

**Facultad de Ingeniería
Instituto de Agrimensura
Departamento de Geodesia
Topografía Planimétrica**



**UNIVERSIDAD
DE LA REPÚBLICA
URUGUAY**

Informe de Práctica 2

**Gustavo Iglesias
Diamela Martínez
Andrés Moraes
Stephanie Veleda**

Docentes: Magali Martínez, Martín Wainstein, Gabriel Barreiro.



Mayo de 2024

Índice

Introducción	3
Objetivos	4
Marco Teórico	5
Metodología e Instrumental	8
Cálculos	10
Conclusiones	11
Anexo	12
Bibliografía	13

Introducción

La mensura con nivel y mira es un método esencial en el ámbito de la topografía utilizado para determinar diferencias de elevación entre puntos en el terreno. Este método, que ha sido una práctica arraigada en la disciplina desde hace décadas, es fundamental para la realización de levantamientos altimétricos. También se puede utilizar estos instrumentos en planimetría para el relevamiento de distancias y ángulos, mediante medidas de distancias indirectas.

En esta tarea práctica, exploraremos el procedimiento de realizar relevamientos planimétricos con nivel y mira, para de esta manera comparar (en la tarea 2) con el resultado obtenido en la práctica 1, donde se realizó el mismo relevamiento utilizando de instrumento la cinta métrica.

Objetivos

Objetivos Generales:

Familiarizar a los estudiantes con los conceptos teóricos de medición indirecta de distancias, así como con el manejo básico de instrumentos topográficos ópticos. Se pretende que los estudiantes adquieran habilidades prácticas en la manipulación de un nivel óptico para obtener medidas indirectas de distancias y analizar los resultados al comparar estos con los de los relevamientos con cinta métrica.

Objetivos Específicos:

Tarea 1: Medir la distancia entre dos mojones dados (línea roja) utilizando dos métodos diferentes de medición topográfica: i- Medición con cinta

ii- Medición con nivel óptico.

Posteriormente, se compararán ambas mediciones para evaluar su precisión y fiabilidad.

Tarea 2: Realizar el relevamiento del perímetro del edificio del ala sur de la facultad de ingeniería, utilizando técnicas de relevamiento topográfico con nivel óptico y mira. (polígono amarillo)

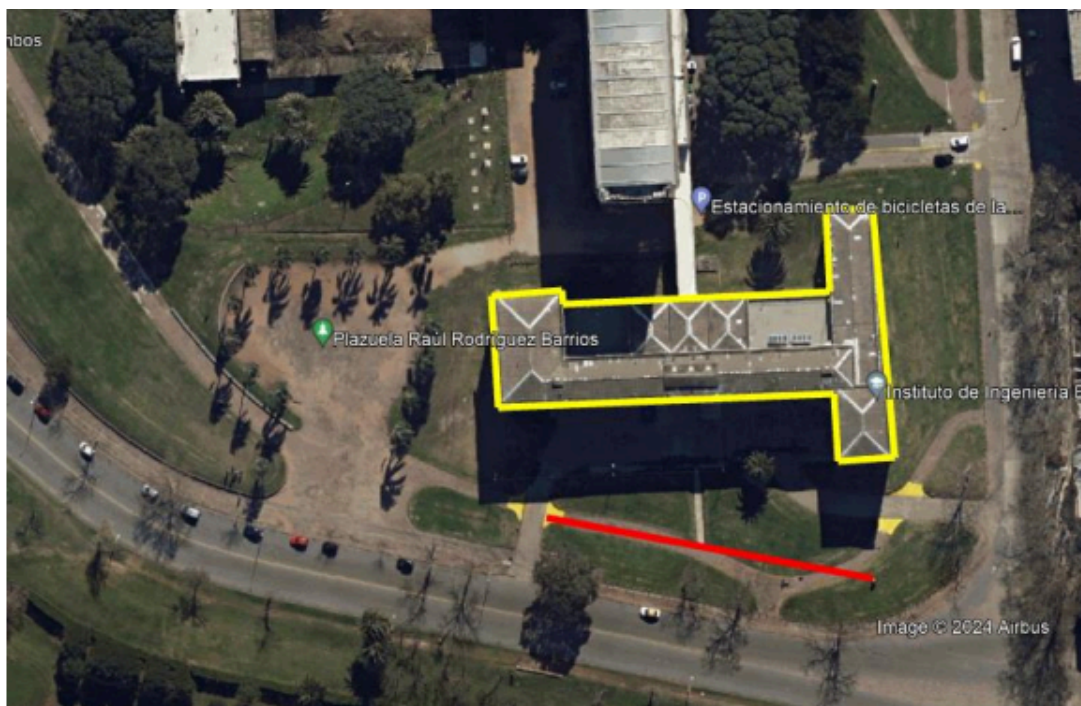


Figura 1: Descripción de tareas.

Marco Teórico

En topografía, las medidas pueden clasificarse en dos categorías principales: medidas directas e indirectas.

Medidas directas:

Las medidas directas implican la obtención de una dimensión o distancia mediante la observación o el uso directo de instrumentos de medición en el terreno, se realizan sin necesidad de realizar cálculos adicionales y proporcionan resultados inmediatos y precisos. Un ejemplo común de medida directa incluye la medición de distancias con una cinta métrica.

Medidas indirectas:

Las medidas indirectas implican la determinación de una dimensión o distancia mediante el uso de cálculos trigonométricos o fórmulas matemáticas, en lugar de una observación directa en el terreno.

Estas medidas requieren datos adicionales y pueden ser más susceptibles a errores debido a la precisión de los datos de entrada y los cálculos realizados.

Un ejemplo de medida indirecta es el cálculo de distancia utilizando un estadímetro y mira, aplicando el teorema del coseno con los datos obtenidos en la medición.

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

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

$$c^2 = a^2 + b^2 - 2ab(\cos(\delta))$$

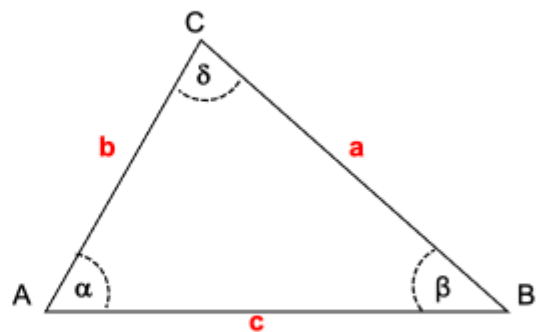


Figura 2: Teorema de coseno.

Nivel óptico o Estadímetro y su funcionamiento

El nivel óptico es un instrumento utilizado principalmente en operaciones de nivelación para determinar las diferencias **verticales** o desniveles entre puntos en el terreno. Pero además se puede utilizar para medir distancias y ángulos.

Consiste en un telescopio montado sobre una base con tornillos nivelantes, que se coloca sobre un trípode para asegurar su estabilidad. Antes de efectuar las lecturas en la mira, es crucial verificar la horizontalidad del eje de colimación.

Los niveles automáticos representan una evolución en la tecnología de nivelación, ya que incorporan compensadores ópticos mecánicos o de amortiguación magnética para garantizar la horizontalidad del eje de colimación de manera automática. Estos dispositivos permiten una nivelación más rápida y precisa, reduciendo la posibilidad de errores humanos.

Mira (o mira de nivel): La mira es una regla graduada que se sostiene verticalmente en el punto que se desea medir. Está marcada con unidades de medida, como metros y/o centímetros, y puede ser extensible para ajustarse a diferentes alturas.

Componentes básicos de un nivel

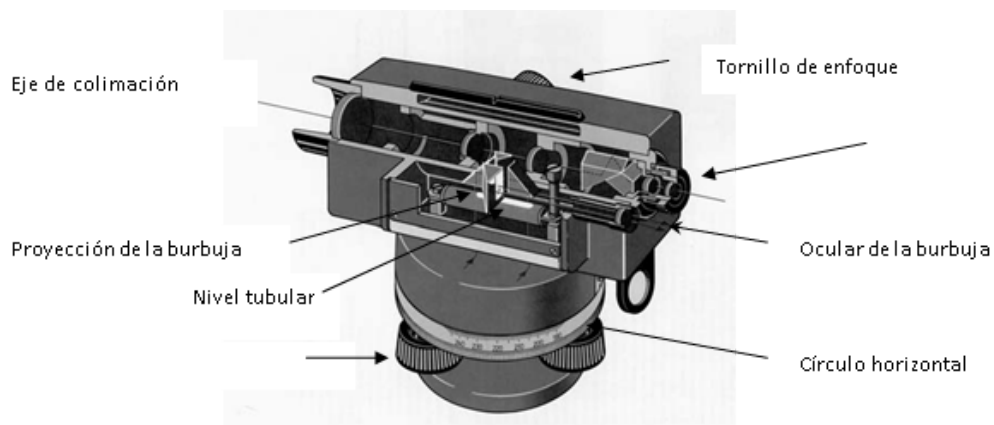


Figura 3: Componentes del nivel óptico.

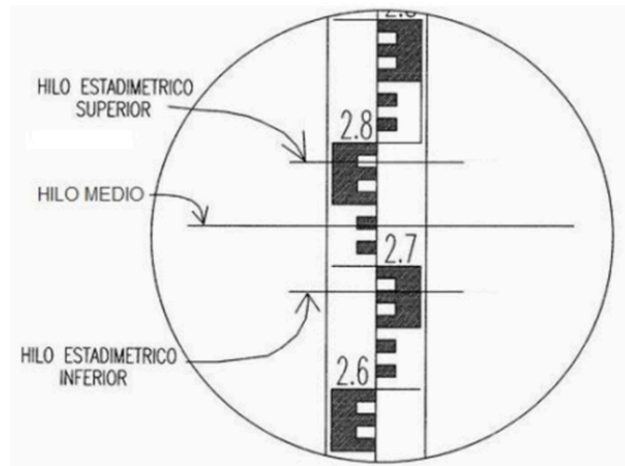


Figura 4: Visualización por el objetivo del nivel.

Medición de distancias con nivel óptico y consideraciones topográficas

La medición de distancias entre puntos es una operación común en la topografía, y la precisión de estas mediciones depende en gran medida de los instrumentos y métodos utilizados.

Es importante tener en cuenta la distancia topográfica, que se refiere a la distancia proyectada sobre el plano horizontal entre dos puntos en la superficie terrestre. Aunque la Tierra se considera esférica, en la práctica se puede asumir que es plana para distancias cortas debido a la curvatura insignificante.

La forma de realizar medidas con un nivel óptico es de la siguiente manera:

En primer lugar se toman las lecturas de los tres hilos; superior, medio e inferior (ver figura 4) y se realiza el control de lectura, verificando la igualdad del hilo medio con el promedio de los otros dos hilos, comprobando de este modo que no existen errores de lectura.

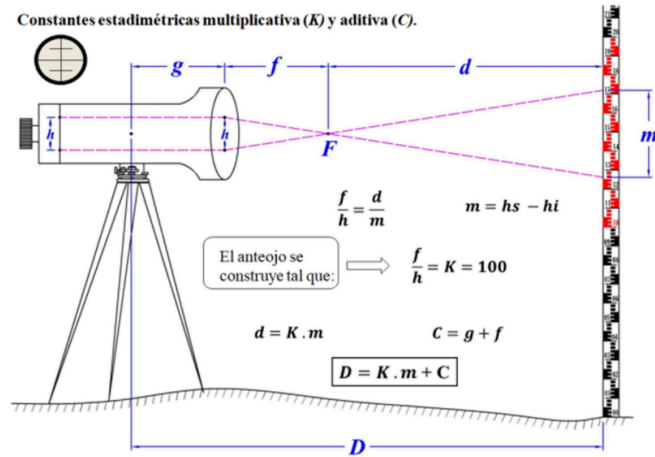
$$H_m = (H_S - H_I) / 2$$

A continuación se calcula la diferencia entre las lecturas del hilo superior y del hilo inferior del retículo, la diferencia entre ellos multiplicada por una constante K del instrumento nos dará 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.

Resultando la siguiente ecuación para el cálculo de distancias con nivel óptico

$$D = (H_S - H_I) \times K$$

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.



- f: distancia focal.
- F: foco del lente (o sistema de lentes) objetivo.
- g: distancia entre el centro geométrico del anteojo y el centro óptico del objetivo.
- h: separación entre los hilos superior e inferior.
- d: distancia entre el foco del objetivo y la mira, medida en la dirección de la visual.
- m: diferencia entre el hilo superior y el inferior.
- D: distancia entre el eje de giro del nivel de anteojo y la mira

Figura 5: Constantes estadimétricas multiplicativa (K) y aditiva (C)

Metodología e Instrumental:

Procedimiento de **mensura** con el nivel óptico:

1. **Establecimiento del nivel óptico:** El proceso comienza colocando el nivel óptico en un punto estratégico que nos permita visualizar los dos puntos a relevar para calcular la distancia entre sí. Comenzamos por nivelar el instrumento utilizando los tornillos de ajuste del trípode y los tornillos calantes de la base nivelante. **Es esencial ajustar la posición del retículo de cruce para garantizar su horizontalidad.**
2. **Lectura en la mira:** Manteniendo fijo el nivel óptico, se registraron las tres lecturas en la mira, identificando la marca que coincide con el hilo superior, hilo medio e hilo inferior del retículo. **Esta lectura nos servirá para calcular la distancia del punto objetivo hasta el instrumento.**
3. **Procedimiento:** Una vez que el nivel óptico está correctamente instalado, se apunta el estadímetro hacia la mira colocada en el primer punto: tomándose el registro de Hs (hilo superior), Hi (hilo inferior), Hm (hilo medio). Es importante mantener la **mira a nivel.** Luego giramos el círculo horizontal de modo de alinearlo con el 0°.

Apuntamos al segundo objetivo: tomamos Hs (hilo superior), Hi (hilo inferior), Hm (hilo medio) y en este punto registramos el ángulo del círculo horizontal, obteniendo así el ángulo entre los dos puntos observados.

4. Análisis de datos: Estos datos registrados se utilizan para calcular las distancia entre los puntos medidos.

5. Movimiento a nuevos sitios: Se repite el procedimiento tantas veces como fuera necesario, tomando todas las lecturas con sus respectivos ángulos y calculando las distancias del nivel hasta los puntos objetivos para luego poder calcular por trigonometría la distancia entre los mojones o en el caso de la tarea 2, la distancia de cada uno de los lados del ala sur de facultad. En este paso es esencial hacer un análisis de los puntos objetivos y la visibilidad a los mismos para optimizar el tiempo y poder determinar varias lecturas sin hacer cambios de sitio innecesarios.

6. Cálculo de distancia objetiva:
Mediante las ecuaciones trigonométricas (teorema del coseno) obtenemos todas las distancias objetivas (medidas indirectas).

Cálculos:

LADO	PUNTO	HS	HI	ALFA	DISTANCIA	ÁNGULO °	RADIANES	MEDIDA DE LADO
A	1	1,860	1,580	263	28	18	0,314	11,023
	2	2,838	2,640	245	19,8			
B	2	2,838	2,640	245	19,8	16	0,279	14,253
	3	2,702	2,380	229	32,2			
C	3	2,702	2,380	229	32,2	86	1,501	73,180
	4	2,950	2,270	143	68			
D	4	0,404	0,120	360	28,4	54	0,942	23,695
	5	1,544	1,435	306	10,9			
E	5	1,544	1,435	306	10,9	9	0,157	14,137
	6	1,554	1,306	297	24,8			
F	6	1,780	1,562	360	21,8	6	0,105	2,633
	7	2,000	1,770	354	23			
G	7	2,000	1,770	354	23	134	2,339	58,563
	8	2,022	1,620	220	40,2			
H	8	2,022	1,620	220	40,2	25	0,436	17,213
	9	1,802	1,410	195	39,2			
I	9	1,344	1,295	360	4,9	58	1,012	9,107
	10	1,345	1,238	302	10,7			
J	10	2,188	1,962	360	22,6	98	1,710	37,065
	11	0,714	0,450	262	26,4			
K	11	0,714	0,450	262	26,4	3	0,052	3,361
	12	0,651	0,418	259	23,3			
L	12	1,310	1,145	259	16,5	31	0,541	14,751
	13	0,902	0,640	228	26,2			
							PERÍMETRO	278,981
CINTA								47,290
MOJÓN 1	1	1,492	1,348	324	14,4	202	3,526	47,459
MOJÓN 2	2	2,056	1,718	122	33,8			
							DIFERENCIA	0,169

Conclusiones:

En la primera tarea, se llevó a cabo la medición de la distancia entre los mojones utilizando dos métodos de medición, cinta métrica y nivel óptico.

La medición con Cinta métrica nos dio una distancia de 47,290m mientras que los cálculos con el segundo método nos da 47,459 una diferencia de 0,169m.

Esto se debe a que una diferencia de 1mm en el registro de la mira se traduce a 10 cm en distancia horizontal ya que el valor de la constante K con el que trabajamos es $K=100$.

Este resultado resalta la importancia de la precisión en las mediciones topográficas y la necesidad de tener en cuenta las fuentes potenciales de error en cada método de medición.

En la segunda tarea, realizamos el relevamiento del perímetro del edificio del ala sur de la facultad de ingeniería utilizando un nivel óptico para obtener medidas indirectas de distancias. Nuestro análisis reveló un perímetro total de 278,981 metros. Este ejercicio proporcionó una valiosa experiencia práctica en el uso de un nivel óptico, así como en la aplicación de cálculos trigonométricos para determinar las distancias entre puntos. Considerando el práctico anterior en el cual se realizó el mismo cálculo de perímetro pero en este caso utilizando como instrumento la cinta métrica, donde se obtuvo como resultado un perímetro de 297,07 metros podemos apreciar que la diferencia de ambos resultados son 0,20 metros. Esta diferencia además de posibles errores tanto en medición con cinta como con nivel, se puede deber a que con cinta se tomaron más detalles (pilares) que con nivel no fueron medidos.

En resumen, estas actividades prácticas no solo nos brindaron la oportunidad de aplicar los conceptos teóricos aprendidos en el aula, sino que también nos permitieron desarrollar habilidades prácticas en el manejo de instrumentos topográficos. A través de este proceso, adquirimos una comprensión más profunda de la importancia de la precisión y la meticulosidad en cada etapa del proceso de relevamiento, como también a seleccionar estratégicamente qué instrumento utilizar y en caso de que sea el nivel; en que lugares posicionarnos para la optimización del tiempo.

Anexo:

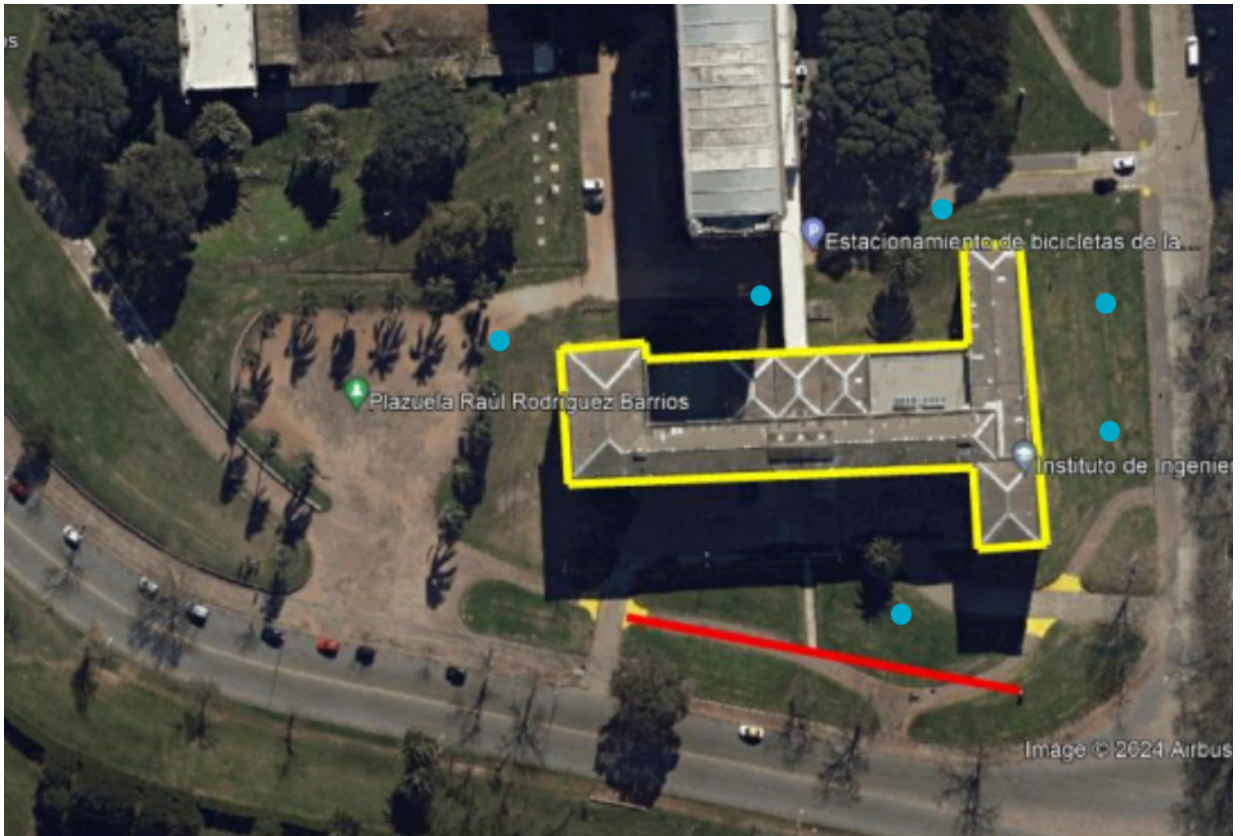


Figura 6: Posicionamientos del nivel para lecturas.

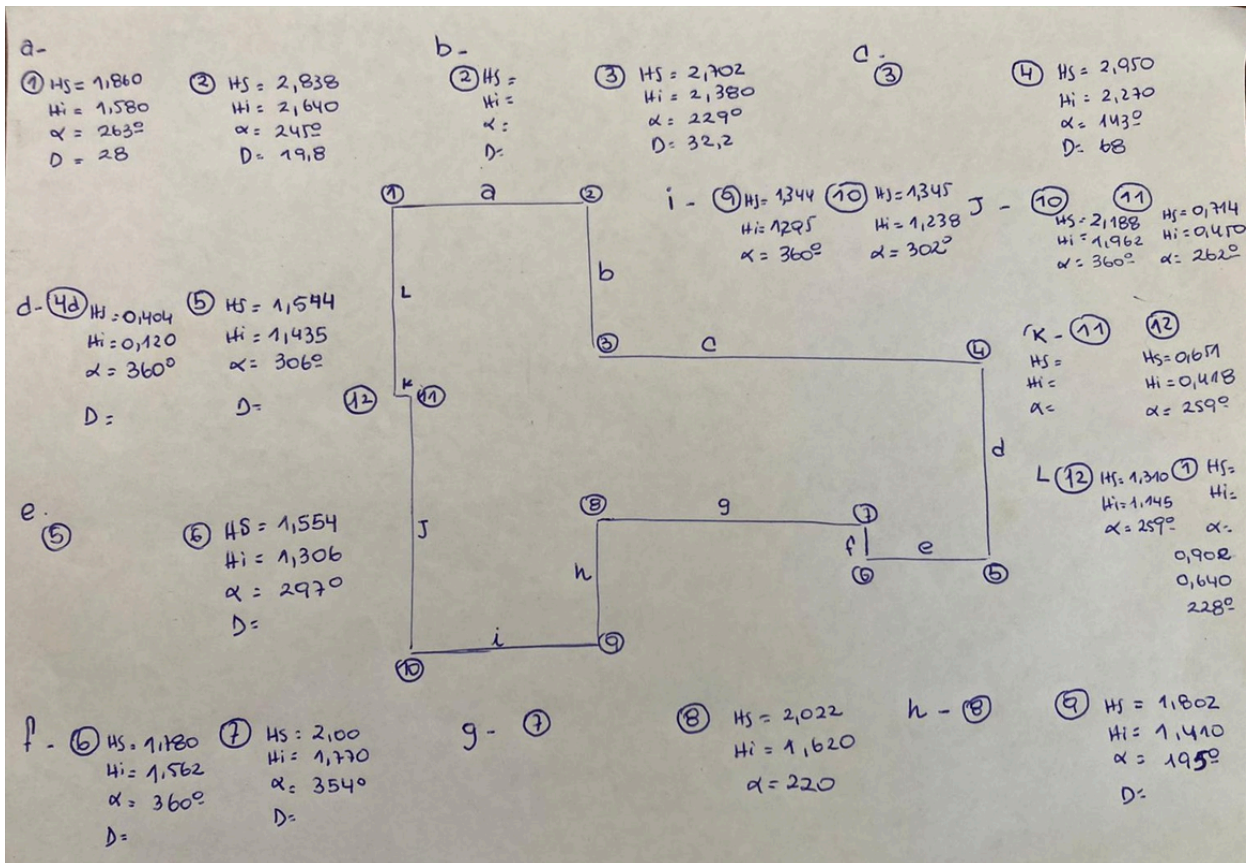


Figura 7: Croquis de campo.

Bibliografía

- Apuntes de Topografía Planimétrica
- Material de Apoyo de Topografía Planimétrica
- Informe N° 1 de Topografía Planimétrica
- Topografía - Leandro Casanova