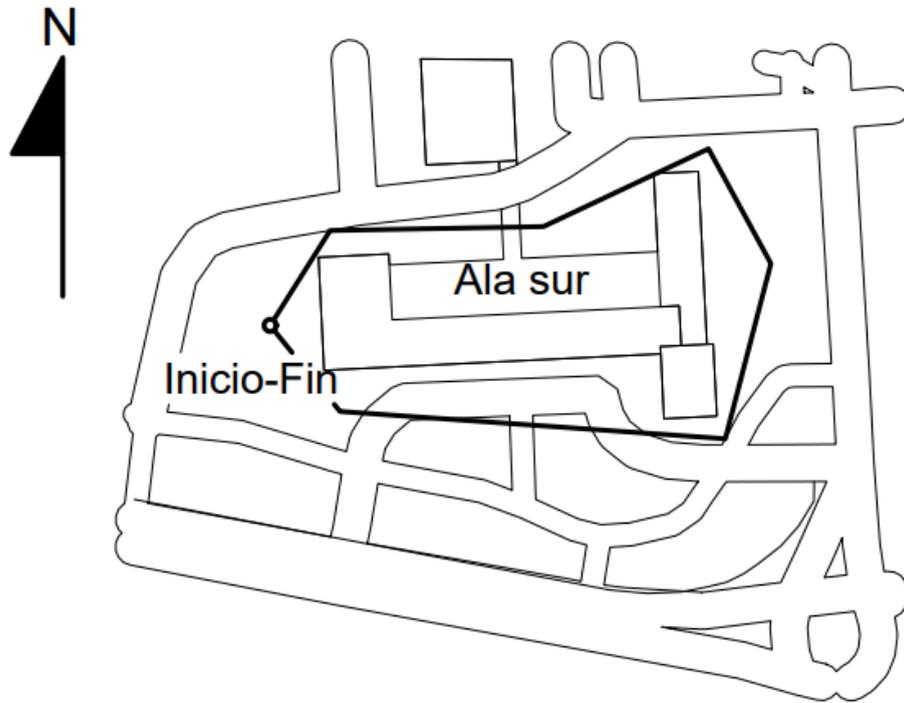
4. METODOLOGÍA

Se inició el levantamiento estacionando la estación total en el punto E1, desde donde se realizaron las lecturas direccionales y angulares al PILAR (punto de referencia) y hacia la estación E2. Posteriormente, se procedió a estacionar el equipo en E2, orientando la instrumentación hacia E1 para establecer la referencia angular, y se tomaron las lecturas correspondientes a E1 y E3. Este procedimiento se repitió sucesivamente en las estaciones siguientes hasta retornar al PILAR, cerrando el circuito.

Adicionalmente, se efectuaron lecturas intermedias a diversos puntos fijos (estaca azul y roja) desde varias estaciones a lo largo del proceso, con el fin de aumentar el control y la precisión de las mediciones.

En la planilla de campo se registraron las coordenadas de cada punto relevado, así como los datos correspondientes a la distancia vertical, el ángulo vertical y las alturas de la mira y del instrumento. Estos datos permiten realizar una comparación de desniveles mediante la resta de coordenadas en Z y la aplicación de la fórmula de nivelación trigonométrica.

5. CROQUIS DE RELEVAMIENTO



6.OBSERVACIONES

ESTACIÓN	ALTURA DEL INSTRUMENTO	PUNTO	COORDENADAS		DISTANCIA INCLINADA	ÁNGULO VERTICAL				ALTURA MIRA
						Grado	Minuto	Segundo	Radianes	
ET1 - Altura del instrumento 1,379m - Coordenadas 100,200,10	1,379	PILAR	X=	66,749	79,743	92	24	27	1,613	0,394
			Y=	271,516						
			Z=	7,625						
		PILAR (ARRIBA)	X=	66,749	79,33	91	35	47	1,599	0,094
			Y=	271,991						
			Z=	9,068						
		ET2	X=	157,875	70,764	91	69	5	1,608	0,094
			Y=	159,284						
			Z=	11,373						
		ESTACA AZUL	X=	169,824	76,635	91	32	28	1,598	0,094
			Y=	168,416						
			Z=	10,787						
ET2 - Altura del instrumento 1,537	1,537	ET1	X=	99,998	70,762	90	3	13	1,572	0,094
			Y=	200						
			Z=	9,999						
		ESTACA AZUL	X=	169,822	15,178	97	40	35	1,705	0,094
			Y=	168,418						
			Z=	10,787						
		ESTACA ROJA	X=	207,121	81,68	88	31	36	1,545	0,094
			Y=	224,26						
			Z=	7,845						
		ET3	X=	207,875	91,135	88	33	3	1,546	0,094
			Y=	235,829						
			Z=	7,627						
ET3 - Altura del instrumento 1,545	1,545	ET2	X=	157,875	91,034	92	53	20	1,621	0,694
			Y=	159,284						
			Z=	11,373						
		ESTACA AZUL	X=	169,822	77,411	92	0	17	1,606	0,094
			Y=	168,417						
			Z=	10,788						
		ESTACA ROJA	X=	207,123	11,635	96	5	6	1,677	0,094
			Y=	224,26						
			Z=	7,845						
		ET 4	X=	155,182	51,896	92	18	46	1,611	0,094
			Y=	236,874						
			Z=	8,283						

ET4 - Altura del instrumento 1,563	1,563	ET3	X=	207,877	91,034	90	30	21	1,580	0,094
			Y=	235,83						
			Z=	7,615						
		PILAR	X=	66,747	95,123	90	18	53	1,577	0,394
			Y=	272,515						
			Z=	7,662						
		PILAR (ARRIBA)	X=	66,747	95,155	90	24	43	1,578	0,094
			Y=	271,991						
			Z=	9,066						

Desnivel calculado con ambos métodos para comparar

DESNIVELES	CON Z	TRIGONOMETRÍA
PILAR - ET1	-2,375	-2,375
ET1 - ESTACA AZUL	-0,787	-0,786
ESTACA AZUL - ET2	-0,586	-0,587
ET2- ESTACA ROJA	3,528	3,529
ESTACA ROJA - ET3	0,218	0,217
ET3 - ET4	-0,656	-0,655
ET4 - PILAR	0,621	0,622
CIERRE TOTAL	-0,037	-0,035



7. CONCLUSIONES

En esta práctica de nivelación trigonométrica cerrada, se obtuvo una diferencia de cierre de -0.037 m, la cual supera el margen aceptable para este tipo de mediciones con estación total, donde generalmente se espera una precisión en el rango de milímetros, especialmente en proyectos que requieren alta exactitud. Aunque esta diferencia de cierre no cumple con los estándares de precisión necesarios para estos trabajos, este resultado ofrece una oportunidad de aprendizaje, permitiendo a los estudiantes identificar posibles fuentes de error y entender la importancia de la precisión en levantamientos altimétricos.

Adicionalmente, aunque no se solicitaba en la práctica, se realizó una comparación de los resultados con el cálculo de desnivel por fórmula trigonométrica, aprovechando la toma de datos en campo. Esta comparación reveló consistencias y variaciones que ayudan a reforzar el aprendizaje sobre el impacto de los errores acumulativos en los circuitos cerrados y a evaluar la precisión instrumental.

Si bien no es posible identificar con certeza el origen específico del error que resultó en una diferencia en el cierre, se puede deducir que ciertos factores pudieron influir en el resultado. Entre ellos se encuentran una posible falta de nivelación precisa del instrumento, la cual puede afectar tanto las lecturas angulares como las de distancia, así como ajustes inexactos en la altura del prisma, que pueden generar desviaciones acumulativas. Además, es posible que la alineación con los puntos de control se haya visto afectada al reorientar la estación total en cada cambio de estación. Asimismo, se realizaron cambios de operador a lo largo de la práctica para que todos los miembros del grupo pudieran participar, lo cual pudo haber introducido pequeñas variaciones en el proceso. Estos detalles, propios de la actividad, representan oportunidades para mejorar habilidades en el uso de instrumentos y en el control de precisión en campo, consolidando así los conocimientos necesarios para futuros proyectos de topografía con altos estándares de calidad.

8.BIBLIOGRAFÍA.

- Notas del Eva de Topografía Altimétrica y Planimétrica .
- Apuntes de clase.
- <https://geomatas.com/estacion-total-en-topografia/>

9. ANEXOS.

PUNTO	COORDENADAS	DISTANCIA INCLINADA (m)	ÁNGULO VERTICAL	ALTURA MIRA (m)
Pilar	X= 66,749	79,743	92°24'27"	0,394
	Y= 271,576			
	Z= 7,625			
Pilar Arriba	X= 66,749	79,33	91°35'47"	0,094
	Y= 271,991			
	Z= 9,068			
ET2	X= 157,875	70,764	91°69'5"	0,094
	Y= 159,284			
	Z= 11,373			
Estaca Azul	X= 169,824	76,635	91°32'28"	0,094
	Y= 168,416			
	Z= 10,787			
ET1	X= 99,998	70,762	90°31'13"	0,094
	Y= 200,000			
	Z= 9999			
Estaca Azul	X= 169,822	75,778	97°40'35"	0,094
	Y= 168,418			
	Z= 10,787			
Estaca Roja	X= 207,121	87,680	88°31'36"	0,094
	Y= 224,260			
	Z= 7,845			
ET3	X= 207,875	91,135	88°33'3"	0,094
	Y= 235,829			
	Z= 7,627			
ET2	X= 157,875	97,034	92°53'20"	0,694
	Y= 159,284			
	Z= 11,373			
Estaca AZUL	X= 169,822	77,417	92°0'17"	0,094
	Y= 168,417			
	Z= 10,788			
Estaca Roja	X= 207,123	77,635	96°5'6"	0,094
	Y= 224,260			
	Z= 7,845			
ET4	X= 155,182	51,896	92°18'46"	0,094
	Y= 236,874			
	Z= 8,283			

ET1 Altura Instrumento 1,531m
Coord X=100,000 Y=200,000 Z=10,000

ET2 Altura Instrumento 1,537m

ET3 Altura 1,545 m

ET4 Altura del instrumento
 1,563 m

PUNTO	COORDENADAS	DISTANCIA INCLINADA (m)	ÁNGULO VERTICAL	ALTURA MIRA (m)
ET3	X= 207,877	91,034	90°30'27"	0,094
	Y= 235,830			
	Z= 7,615			
Pilar	X= 66,747	95,123	90°18'53"	0,394
	Y= 272,515			
	Z= 7,662			
Pilar arriba	X= 66,747	95,155	90°24'43"	0,094.
	Y= 271,991			
	Z= 9,066			
	X=			
	Y=			