

Práctica de Campo N°1

- Evaluación de Instrumental -



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 |
| Instrumental utilizado: | 7 |
| METODOLOGÍA | 11 |
| Tarea 1:..... | 11 |
| Evaluación de existencia de error de eje de colimación:..... | 11 |
| Tarea 2:..... | 12 |
| Evaluación de la precisión del instrumental:..... | 12 |
| Procedimiento Completo:..... | 12 |
| CÁLCULOS | 14 |
| Tarea 1:..... | 14 |
| Tarea 2:..... | 15 |
| CONCLUSIONES | 19 |
| BIBLIOGRAFÍA | 20 |
| ANEXO | 21 |

OBJETIVO

- En este práctico se busca introducir de manera práctica, en el manejo de instrumental altimétrico.
- Se pretende evaluar la precisión del instrumental y corroborar la ausencia de algunos errores.

MARCO TEÓRICO

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.

Cota:

Se denomina cota del punto a la distancia medida sobre la normal, entre éste y una superficie de referencia.

Nivelación geométrica:

Este método consiste en medir las diferencias de altura entre dos o más puntos utilizando líneas de visión horizontales, que se generan con instrumentos llamados equialtímetros o simplemente niveles. Estas líneas se dirigen hacia reglas verticales colocadas en los puntos que se están midiendo. Este procedimiento se conoce como nivelación geométrica o nivelación por alturas.

Nivelación geométrica simple:

Esto ocurre cuando el área que se está estudiando está dentro del alcance del instrumento, y solo se necesita ubicarlo en una posición para realizar las mediciones.

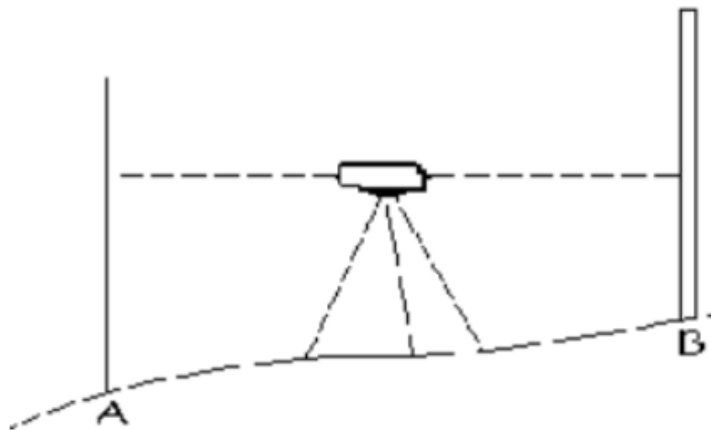


Imagen 1: Croquis desnivel AB

El desnivel será: $\Delta H = lA - lB$

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: $\Delta h = Q_B - Q_A$

Error de colimación:

En caso de que no se cumpla la condición de perpendicularidad del eje de colimación respecto al eje secundario, al girar el anteojo alrededor de éste, aquél describirá un cono de revolución de eje horizontal (eje secundario) en lugar de un plano vertical.

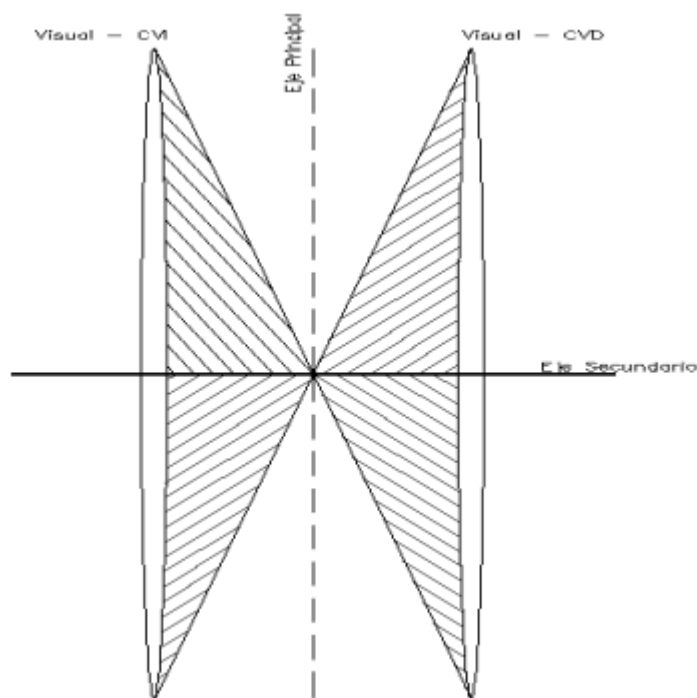


Imagen 2: Descripción gráfica del error de colimación

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, que como ya veremos, anula los errores sistemáticos propios de un nivel, sirve igualmente para eliminar los de esfericidad (suponiendo la tierra esférica) y refracción, ya que serán iguales en los dos extremos y suponiendo se obtuviese el desnivel por diferencia de lecturas de mira con una visual horizontal, no variará aquélla al aumentar el minuendo y sustrayendo la misma cantidad.

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, siempre leeríamos con error sobre ambas miras sin saber si los incrementos son iguales. Esto puede incidir en el desnivel total como error accidental.

Norma ISO 17123-2:2001:

La norma ISO 17123-2:2001 establece dos procedimientos (procedimiento simplificado y completo).

Procedimiento completo:

Este procedimiento se adopta para determinar la mejor medida de precisión alcanzable de un nivel particular y su equipo auxiliar en condiciones de campo y requiere la adopción de longitudes de visión iguales (variación máxima $\pm 10\%$) Normalmente está destinado a pruebas de campo de niveles que se utilizarán para nivelación más precisa, aplicaciones lineales y otros estudios mayores, por ejemplo, en ingeniería civil.

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, lectura atrás, lectura intermedia, lectura adelante, cotas y observaciones.

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.



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.

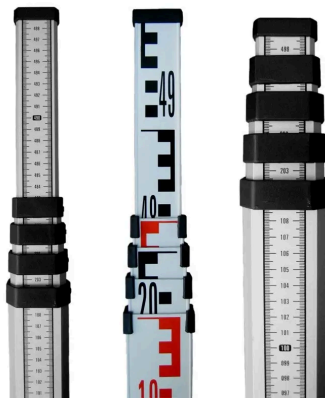


Imagen 5: Mira telescópica topográfica

Niveleta :

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



Imagen 6: Niveleta

Cinta métrica:

La cinta topográfica es un instrumento de medición, es decir es un aparato que se usa para medir una magnitud física. En el caso de la cinta métrica se utiliza para medir longitudes.

Consiste en una cinta flexible graduada y que se puede enrollar, haciendo que el transporte sea más fácil. También con ella se pueden medir líneas y superficies curvas.



Imagen 7: Cinta

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 8: Galápago

METODOLOGÍA

Tarea 1:

Evaluación de existencia de error de eje de colimación:

El método inglés se basa en determinar la existencia o no del error del eje de colimación, siendo su procedimiento el siguiente:

Dado un segmento AB, tal que la distancia entre los puntos permita realizar una nivelación geométrica simple, por lo que debemos estacionar y colocar las miras dentro del alcance del instrumento, para esta tarea nuestro segmento AB es de 40m. Además el nivel debe encontrarse equidistante al segmento AB, esto se realiza para evitar el error de esfericidad y refracción. Luego se realizan las lecturas determinando el desnivel ΔH_{AB} . Dicho desnivel se considerará libre de error del eje de colimación.

Posteriormente, se ubica el nivel en el extremo del segmento, aproximadamente a 1m del punto A, volviendo a determinar el desnivel $\Delta H'AB$.

Si el desnivel es el mismo, el instrumento se encuentra libre de error del eje de colimación. Si el desnivel es distinto de cero, y superior a los errores aleatorios del procedimiento existirá un error de eje de colimación y su error será:

$$\Delta H_{AB} = lA - lB + (dB - dA) * \tan \varepsilon$$

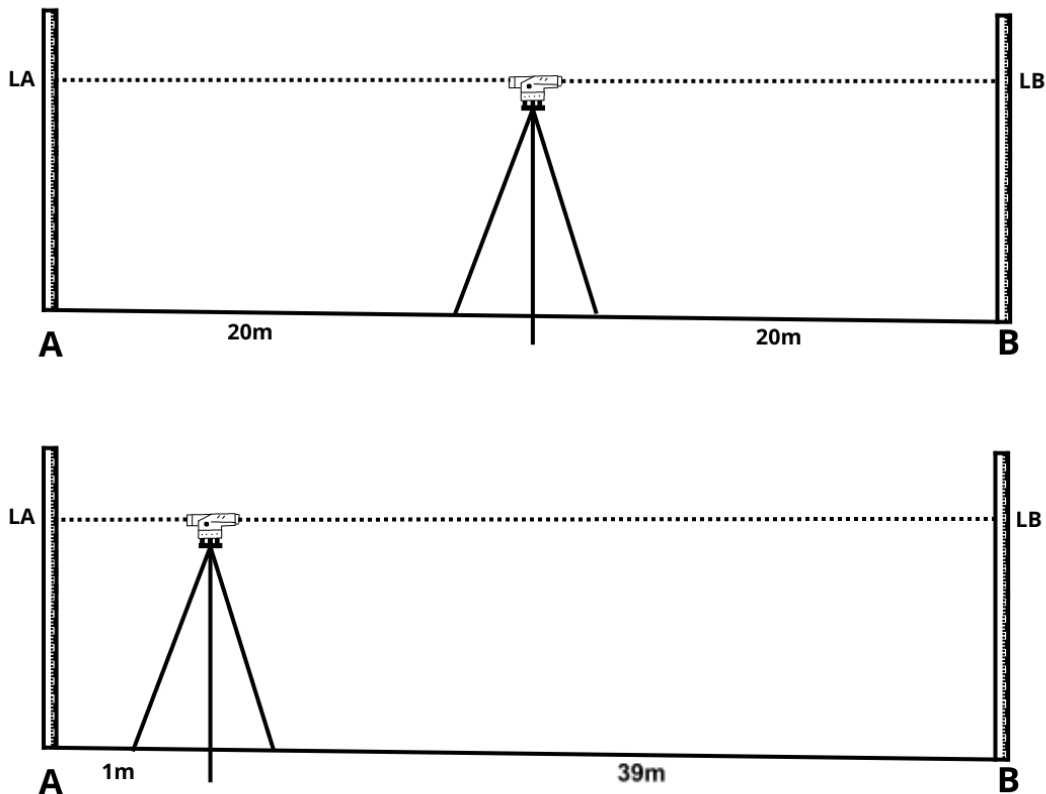


Imagen 9: Croquis relevamiento Tarea 1

Tarea 2:

Evaluación de la precisión del instrumental:

La norma ISO 17123-2:2001 define un método para evaluar la precisión de niveles ópticos y digitales en campo, sin necesidad de equipo auxiliar especial. Este procedimiento está diseñado para minimizar las influencias atmosféricas. La norma recomienda realizar las mediciones en días nublados y con baja velocidad del viento.

La norma establece dos procedimientos, uno simplificado y otro completo. Para esta práctica se realizó el procedimiento completo.

Procedimiento Completo:

Preparación: Seleccionar una zona lo más horizontal posible y determinar dos puntos fijos (A y B) separados entre sí, 60 metros. Asegurarse de que el suelo sea estable y evitar superficies como asfalto o hormigón bajo luz directa.

Relevamiento: Dejar que el instrumental se aclimate a la temperatura ambiente (2 minutos por grado Celsius de diferencia). Luego, realizar 20 mediciones en total, distribuidas en dos series:

- Lectura Atrás (Punto A) – Lectura Adelante (Punto B) con el nivel equidistante a los puntos, realizando 10 mediciones.
- Repetir el proceso, pero invirtiendo las posiciones. Lectura Atrás (Punto B) - Lectura Adelante (Punto A).

Finalmente, se intercambian las miras y se repiten las 20 mediciones. En total se realizan 40 lecturas.

Para cada par de lecturas se vuelve a estacionar, cambiando el plano colimador. De esta forma cada ΔH será independiente.

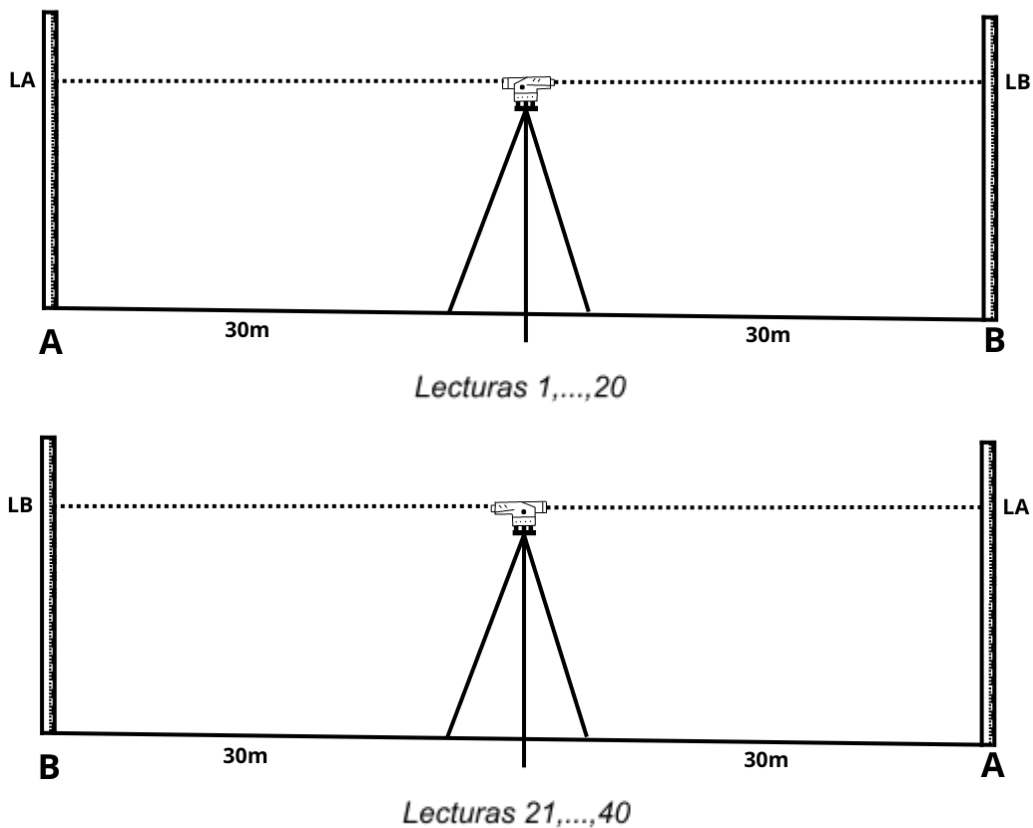


Imagen 10: Croquis relevamiento Tarea 2

CÁLCULOS

Tarea 1:

Para calcular la diferencia de nivel:

$$\Delta H_v = L_A + \varepsilon - (L_B + \varepsilon)$$

$$\Delta H_v = L_A - L_B$$

$$\Delta H_v = L'_A - L'_B + (dB - dA) * \tan \varepsilon$$

$$\varepsilon = \operatorname{atan}\left(\frac{\Delta H_v - (L'_A - L'_B)}{39}\right)$$

Planilla de campo:

| Id | LA | LB | ΔH_v |
|-----------------|-------|-------|--------------|
| 1 | 0.430 | 2.077 | -1.647 |
| 2 | 0.491 | 2.140 | -1.649 |
| 3 | 0.565 | 2.214 | -1.649 |
| 4 | 0.515 | 2.164 | -1.649 |
| PROMEDIO | 0.500 | 2.149 | -1.649 |

Tabla 1: Método Inglés con el nivel equidistante a las dos miras.

| Id | L'A | L'B | $\Delta H''$ | ε (° dec) | g | m | s |
|-----------------|-------|-------|--------------|-----------------------|---|----|--------|
| 1 | 2.921 | 1.286 | 1.635 | -0.084 | 0 | -5 | -2.37 |
| 2 | 2.981 | 1.350 | 1.631 | -0.084 | 0 | -5 | -2.01 |
| 3 | 1.446 | 3.081 | -1.635 | 0.000 | 0 | 0 | -1.24 |
| 4 | 1.226 | 2.860 | -1.634 | 0.000 | 0 | 0 | -1.33 |
| PROMEDIO | 2.144 | 2.144 | -0.001 | -0.042 | 0 | -2 | -31.74 |

Tabla 2: Método Inglés cercano a una de las miras

Tarea 2:

| ISO 17123-2:2001 | LA (m) | LB (m) | ΔH (m) | | r (m) | r2 (m) |
|---------------------|--------|--------|----------------|---------|--------|----------|
| 1 | 0.815 | 2.268 | -1.453 | | 0.001 | 0.000001 |
| 2 | 0.811 | 2.265 | -1.454 | | 0.002 | 0.000004 |
| 3 | 0.814 | 2.267 | -1.453 | | 0.001 | 0.000001 |
| 4 | 0.813 | 2.265 | -1.452 | | 0.000 | 0.000000 |
| 5 | 0.798 | 2.246 | -1.448 | | -0.004 | 0.000016 |
| 6 | 0.795 | 2.246 | -1.451 | | -0.001 | 0.000001 |
| 7 | 0.791 | 2.244 | -1.453 | | 0.001 | 0.000001 |
| 8 | 0.795 | 2.246 | -1.451 | | -0.001 | 0.000001 |
| 9 | 0.793 | 2.245 | -1.452 | | 0.000 | 0.000000 |
| 10 | 0.791 | 2.243 | -1.452 | | 0.000 | 0.000000 |
| 11 | 0.788 | 2.239 | -1.451 | | -0.001 | 0.000001 |
| 12 | 0.790 | 2.243 | -1.453 | | 0.001 | 0.000001 |
| 13 | 0.790 | 2.241 | -1.451 | | -0.001 | 0.000001 |
| 14 | 0.789 | 2.242 | -1.453 | | 0.001 | 0.000001 |
| 15 | 0.790 | 2.243 | -1.453 | | 0.001 | 0.000001 |
| 16 | 0.791 | 2.245 | -1.454 | | 0.002 | 0.000004 |
| 17 | 0.788 | 2.241 | -1.453 | | 0.001 | 0.000001 |
| 18 | 0.789 | 2.242 | -1.453 | | 0.001 | 0.000001 |
| 19 | 0.787 | 2.240 | -1.453 | | 0.001 | 0.000001 |
| 20 | 0.799 | 2.245 | -1.446 | | -0.006 | 0.000035 |
| PROMEDIO | 0.796 | 2.248 | d1 | -1.4520 | | |

Tabla 3.1: Evaluación de la precisión del instrumental. Lecturas 1,...,20

| ISO 17123-2:2001 | LA | LB | ΔH | | r | r ² |
|---------------------|-------|-------|------------|--------|--------|----------------|
| 21 | 0.751 | 2.210 | -1.459 | | 0.007 | 0.000045 |
| 22 | 0.750 | 2.205 | -1.455 | | 0.003 | 0.000007 |
| 24 | 0.785 | 2.230 | -1.445 | | -0.007 | 0.000054 |
| 25 | 0.800 | 2.250 | -1.450 | | -0.002 | 0.000005 |
| 26 | 0.805 | 2.260 | -1.455 | | 0.003 | 0.000007 |
| 27 | 0.820 | 2.275 | -1.455 | | 0.003 | 0.000007 |
| 28 | 0.830 | 2.280 | -1.450 | | -0.002 | 0.000005 |
| 29 | 0.800 | 2.255 | -1.455 | | 0.003 | 0.000007 |
| 30 | 0.720 | 2.175 | -1.455 | | 0.003 | 0.000007 |
| 31 | 0.779 | 2.223 | -1.444 | | -0.008 | 0.000069 |
| 32 | 0.787 | 2.240 | -1.453 | | 0.001 | 0.000000 |
| 33 | 0.794 | 2.245 | -1.451 | | -0.001 | 0.000002 |
| 34 | 0.834 | 2.285 | -1.451 | | -0.001 | 0.000002 |
| 35 | 0.830 | 2.282 | -1.452 | | 0.000 | 0.000000 |
| 36 | 0.770 | 2.230 | -1.460 | | 0.008 | 0.000059 |
| 37 | 0.779 | 2.229 | -1.450 | | -0.002 | 0.000005 |
| 38 | 0.803 | 2.254 | -1.451 | | -0.001 | 0.000002 |
| 39 | 0.812 | 2.264 | -1.452 | | 0.000 | 0.000000 |
| 40 | 0.827 | 2.278 | -1.451 | | -0.001 | 0.000002 |
| PROMEDIO | 0.793 | 2.246 | d2 | -1.452 | | |

Tabla 3.2: Evaluación de la precisión del instrumental. Lecturas 21,...,40

Depuramos la medida 23 ya que cometimos un error grosero, la tabla queda de la siguiente manera:

| ISO 17123-2:2001 | LA (m) | LB (m) | ΔH (m) | | r (m) | r2 (m ²) |
|---------------------|--------|--------|----------------|--------|--------|----------------------|
| 21 | 0.751 | 2.210 | -1.459 | | 0.007 | 0.000045 |
| 22 | 0.750 | 2.205 | -1.455 | | 0.003 | 0.000007 |
| 24 | 0.785 | 2.230 | -1.445 | | -0.007 | 0.000054 |
| 25 | 0.800 | 2.250 | -1.450 | | -0.002 | 0.000005 |
| 26 | 0.805 | 2.260 | -1.455 | | 0.003 | 0.000007 |
| 27 | 0.820 | 2.275 | -1.455 | | 0.003 | 0.000007 |
| 28 | 0.830 | 2.280 | -1.450 | | -0.002 | 0.000005 |
| 29 | 0.800 | 2.255 | -1.455 | | 0.003 | 0.000007 |
| 30 | 0.720 | 2.175 | -1.455 | | 0.003 | 0.000007 |
| 31 | 0.779 | 2.223 | -1.444 | | -0.008 | 0.000069 |
| 32 | 0.787 | 2.240 | -1.453 | | 0.001 | 0.000000 |
| 33 | 0.794 | 2.245 | -1.451 | | -0.001 | 0.000002 |
| 34 | 0.834 | 2.285 | -1.451 | | -0.001 | 0.000002 |
| 35 | 0.830 | 2.282 | -1.452 | | 0.000 | 0.000000 |
| 36 | 0.770 | 2.230 | -1.460 | | 0.008 | 0.000059 |
| 37 | 0.779 | 2.229 | -1.450 | | -0.002 | 0.000005 |
| 38 | 0.803 | 2.254 | -1.451 | | -0.001 | 0.000002 |
| 39 | 0.812 | 2.264 | -1.452 | | 0.000 | 0.000000 |
| 40 | 0.827 | 2.278 | -1.451 | | -0.001 | 0.000002 |
| PROMEDIO | 0.793 | 2.246 | d2 | -1.452 | | |

Tabla 3.3: Evaluación de la precisión del instrumental. Lecturas 21,...,40, con la lectura 23 depurada.

$$\Delta h_j = LA_j - LB_j; j = 1, \dots, 40$$

$\overline{d}_1 = \frac{\sum_{i=1}^{20} d_j}{20}$ donde \overline{d}_1 es la media aritmética de los ΔH_{AB} para la primera serie de medidas.

$\overline{d}_2 = \frac{\sum_{i=21}^{40} d_j}{20}$ donde \overline{d}_2 es la media aritmética de los ΔH_{AB} para la segunda serie de medidas.

$$\overline{d}_1 = \frac{\sum_{i=1}^{20} d_j}{20} = \frac{-29.039}{20} = -1.452m$$

$$\overline{d}_2 = \frac{\sum_{i=21}^{40} d_j}{19} = \frac{-27.594}{19} = -1.452m \text{ (sobre 19 porque se depuró un valor)}$$

Los residuales van a ser:

$$r_j = \overline{d}_1 - d_j \text{ para } j = 1, \dots, 20$$

$$r_j = \overline{d}_2 - d_j \text{ para } j = 21, \dots, 40$$

Luego se hace la sumatoria de los residuales al cuadrado:

$$\sum_{j=1}^{40} r_j^2 = 0.000073 + 0.000286 = 0.000359m^2$$

$$v = 38 - 1 = 37$$

Entonces la desviación estándar experimental será:

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^{40} r_j^2}{v}} = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^{40} r_j^2}{37}} = \frac{0.000359}{37} = 0.0031m$$

$$s_{ISO-LEV} = \frac{s}{\sqrt{2}} * \sqrt{\frac{1000m}{60m}} = s * 2.89 = 0.0031 * 2.89 = 0.009m \approx 9mm$$

(desviación estándar por kilómetro en nivelaciones de doble recorrido).

CONCLUSIONES

El error de colimación que se obtuvo en la tarea 1 es de $-1' 15.87''$, esto significa que el eje de colimación no se encuentra normal al eje secundario. Un valor negativo sugiere que el error provoca que al tomar las lecturas obtendremos una lectura ligeramente menor a la lectura correcta.

Aunque el error sea pequeño, termina siendo significativo a la hora de realizar un arrastre de cota por ejemplo, ya que cualquier desviación en la colimación puede generar errores acumulativos en las lecturas. En particular, un error de esta magnitud puede ser aceptable para algunas tareas topográficas que no demanden alta exactitud, pero en trabajos de precisión, sería necesario corregirlo.

El procedimiento realizado para evaluar la precisión del nivel óptico fue el procedimiento completo definido en la norma ISO 17123-2:2001. Al realizar mediciones en condiciones controladas, con un método que minimiza las influencias atmosféricas, la desviación estándar obtenida de 3 mm que se obtuvo se encuentra dentro de un rango aceptable para trabajos de precisión en topografía.

Este valor de desviación estándar indica que las mediciones presentaron una dispersión baja con respecto a la media de las observaciones, lo que refuerza la precisión y exactitud del instrumento. Por lo tanto, el nivel óptico utilizado puede considerarse adecuado para tareas donde se requiere mayor precisión.

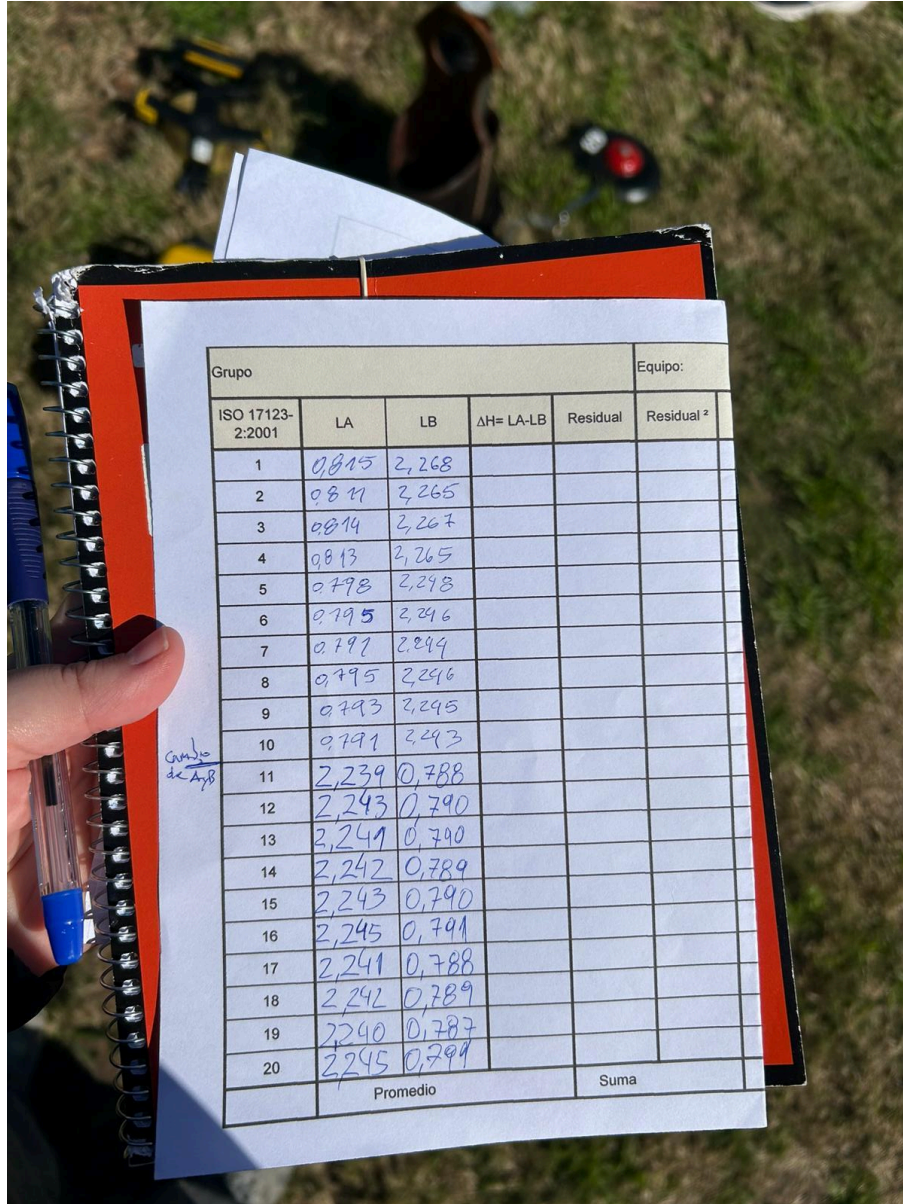
BIBLIOGRAFÍA

- *Material de estudio. Curso de Topografía Planimétrica. (Tema 12)*
- *Material de estudio. Curso de Topografía Planimetría. (Tema 8)*
- *Generalidades. Curso de Topografía Altimétrica (Tema 1)*
- *Definiciones Básicas. Curso de Topografía Altimétrica (Tema 2)*
- *<https://cientecinstrumentos.cl/como-usar-un-nivel-topografico/>*
- *<https://villner.cl/mira-topografica-como-se-usa/>*
- *[https://www.studocu.com/es-mx/document/universidad-autonoma-agraria-antonio-narro/topografia/cinta-metrica-para-que-sirve/44809272](https://www.studocu.com/es-mx/document/universidad-autonoma-agraria-antONIO-NARRO/topografia/cinta-metrica-para-que-sirve/44809272)*

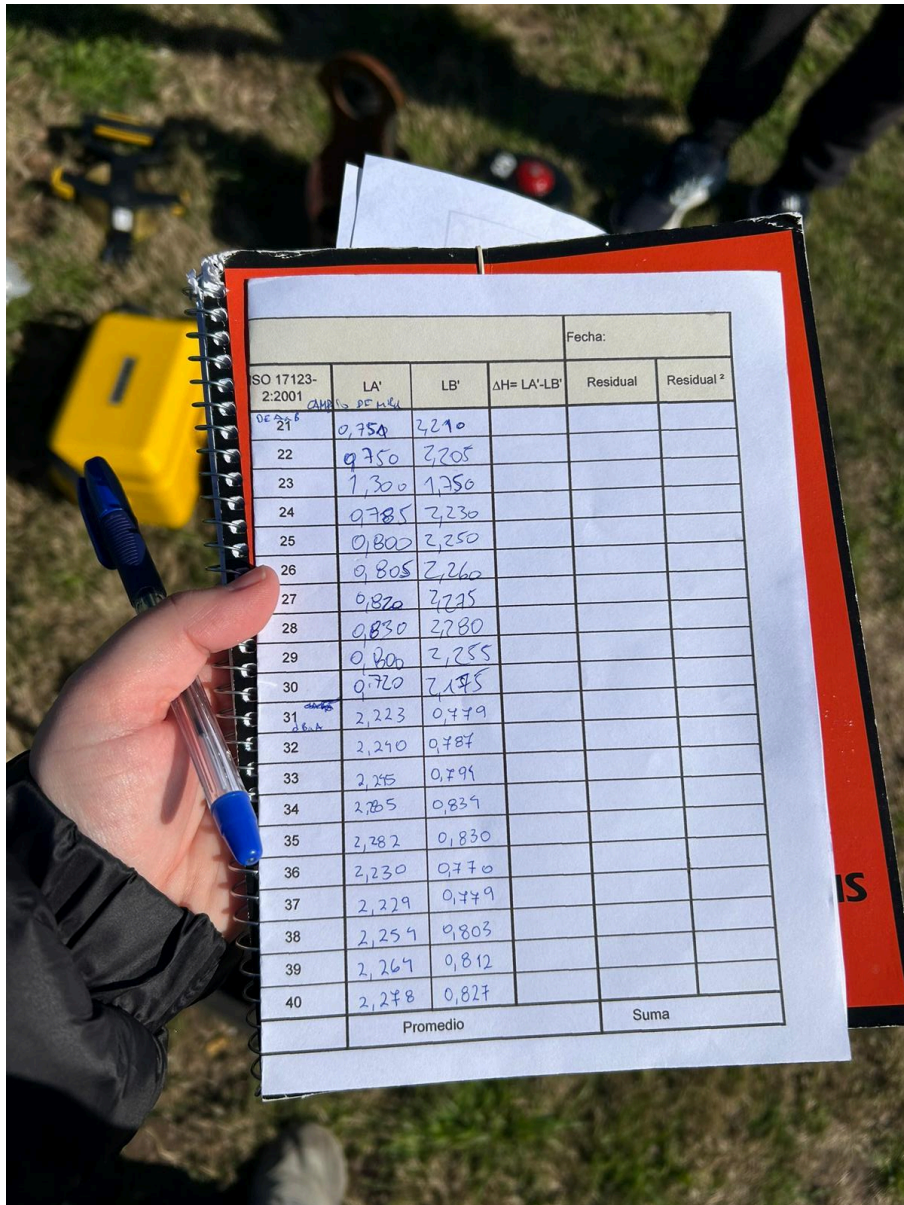
ANEXO

| Grupo | | | | Equipo: | | | | Fecha: 24/8 |
|---------------|------------------|-------|----------------------|------------------|-------|----------------------------------|------------------------------------|-------------|
| Método Inglés | LA | LB | $\Delta H_v = LA-LB$ | LA' | LB' | $\Delta H_v = LA'-LB'+2\epsilon$ | $\epsilon = (\Delta H_v = LA'-LB)$ | |
| 1 | 0,930 | 2,077 | | 2,927 | 1,286 | | | |
| 2 | 0,491 | 2,440 | | 2,981 | 1,350 | | | |
| 3 | 0,565 | 2,219 | | 1,996 | 3,081 | | | |
| 4 | 0,515 | 2,164 | | 1,226 | 2,860 | | | |
| 5 | 0,226 | | | | | | | |
| 6 | | | | | | | | |
| 7 | | | | | | | | |
| 8 | | | | | | | | |
| 9 | | | | | | | | |
| 10 | | | | | | | | |
| 11 | | | | | | | | |
| 12 | | | | | | | | |
| 13 | | | | | | | | |
| 14 | | | | | | | | |
| 15 | | | | | | | | |
| 16 | | | | | | | | |
| 17 | | | | | | | | |
| 18 | | | | | | | | |
| 19 | | | | | | | | |
| 20 | | | | | | | | |

Anexo 1: Planilla de campo para la Tarea 1 (Método Inglés).



Anexo 2.1 Plantilla de campo para la Tarea dos (Norma ISO 17.123).



Anexo 2.2: Planilla de campo para la Tarea dos (Norma ISO 17.123).