

Informe: Practica de Campo 2

Tema: *Medición indirecta de distancias*

Alumnos:

Agustin Cortondo - 4.966.059-0

Lucia Lemos - 5.439.473-0

Valentín Alderete - 5.099.526-5

15/04/2024

—

Topografía Planimetrica

—

Prof. Ing. Martin Wainstein

Prof. Ing. Magali martinez

Índice de contenido

Objetivos	4
Marco Teórico	4
Alineaciones topográficas	4
Punto topográfico	4
Medición Indirecta	4
Nivel óptico	4
Miras de nivelación	4
Retículo estadimétrico	5
Medición de distancia por estadimetría	6
Medición de distancia con estadimetro	6
Incertidumbres y condición del equipo	6
Teorema del Coseno	7
Croquis de relevamiento	8
Planilla de campo	10
Metodología e Instrumental	10
Instrumental:	10
Metodología:	11
Análisis	12
Comparación contra medidas con cinta	13
Conclusiones	14
Referencias	14
Anexo	15

Índice de tablas

Tabla 1. Planilla de campo, para las medidas	10
Tabla 2. Imágenes ejemplo del instrumental usado.	10
Tabla 3. Distancias obtenidas del nivel pos cálculo.	12
Tabla 4. Comparativa de distancias, nivel vs cinta.	13
Tabla 5. Cálculos y verificaciones.	16

Índice de tablas e imágenes

Ilustración 1. Componentes principales de un nivel óptico.	4
Ilustración 2. Nivel óptico en campo, mira nivelada verticalmente e imagen del nivel con el retículo.	5
Ilustración 3. Retículo estadimétrico.	5
Ilustración 4. Esquema de medición con nivel.	6
Ilustración 5. Croquis de apoyo para fórmula de cálculo de ángulos.	7
Ilustración 6. Croquis General para toda la práctica.	8
Ilustración 7. Croquis en AutoCAD del ala sur de la facultad. Apoyo para la parte 2.	8
Ilustración 8. Zoom detalle 1.	9
Ilustración 9. Zoom detalle 2.	9
Ilustración 10. Zoom detalle 3.	9
Ilustración 11. Registro de medidas de campo, parte 1.	15
Ilustración 12. Registro de medidas de campo, parte 2.	15

Objetivos

- Poner en práctica conceptos aprendidos en clase acerca de medida de distancias.
- Realizar distintas tareas de medición que involucren la manipulación de instrumental.
- Dejar base de medidas para futuras comparaciones, a realizar con diferentes instrumentales.

Marco Teórico

Alineaciones topográficas

Se llama línea topográfica o alineación, a la línea que pasa por dos o más puntos topográficos determinando un plano vertical. Esta línea puede ser recta, curva o quebrada.

La proyección sobre un plano horizontal de dicha curva se define como alineación horizontal.

Punto topográfico

Se trata de la representación de un punto, ya sea en la superficie terrestre o en cualquier otro lugar, sobre un plano que se encuentra en posición horizontal.

Medición Indirecta

La medición indirecta implica que a partir de observaciones medidas de forma precisa de distancias, ángulos o alturas entre puntos visibles en el terreno, utilizar luego métodos de cálculo matemáticos como trigonometría por ejemplo, para llegar a las magnitudes que queremos obtener. Este método resulta de suma utilidad en situaciones donde la accesibilidad a los puntos es muy difícil o nula y permite combinar las observaciones de distintas magnitudes para obtener un resultado final.

Nivel óptico

Un nivel de anteojo, nivel óptico o equaltímetro es un instrumento topográfico que permite determinar el desnivel entre dos puntos mediante visuales horizontales dirigidas a miras verticales. En su forma más elemental, está constituido por un nivel tubular adosado a un anteojo astronómico, de forma tal que el eje de colimación de éste, sea paralelo al eje del nivel tubular. Este instrumento va montado sobre un trípode mediante un tornillo ad-hoc y gira alrededor de un eje de rotación.

Los niveles de anteojo o equaltímetros difieren entre sí de acuerdo a su precisión, antigüedad y fabricante.

En la Ilustración 1 pueden apreciarse los componentes principales de un nivel del tipo automático.



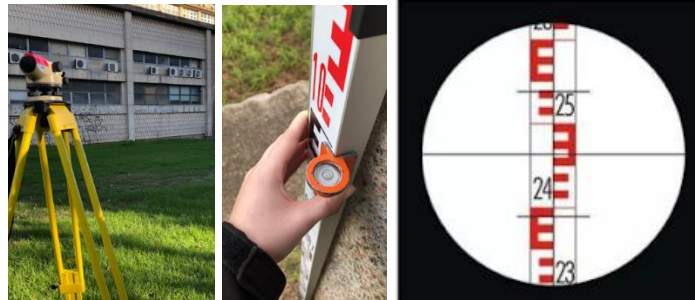
Ilustración 1. Componentes principales de un nivel óptico.

Miras de nivelación

Las miras son parte esencial del equipo de nivelación. Son reglas cuya longitud puede variar entre los 3 y 6 metros. Un requisito indispensable en su construcción es la homogeneidad en la graduación de su escala y la inalterabilidad de su longitud con las variaciones de la temperatura. Su

graduación puede ser directa o invertida de acuerdo al tipo de anteojo que posea el nivel con el que se trabaja.

El nivel de anteojo, cualquiera sea su tipo, es un instrumento capaz de dirigir visuales horizontales a miras de nivelación colocadas de forma vertical sobre los puntos a nivelar.

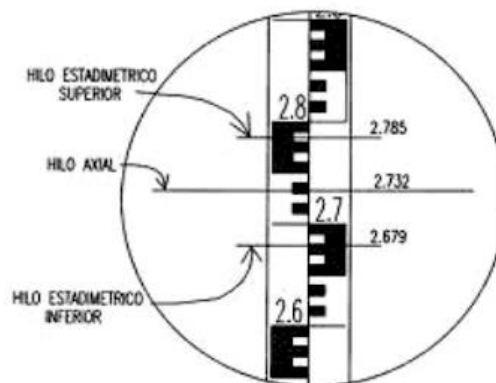


Cuando, con el anteojo del nivel se apunta a una mira y se realiza el enfoque, se genera una imagen de esta aumentada y superpuesta con la imagen del retículo. En esa superposición de imágenes, la posición del hilo horizontal sobre la escala de la mira permite realizar la lectura del hilo medio. Los antejos llamados estadimétricos poseen un retículo con otros dos hilos horizontales, simétricamente ubicados por encima y por debajo del hilo medio, los cuales permiten las lecturas de hilo superior e hilo inferior, se debe evitar el error de paralaje realizando el enfoque cuidadosamente.

La lectura del hilo medio es la medición de una altura, y tiene correspondencia con la distancia vertical entre la visual horizontal dada por el nivel y el punto del terreno donde se apoya la mira.

Retículo estadimétrico

El retículo presenta un hilo superior y otro inferior, como se puede observar en la Ilustración 3, colocados simétricamente respecto al hilo medio.



Los hilos superior e inferior tienen como principal función la medición indirecta de distancias. Pero también cumplen un rol fundamental en el control de las lecturas del hilo medio. Hay muchos casos en que solo se necesitan las lecturas del hilo medio, no obstante siempre deben leerse a cada mira los tres hilos, ya que la lectura de los hilos superior e inferior se utiliza para control del hilo medio:

$$\text{hilo medio} = \frac{\text{hilo sup.} + \text{hilo inf.}}{2}$$

La lectura de hilo medio debe ser igual al promedio de los hilos superior e inferior, admitiendo como máxima una diferencia de 1 mm. El promedio se utiliza solo como control, el valor correspondiente al hilo medio es el de la lectura realizada.

Medición de distancia por estadimetría

Es un procedimiento que se utiliza para determinar la distancia entre dos puntos de forma indirecta, es un método rápido y que no requiere recorrer la distancia sobre el terreno. La precisión con la que se determina la distancia es del orden del decímetro ($\pm 0,1$ m).

Se procede de la siguiente manera:

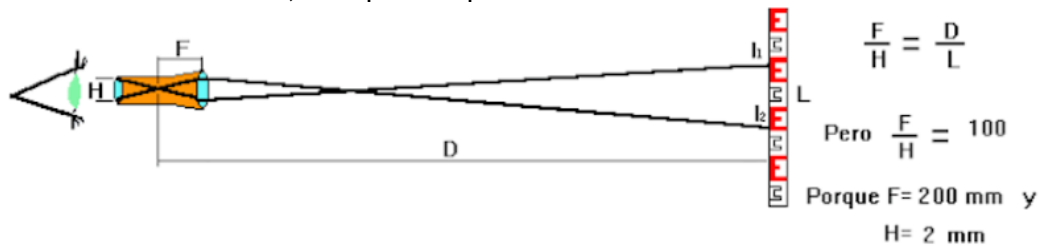
- Se toman las lecturas de los tres hilos y se realiza el control de lectura, verificando la igualdad del hilo medio con el promedio de los otros dos hilos. Se verifica de este modo que no hay errores de lectura.

- Se calcula la diferencia entre las lecturas del hilo superior y del hilo inferior del retículo del anteojo. Luego, la diferencia entre ellos multiplicada por una constante K del instrumento da como resultado la distancia entre el instrumento y la mira. Esta constante multiplicativa puede variar según el modelo de nivel, pero en general su valor es de 100, en algunos pocos casos se utilizaron valores de 50 o 200. En los niveles más antiguos debe tenerse en cuenta además una constante aditiva C, en los aparatos modernos éste valor es cero. Los valores de la constante multiplicativa K y de la constante aditiva C dependen de la construcción del anteojo del nivel.

Medición de distancia con estadimetro

El método estadimétrico es sumamente simple y muy usado, antes de la aparición de los medios electrónicos como las estaciones totales, electrodistanciómetros y el GPS, si bien su precisión no cubre todos los requerimientos para algunos levantamientos más específicos, igualmente se usa en trabajos topográficos, donde se lo utiliza con toda confianza para efectuar por ejemplo relevamientos de un lote o una superficie que debe representarse en un plano, o para medir distancia en lugares donde obstáculos hacen imposible la utilización de una cinta.

Se basa en la relación de igualdad existente entre el foco del sistema óptico del aparato utilizado (nivel) (F) y la distancia entre los hilos estadimétricos del retículo (H); por un lado y la distancia entre el centro del sistema óptico con la mira (D) y el trozo de mira comprendido entre las lecturas de los hilos superior e inferior (L). En definitiva la distancia obtenida es igual a la lectura mayor, menos la lectura menor, multiplicado por cien.



Si $\frac{F}{H} = 100$ siempre porque así, se los construye, entonces $\frac{F}{H} = 100 = K$
 donde K se convierte en la Constante Estadimétrica

Por lo tanto queda $K = \frac{D}{L}$ o también $D = L \cdot K$ Y si $L = h_1 - h_2$ Nos queda finalmente

$$D = [h_1 - h_2] K$$

Ilustración 4. Esquema de medición con nivel.

Incertidumbres y condición del equipo

Como cualquier instrumento de medición, los niveles automáticos tienen sus propias incertidumbres que pueden afectar la precisión de las mediciones.

La incertidumbre de un nivel depende del tipo de nivelación para el que se lo utilice. Lo normal es un nivel de entre 20 y 25 aumentos y miras centimetradas o de doble milímetro. Con este

nivel y la metodología apropiada se pueden hacer nivelaciones con un error de aproximadamente 1.5 cm por kilómetro de nivelada.

A continuación, se describen las principales fuentes de incertidumbre en un nivel automático:

1. Errores Instrumentales:

- Calibración del Compensador: el compensador automático puede estar desajustado, lo que provoca errores sistemáticos en las mediciones.
- Desgaste y Desajustes Mecánicos: componentes internos del nivel pueden desgastarse o desajustarse con el tiempo, afectando la precisión.
- Calidad Óptica: imperfecciones en las lentes y en la calidad de los componentes ópticos pueden introducir errores en la lectura.

2. Errores Humanos:

- Nivelación Inicial: aunque el nivel automático compensa pequeñas desviaciones, una nivelación inicial incorrecta puede introducir errores.
- Lectura de la Mira: errores en la interpretación de las divisiones en la mira por parte del operador.
- Posicionamiento y Estabilidad del Trípode: un trípode mal colocado o inestable puede causar desplazamientos del instrumento durante la medición.

3. Errores Ambientales:

- Refracción Atmosférica: las variaciones en la densidad del aire pueden desviar el rayo de luz, especialmente en distancias largas.
- Condiciones Climáticas: cambios bruscos en la temperatura, humedad y presión pueden afectar la precisión del compensador automático.
- Vibraciones y Movimientos del Terreno: factores externos como el tráfico o maquinaria cercana pueden causar vibraciones que afectan la estabilidad del instrumento.

Teorema del Coseno

Sea un triángulo cualquiera con lados a , b y c y con ángulos interiores α , β y γ , siendo estos los ángulos opuestos a los lados. Se puede tomar este método como una generalización de Pitágoras porque si uno de los ángulos es recto, el triángulo es rectángulo, siendo la hipotenusa el lado opuesto a dicho ángulo. Se cumplen las siguientes relaciones:

$$a^2 = b^2 + c^2 - 2 \cdot b \cdot c \cdot \cos(\alpha)$$

$$b^2 = a^2 + c^2 - 2 \cdot a \cdot c \cdot \cos(\beta)$$

$$c^2 = a^2 + b^2 - 2 \cdot a \cdot b \cdot \cos(\gamma)$$

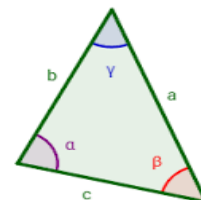


Ilustración 5. Croquis de apoyo para fórmula de cálculo de ángulos.

Croquis de relevamiento



Ilustración 6. Croquis General para toda la práctica.

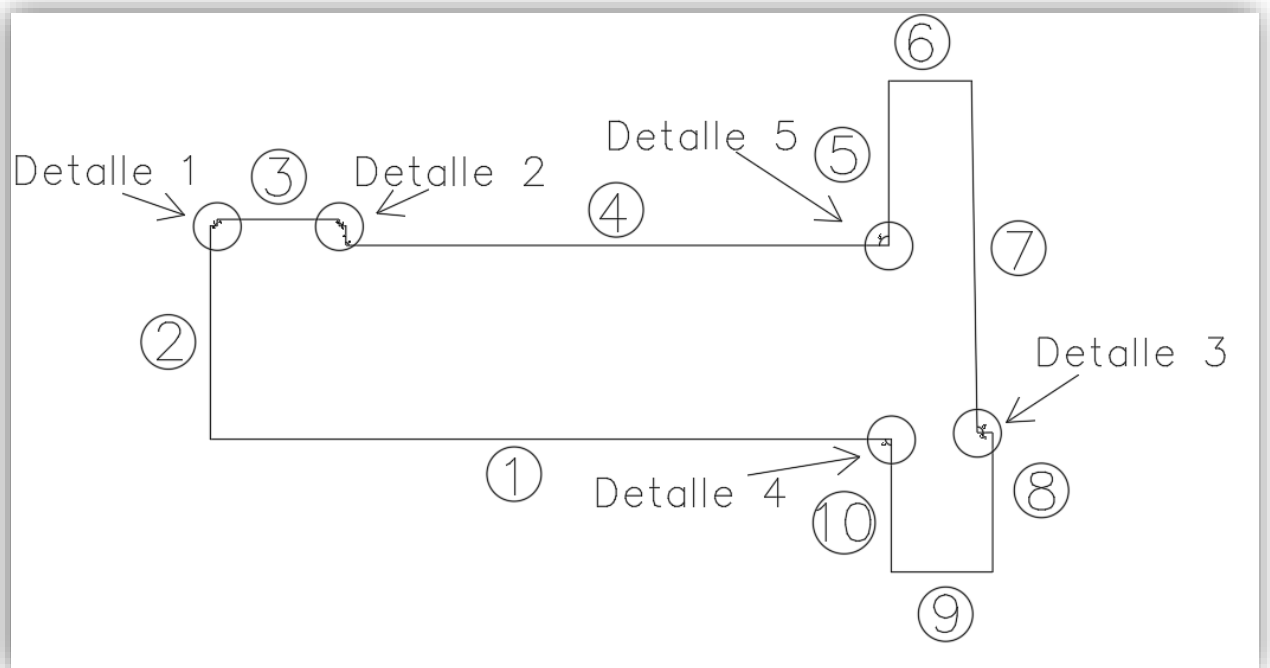


Ilustración 7. Croquis en AutoCAD del ala sur de la facultad. Apoyo para la parte 2.

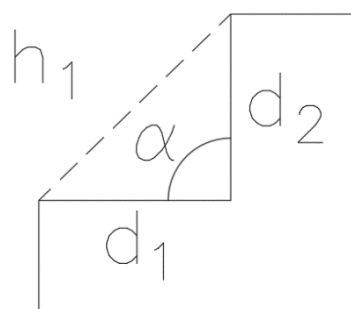


Ilustración 8. Zoom detalle 1.

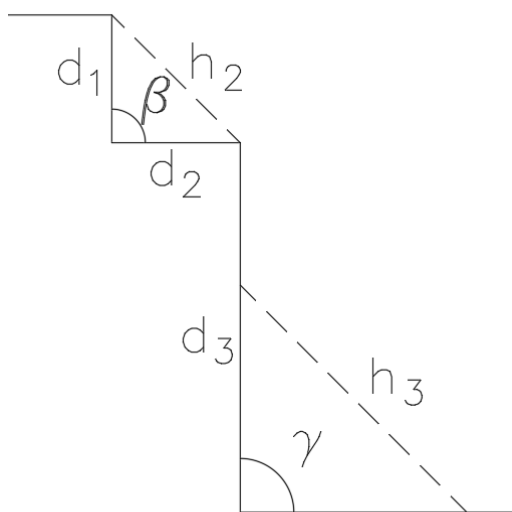


Ilustración 9. Zoom detalle 2.

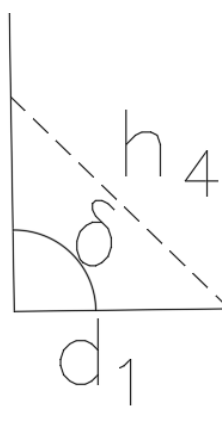


Ilustración 10. Zoom detalle 3.

Planilla de campo

Medida 1			Medida 2			Angulo(°)	Id. ref
Hilo superior	Hilo inferior	Hilo central	Hilo superior	Hilo inferior	Hilo central		
2,543	2,319	2,430	1,170	0,869	1,020	120,2	Línea Roja (Av. Julio María Sosa)
3,431	3,080	3,255	2,440	2,005	2,222	10,1	9
3,431	3,080	3,255	3,272	2,808	3,041	10,2	10
3,440	2,810	3,127	3,272	2,808	3,041	80,2	1
0,365	0,058	0,210	1,425	1,319	1,372	30,6	2
1,442	1,330	1,386	1,425	1,319	1,372	2,0	Detalle 1 - d1
1,442	1,330	1,386	1,405	1,298	1,352	3,0	Detalle 1 - d2
1,475	1,243	1,359	1,405	1,298	1,352	18,0	3
1,562	1,350	1,455	1,495	1,275	1,385	2,0	Detalle 2 - d1
1,465	1,255	1,360	1,495	1,275	1,385	2,0	Detalle 2 - d2
1,465	1,255	1,360	1,778	1,558	1,668	5,0	Detalle 2 - d3
1,816	1,400	1,608	1,778	1,558	1,668	130,0	4
1,645	1,400	1,522	1,388	1,260	1,323	43,5	5
1,423	1,208	1,315	1,388	1,260	1,323	6,5	6'
0,682	0,363	0,522	1,082	0,885	0,984	19,6	8
1,128	0,915	1,021	1,082	0,885	0,984	4,2	Detalle 3
1,128	0,915	1,021	2,590	2,309	2,449	96,1	7'
1,518	1,370	1,445	1,488	1,340	1,415	4,5	Compensacion 7'

Tabla 1. Planilla de campo, para las medidas.

Metodología e Instrumental

Instrumental:

- Nivel Kolida (a)
- Mira centimetrada de aluminio (b)
- Trípode de madera (c)
- Niveletas (d)
- Lápiz y papel

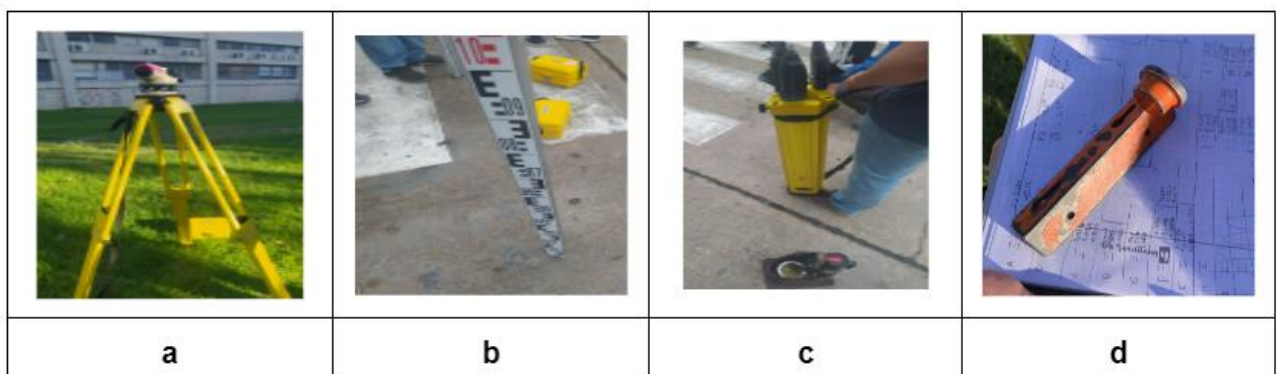


Tabla 2. Imágenes ejemplo del instrumental usado.

Metodología:

Parte 1:

Distancia Topográfica entre un pilar de ladrillo que se encuentra detrás del ala sur de la Facultad y el cartel “Punto de encuentro”¹.

1. Se colocaron una mira en cada punto de interés.
2. Se estacionó el nivel en un lugar accesible para realizar ambas medidas sin desplazarse. (Se buscó estar en una superficie que al estacionar el nivel este pudiese enterrar los “pies” (punta de acero) , y que estuviera aproximadamente al medio entre los dos puntos de interés con el fin de minimizar el error)
3. Se procedió a tomar la medida del hilo superior, inferior y central de uno de los puntos
4. Se verificó que el promedio de medida abajo y arriba no distará más de 1 mm de la distancia al centro, en caso de no cumplirse dicha condición se repite la medida.
5. Paso siguiente se llevó a cero el ángulo en el círculo graduado para al girar el nivel para realizar la siguiente medida ya poder tomar el ángulo también.
6. Girar el nivel y realizar la siguiente medida de punto de interés de la misma manera en el paso 3 y 4.
7. La obtención de las distancias entre los puntos se realizan en las cuentas a posteriori.

Parte 2:

Relevamiento del perímetro del edificio del ala sur de la facultad de ingeniería.

1. Se medirán por tramos los lados del edificio; los tramos se realizarán en función de la facilidad/disponibilidad de lugar para estacionar el nivel y la geometría del edificio.
2. Por otro lado se tomarán las medidas necesarias para luego en el pos-tratamiento extraer los valores de las distancias de la poligonal que conforma la geometría del edificio.
3. El proceso de la realización de la toma de medidas es el mismo que para la parte 1. Con la siguiente salvedades:
 - a. Se mide un punto, y se lleva a cero el ángulo.
 - b. Se gira el nivel al siguiente punto, y se toma la medida en la mira y del ángulo.
 - c. Se vuelve a llevar a cero el ángulo y se para al siguiente punto (tomando la misma medida en este punto intermedio para la distancia al punto anterior y para el punto siguiente) (Siempre y cuando la geometría lo permitiese).
 - d. Caso no poder realizar el paso c, se debe de re-estacionar el nivel en un nuevo lugar y empezar de nuevo desde en paso a.

¹ Nota: Este no era previamente el punto de final de medida, pero al momento de la medición, el docente informó de un cambio y la medida se realizó hasta el cartel que se encuentra allí. Esto para evitar el estar expuestos al tránsito en la entrada de vehículos.

Análisis

Parte 1

Como se vio anteriormente se calculará la distancia entre la estación y cada uno de los extremos de la distancia a medir con la siguiente fórmula.

$$Distancia_{(nivel-Punto)} = (hilo\ sup. - hilo\ inf.) * 100$$

Posteriormente se procede con el cálculo de la distancia entre los puntos medidos aplicando el teorema de coseno, despejando el lado faltante del triángulo formado por la estación y los puntos a medir. Esto se resume en la fórmula siguiente.

$$Distancia_{(Punto.1-Punto.2)} = \sqrt{(Distancia_{(nivel-Punto.1)})^2 + Distancia_{(nivel-Punto.2)}^2 - 2 * Distancia_{(nivel-Punto.1)} * Distancia_{(nivel-Punto.2)} * \cos(\text{angulo}_{1-2})}$$

Aplicando estas operaciones tenemos que las distancias entre los puntos y la estación fueron: 22,40 m y 30,10 m, dando como resultado final que la distancia que se buscaba medir fue de 45,57 m. Para ver las verificaciones en la sección de anexo se encuentra la Tabla 5 que contiene todo el proceso de cuentas incluida la verificación de medidas a través del promedio de la medida de los hilos en comparación al valor relevado para el hilo central, en ambas medidas.

Parte 2

Como se busca estacionar en lugares desde los cuales se pudieran tomar varias medidas sin tener que desplazarse con el nivel, varios puntos fueron medidos una única vez y usados para más de un cálculo de distancia. Fuera de eso el proceso de cálculos fue el mismo realizado para la parte 1, por lo cual dado la cantidad de veces que se realizó no se detalla en esta sección, para ver los resultados intermedios dirigirse a la Tabla 5 ubicada en el anexo.

Los resultados de las distancias fueron los siguientes:

Id. ref	Distancia con nivel
Linea Roja (Av. Julio María Sosa)	45,674
9	10,857
10	13,385
1	71,602
2	22,241
Detalle 1 - d1	0,710
Detalle 1 - d2	0,761
3	13,437
Detalle 2 - d1	1,099
Detalle 2 - d2	1,250
Detalle 2 - d3	2,125
4	58,233
5	17,582
6'	8,901
8	14,888
Detalle 3	2,194
7'	37,020
Compensación 7'	1,162
TOTAL Perimetro	277,449

Tabla 3. Distancias obtenidas del nivel pos cálculo.

Cálculo del perímetro

Una vez determinadas todas las distancias se puede obtener el perímetro del ala sur de la Facultad de Ingeniería sumando todas las distancias.

$$\sum \text{lados} = \text{Perímetro}$$

El resultado de esta operación fue de 277,45 m.

Comparación contra medidas con cinta

Para tener una idea de la fidelidad de los resultados obtenidos, en comparación con la medida real se decidió comparar estos valores contra los valores que se obtuvieron en una instancia anterior en la cual las medidas se realizaron con cinta. Esto con el fin de tener una idea de en qué ocasiones puede ser conveniente usar uno u otro método de medida.

Id. ref	Distancia con nivel	Ref. medida con cinta	(Nivel-Cinta)
Linea Roja (Av. Julio Maria Sosa)	45,674	45,750	-0,076
9	10,857	10,835	0,022
10	13,385	14,180	-0,795
1	71,602	72,492	-0,890
2	22,241	22,778	-0,537
Detalle 1 - d1	0,710	0,724	-0,014
Detalle 1 - d2	0,761	0,706	0,055
3	13,437	13,046	0,391
Detalle 2 - d1	1,099	0,714	0,385
Detalle 2 - d2	1,250	0,728	0,522
Detalle 2 - d3	2,125	2,065	0,060
4	58,233	58,026	0,207
5	17,582	17,566	0,016
6'	8,901	8,850	0,051
8	14,888	14,900	-0,012
Detalle 3	2,194	1,850	0,544
7'	37,020	37,572	-0,552
Compensacion 7'	1,162		
TOTAL Perímetro	277,449	276,832	

Tabla 4. Comparativa de distancias, nivel vs cinta.

Como se puede apreciar la diferencia entre las medidas por uno y otro método varían entre valores positivos y negativos. A simple vista no hay un patrón específico que sea apreciable, que explique este comportamiento, pero, podemos estudiar apreciar que en distancias largas el nivel suele dar valores más pequeños que la cinta esto puede deberse a que la cinta en tramos largos le afecta de manera más significativa el efecto catenaria llevando la medida a un valor más alto. Por otro lado para distancias cortas del entorno del metro de distancia entre los puntos se obtuvieron valores que en momentos llegaron a casi el doble de la medida real, este factor a nuestro entender se puede deber a la medida del ángulo, pues para medias chicas el efecto de la precisión del ángulo es mayor.

Dicho todo lo anterior a primera vista se puede preferir el uso del nivel sobre la cinta para distancias, con la salvedad de realizar siempre la verificación rápida de si la medida está siendo bien tomada, pues una pequeña variación en esta conlleva un gran cambio en la medida final.

Mientras que para distancias cortas el uso de una cinta podría ser más útil.

Eso sin hablar del factor tiempo al tomar dichas medidas, este factor apoya lo concluido en estos últimos párrafos. Lleva más tiempo tomar una distancia corta con el nivel que con la cinta y viceversa para distancias largas (no se toma en cuenta el factor irregularidad del terreno ni el tener que sortear objetos que actúan como obstáculos).

Conclusiones

El presente informe detalla el proceso y resultados obtenidos al aplicar técnicas de medición topográfica mediante el uso de un nivel óptico. Se lograron poner en práctica conceptos fundamentales aprendidos en clase, tales como la medición indirecta y la alineación topográfica, además de la realización de diversas tareas de medición que involucran la manipulación de instrumental específico como el nivel Kolidá, miras centimetradas, trípodes y niveletas. También, se establecieron bases de medidas que servirán para futuras comparaciones con diferente instrumental.

En la Parte 1, se calculó la distancia entre dos puntos de interés, resultando en una medición precisa de 45,57 m, utilizando métodos trigonométricos y el teorema del coseno. La verificación y control de las lecturas de los hilos superior, medio e inferior del retículo del nivel garantiza la exactitud de las mediciones.

La Parte 2 abarcó el relevamiento del perímetro del ala sur de la Facultad de Ingeniería. Donde se utilizaron los mismos principios y técnicas que en la Parte 1, logrando determinar un perímetro total de 277,45 m. La comparación de estos resultados con medidas obtenidas previamente mediante cinta permitió evaluar la fidelidad de ambos métodos. Se observó que el nivel óptico es preferible para distancias largas debido a la menor influencia de la catenaria en comparación con la cinta, mientras que para distancias cortas, la cinta mostró ser más eficiente en términos de tiempo y precisión, aunque con variaciones ocasionales en la exactitud debido a la precisión angular.

En resumen general luego del trabajo práctico realizado, se pudo observar al nivel como un instrumento confiable y de precisión, aunque el mismo también posee limitaciones prácticas que se van acentuando a medida que la magnitud del trabajo va aumentando y esto conlleva consigo las incertidumbres en las medidas observadas.

La utilización del nivel óptico demostró ser una técnica efectiva y precisa para la medición de distancias en trabajos topográficos, especialmente en terrenos irregulares o con obstáculos. La comparación con métodos tradicionales como el uso de cinta reafirma la necesidad de seleccionar el instrumento adecuado según la longitud de la distancia a medir y las condiciones del terreno. Las mediciones realizadas y las bases de datos obtenidas proporcionan una referencia sólida para futuras investigaciones y aplicaciones prácticas en el campo de la topografía.

Referencias

- ❖ Faba, Cesar A. (2022). Topografía. Mediciones con cinta. Universidad Nacional Del Litoral.
- ❖ Casanova Matera, Leandro. (2002). Topografía Plana. Universidad de los Andes. Facultad de Ingeniería, Departamento de vías.
- ❖ Servicio Nacional de Capacitación para la Industria de la Construcción. (2022). Principios del nivel topográfico.
- ❖ Biblioteca Digital CPA. (2023). Topografía I (G1.0) - Apuntes. Ingeniería en Agrimensura . Facultad de Ingeniería - UNICEN - Argentina.
- ❖ FACULTAD DE INGENIERÍA DE LA UNLP. Niveles Ópticos. Fundamentos de Instrumental. Departamento de Agrimensura. Año 2018.

Anexo

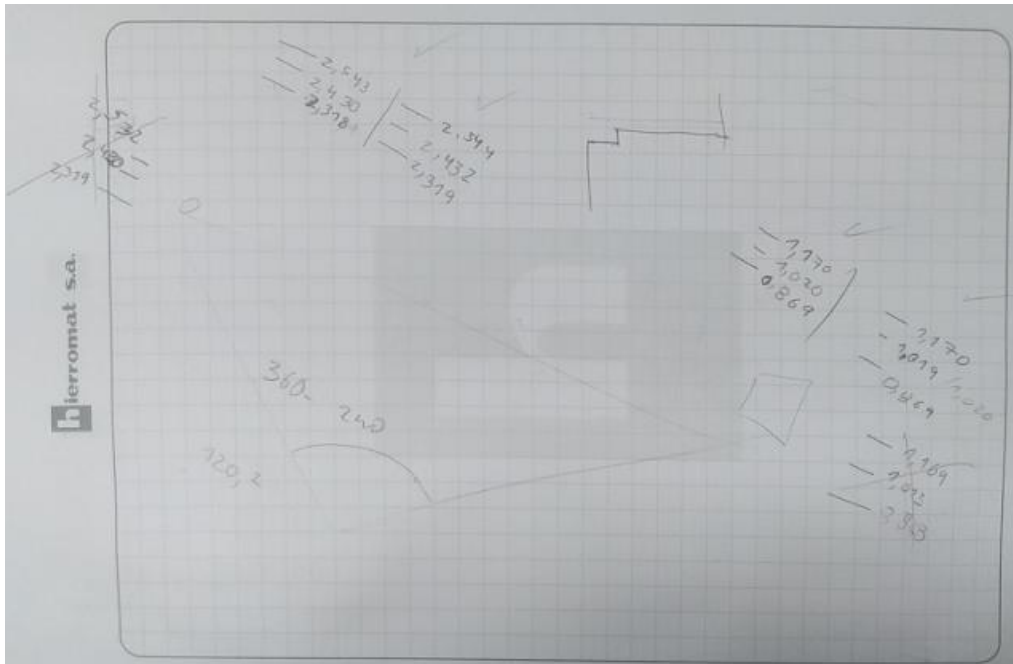


Ilustración 11. Registro de medidas de campo, parte 1.

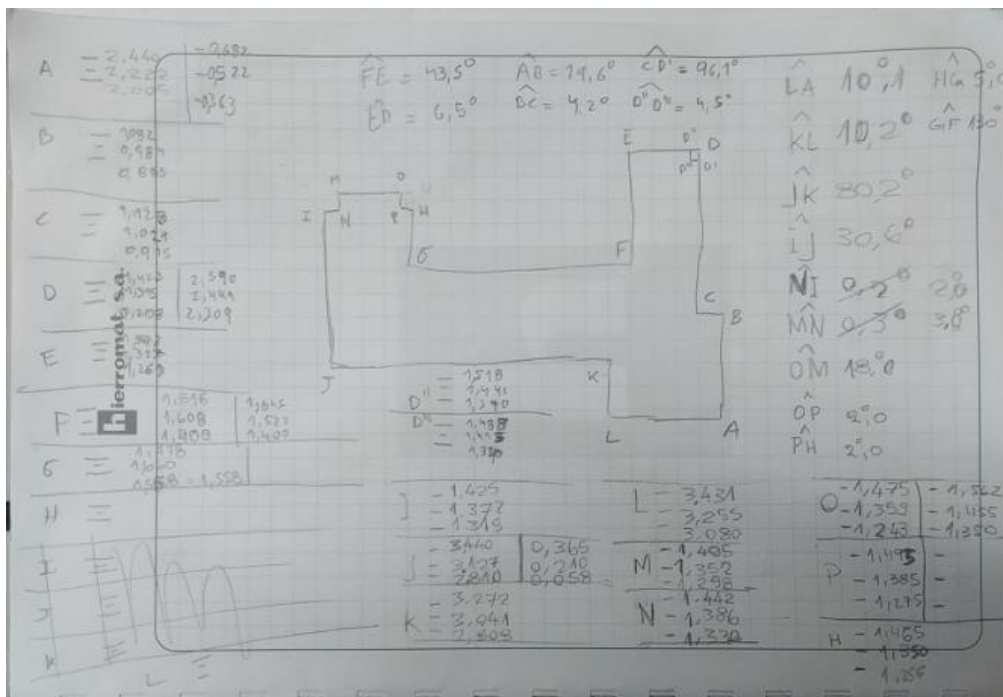


Ilustración 12. Registro de medidas de campo, parte 2.

Medida 1				Medida 2				Angulo(*)	Distancia con nivel	Id. ref
Hilo superior	Hilo inferior	Hilo central	Promedio	Hilo superior	Hilo inferior	Hilo central	Promedio			
2,543	2,319	2,430	2,431	1,170	0,899	30,100	1,020	120,200	45,674	Linea Roja (Av. Julio María Sosa)
3,431	3,080	3,255	3,256	2,440	2,005	43,500	2,223	10,1	10,857	9
3,431	3,080	3,255	3,256	3,272	2,808	46,400	3,041	10,2	13,385	10
3,440	2,810	3,125	3,125	3,272	2,808	46,400	3,041	80,2	71,802	1
0,368	0,058	0,210	0,212	1,425	1,319	10,800	1,372	30,6	22,241	2
1,442	1,330	1,386	1,386	1,425	1,319	10,600	1,372	2,0	0,710	Detalle 1 - d1
1,442	1,330	1,386	1,386	1,405	1,298	10,700	1,352	3,0	0,761	Detalle 1 - d2
1,475	1,243	1,359	1,359	1,405	1,298	10,700	1,352	18,0	13,437	3
1,562	1,350	1,455	1,456	1,495	1,275	22,000	1,385	2,0	1,099	Detalle 2 - d1
1,465	1,255	1,360	1,360	1,495	1,275	22,000	1,385	2,0	1,250	Detalle 2 - d2
1,465	1,255	1,360	1,360	1,778	1,558	22,000	1,668	5,0	2,125	Detalle 2 - d3
1,816	1,400	1,608	1,608	1,778	1,558	22,000	1,668	130,0	56,233	4
1,645	1,400	1,522	1,523	1,388	1,260	12,800	1,323	43,5	17,582	5
1,423	1,208	1,315	1,316	1,388	1,260	12,800	1,323	6,5	8,901	6
0,682	0,363	0,522	0,523	1,082	0,885	19,700	0,984	19,6	14,888	8
1,128	0,915	1,021	1,022	1,082	0,885	19,700	0,984	4,2	2,194	Detalle 3
1,128	0,915	1,021	1,022	2,590	2,308	28,100	2,449	96,1	37,020	7
1,518	1,370	1,445	1,444	1,488	1,340	14,800	1,415	4,5	1,162	Compensacion 7
TOTAL Perimetro								277,449		

Tabla 5. Cálculos y verificaciones.