

# PRÁCTICA DE CAMPO 4

Curso: Año 2024

---

DEPARTAMENTO DE GEODESIA  
INSTITUTO DE AGRIMENSURA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
UNIVERSIDAD DE LA REPUBLICA

---

---

Grupo: Carli Agustina, Marco Cornelius, Mateo Rossi, Silva Juliana

**Docentes: Ing. Magali Martinez, Ing. Martin Wainstein**  
**Topografía Altimétrica**

---

# ÍNDICE

---

---

OBJETIVOS

MARCO TEÓRICO Y METODOLOGÍA

MATERIAL UTILIZADO

CROQUIS DE RELEVAMIENTO

CÁLCULOS

CONCLUSIONES

ANEXO

## OBJETIVO

---

Desarrollar las habilidades prácticas en el uso de niveles ópticos para la realización de relevamientos altimétricos con la utilización de niveles ópticos.

## MARCO TEÓRICO Y METODOLOGÍA

---

### Definición de nivelación

La nivelación es el conjunto de operaciones que se realizan para medir las alturas o diferencias de nivel entre distintos puntos de una superficie terrestre. Este procedimiento es clave en proyectos de infraestructura, ingeniería civil, y geodesia, ya que permite conocer el perfil altimétrico del terreno para su planificación y diseño. En Uruguay, como en muchos países, la nivelación es una herramienta indispensable para realizar obras públicas como carreteras, edificios, puentes y sistemas de drenaje.

### Nivelación geométrica

Este método es el más usado en trabajos topográficos convencionales y consiste en medir diferencias de alturas entre puntos alineados. El procedimiento básico implica el uso de un **nivel óptico** y una **mira**, lo que permite determinar la altura de un punto con respecto a una referencia, ya sea un punto conocido o una cota de referencia establecida.

El proceso se realiza colocando el instrumento (nivel) en una posición estable y a nivel horizontal entre los puntos que se desean medir. Luego se realizan lecturas en la mira graduada ubicada en cada punto. La diferencia entre las lecturas en cada posición corresponde a la diferencia de altura o desnivel.

### Procedimientos de nivelación

El procedimiento típico incluye:

---

- **Colocación del nivel:** El nivel óptico se coloca en una posición estable y a nivel. Se debe calibrar adecuadamente antes de comenzar las mediciones.
  - **Lectura de la mira:** Se coloca una mira vertical sobre los puntos a medir. Se toman lecturas del hilo superior, medio e inferior para obtener una media precisa.
  - **Cálculo de desniveles:** La diferencia de lecturas entre dos puntos proporciona el desnivel o la diferencia de altura entre ellos.
-

## **Errores comunes en la nivelación:**

A pesar de ser un método preciso, existen varios errores que pueden afectar la nivelación altimétrica, tales como:

---

- **Errores instrumentales:** Mala calibración o desajustes en el nivel óptico.
  - **Errores personales:** Lecturas incorrectas o fallos en el ajuste de la mira.
  - **Errores atmosféricos:** Cambios en la temperatura o presión que pueden influir en la precisión de la medición.
- 

### **Error de esfericidad y error de refracción:**

El error de esfericidad y refracción puede evitarse ubicando el nivel en un punto equidistante entre los puntos A y B, cuyo desnivel se desea medir. Este método, conocido como miras equidistantes, elimina los errores sistemáticos propios del nivel y también corrige los errores provocados por la esfericidad de la Tierra (suponiendo que la Tierra es esférica) y la refracción, ya que ambos efectos serán iguales en los dos extremos.

Se recomienda que la distancia entre dichos puntos no supere los 50 metros. En consecuencia, en la topografía, se puede ignorar la curvatura terrestre y la refracción atmosférica, considerando la Tierra como una superficie plana para fines prácticos. El efecto de la curvatura y la refracción se compensa al mantener igual distancia entre el nivel y ambos puntos de la mira. Si no se cumple esta condición, se genera un error sistemático en la lectura, ya que se mediría incorrectamente sobre ambas miras sin poder determinar si las diferencias son equivalentes.

El efecto asociado a la curvatura terrestre incrementa la lectura de la mira a medida que la distancia entre el nivel y la mira aumenta, mientras que la refracción atmosférica disminuye el valor de la lectura en esas mismas condiciones.

Por lo tanto, estacionar el nivel de manera equidistante de las miras es una buena práctica ya que elimina errores sistemáticos del instrumento y también reduce significativamente los efectos 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, lectura adelante, plano colimador, cotas.

PTO	PROGR.	ORD	LECTURAS DE MIRA			PLANO COLIMADOR	COTAS	OBSERVACIONES
			ATRAS	INTER	ADEL			

*Ejemplo de planilla de nivelación.*

**Puntos de cambio:**

Los puntos de cambio se refieren a aquellos puntos donde, en una nivelación geométrica compuesta, se tendrán 2 planos colimadores distintos.

Deberán ser puntos bien identificables, consistentes, sólidos y perdurables durante el tiempo requerido para el trabajo.

**Puntos intermedios:**

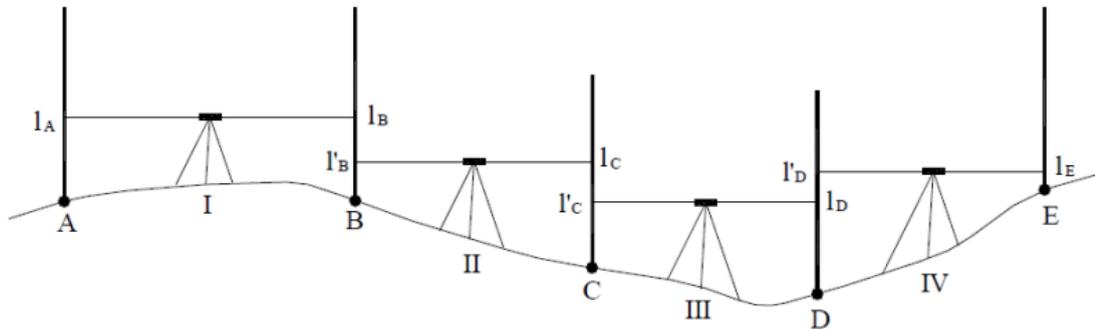
Los puntos intermedios se refieren a aquellos donde se efectúan las lecturas intermedias, o sea, puntos que son de interés en el relevamiento y que no implican un cambio de estación.

**Puntos de partida y llegada:**

En todos los tipos de nivelación existe un punto de partida y uno de llegada, que pueden o no ser coincidentes, dependiendo de si se trata de una nivelación enmarcada o cerrada.

### 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.



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:

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

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

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

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

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

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

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, IB, IC, ID y IE son las lecturas hacia el frente o adelante, llamándoles obviamente, lecturas adelante.

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

### **Nivelación con doble plano colimador**

El procedimiento consiste en realizar las lecturas atrás y adelante en cada tramo, luego se cambia la estación del instrumento y se repiten las lecturas sin mover las miras. Este proceso se repite a lo largo del recorrido, haciendo dos estaciones por tramo hasta llegar al punto final.

Este método es equivalente a realizar el recorrido de ida y vuelta, pero con la ventaja de no tener que repetir el trayecto, ahorrando tiempo y esfuerzo, además de permitir verificar los resultados en cada estación. Los errores aleatorios se minimizan al promediar los desniveles obtenidos.

El inconveniente es que, al no mover las miras entre observaciones, cualquier error en su colocación o verticalidad afectará de igual forma a ambas lecturas.



## METODOLOGÍA

Esta práctica consiste en una nivelación **altimetría** cerrada, en la cual se deberán ir midiendo los tramos entre los puntos fijos marcados por el docente. Estas mediciones deberán ser en ambos sentidos y cada vez que se finalice un tramo deberá calcularse la variación de altura entre la ida y la vuelta en el mismo tramo para poder verificar si estamos dentro del margen de tolerancia **(0.006m)**

## MATERIAL UTILIZADO

---



- 
- Nivel óptico
  - Trípode
  - 2 miras
  - 2 niveletas
  - Cinta métrica
  - 2 galapagos
-

## CROQUIS DE RELEVAMIENTO

---



Siendo:

- Los puntos verdes puntos de partida y final
- Los amarillos puntos de cambio
- Los rojos puntos de estación

## CÁLCULOS

SENTIDO	PUNTO	L.ATRÁS	L.ADELANTE	$\Delta h$ (tramo)
	1	0,809		
IDA	2	1,065	1,932	
	3		1,78	-1,838
	3'	1,78		
VUELTA	2'	1,928	1,065	
	1'		0,805	1,838
IDA	3	1,518		
	4		1,414	0,104
VUELTA	4'	1,414		
	3'		1,518	-0,104
	4	1,082		
	5	0,571	1,853	
IDA	6	0,555	2,707	
	7	0,397	2,653	
	8	0,532	2,351	
	9		2,618	-9,045
	9'	2,508		
	8'	2,403	0,422	
VUELTA	7'	2,692	0,433	
	6'	2,452	0,462	
	5'	2,149	0,765	
	4'		1,075	9,047
IDA	9	0,050		
	10		2,394	-2,344
VUELTA	10'	2,382		
	9'		0,038	2,344
	10	2,204		
IDA	11	2,551	0,100	
	12	2,855	0,401	
	13		0,068	7,041

	13'	0,078		
VUELTA	12'	0,521	2,864	
	11'	0,311	2,808	
	10'		2,278	-7,040
	13	2,652		
IDA	14	2,344	0,570	
	15	2,838	0,559	
	1		0,619	6,086
	1'	0,648		
VUELTA	15'	0,653	2,866	
	14'	0,688	2,450	
	13'		2,760	-6,087

CIERRE	
$\Delta h$ (Ida)	0,004
$\Delta h$ (Vuelta)	-0,002

## CONCLUSIONES

---

Se logra realizar la práctica de manera precisa, manteniendo las diferencias de altura totales dentro de la tolerancia permitida, si bien se tuvieron que realizar varias tomas entre los puntos 9 y 10 ya que las diferencias entre tramos daban por fuera de lo admitido.

Esto nos sorprendió ya que considerando que eran los puntos más cercanos y que podían realizarse de una sola toma creemos que muy probablemente esto lo haya ocasionado el no mantener la equidistancia entre dichos puntos o el despreciar el error de refracción ocasionado en la lectura de 9 atrás, o también seguramente a la suma de ambos.

Cual sea el caso podemos volver a apreciar cómo mantener la equidistancia en una nivelación geométrica es de suma importancia y cómo estos errores que podemos subestimar y creer que no nos afectarán pueden llegar a descartar todo un set de mediciones completo.

Por lo cual concluimos que muchas veces puede ser mejor demorar 5 minutos más en comprobar equidistancias y tratar de evitar errores que apurarnos y vernos obligados a realizar todo un tramo de mediciones por completo.

# ANEXO

Trabajo:		Operador:			Fecha:		Hoja de	
Punto	Progresiva	Ordenada al eje	Lecturas de Miras			Plano Colimador	COTA	Observaciones
			Atrás	Intermedia	Adelante			
1			0,809			Sh		
2			1,065		1,932			
3			1,780		1,780	-1,836		Tramo 1
<hr/>								
VUELTA								
3			1,780					
2			1,928		1,065			
1					0,805	1,836		
<hr/>								
3			1,518					
4					1,414	0,104		Tramo 2
<hr/>								
VUELTA								
4			1,414					
3					1,518	-0,104		
4			1,082					Tramo 3
5			0,571		1,853		^ 3,117	-12,182
6			0,555		2,707			
7			0,397		2,1653			
8			0,532		2,351			
					2,618	-9,045		
<hr/>								
VUELTA								
8			2,503					
7			2,403		0,422		12,204	
6			2,1692		0,433			
5			2,152		0,462			
4			2,149		0,765			
					1,075	9,047		
<hr/>								
Tramo 4								
8			0,050					
<hr/>								
VUELTA								
9					2,1394	-2,344		
8			2,382		0,038	2,344		
<hr/>								
Tramo 5								

