

MANUAL DE PRÁCTICAS DE TOPOGRAFÍA PARA ESTUDIANTES DE INGENIERÍA
CIVIL UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS, TUNJA.

GINA TATIANA CELY ESPINOSA



UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
TUNJA
2017

MANUAL DE PRÁCTICAS DE TOPOGRAFÍA PARA ESTUDIANTES DE INGENIERÍA
CIVIL UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS, TUNJA.

TRABAJO DE GRADO PARA OPTAR POR
EL TÍTULO DE INGENIERA CIVIL

GINA TATIANA CELY ESPINOSA



DIRECTOR:
INGENIERO MIGUEL ÁNGEL TOLEDO CASTELLANOS

UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
TUNJA
2017

Nota de aceptación

Firma del presidente del jurado

Firma del jurado

Firma del jurado

Tunja, Septiembre 2017

DEDICATORIA

Quiero dedicar este trabajo de grado a Dios, por darme la serenidad
y la fuerza para culminar una etapa más de mi vida.

A mis padres Jorge Orlando Cely Estupiñan y Flor Marina Espinosa Torres,
por cada uno de los esfuerzos que hicieron para que Yo cumpliera mi metas,
al igual por ser mis amigos y confiar en cada uno de mis pasos.

A mis hermanas Jenny Paola y Laura Marcela Cely Espinosa,
por su ejemplo, su apoyo incondicional y guiar mi camino siempre.

Quiero dedicar en especial a mis abuelos Cesar Julio Cely (QEPD)
y Aura Eloísa Estupiñan por cuidarme, quererme
y ser mi motivo para luchar cada día.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco en especial a Dios por darme la vida y permitir verme hoy
como profesional.

A mis padres por el apoyo que han tenido durante toda mi vida
y forjar la persona que ahora soy.

Agradezco a mi tutor el Ingeniero Miguel Ángel Toledo Castellanos,
por ser un excelente docente, ingeniero y persona, por ayudar a que creciera
profesionalmente y permitirme colaborarle como monitora.

Al ingeniero Manuel Orlando Hernández Rivera, quien fue mi docente
en el área de topografía y fotogrametría, dejando los conocimientos
que hoy comparto con los estudiantes.

Agradezco a la universidad Santo Tomás y a cada uno de los profesores
e ingenieros con los que tuve la fortuna de ver clase,
con los que aprendí cada día algo nuevo, quedando con
todos los conocimientos para toda una vida.

CONTENIDO

DEDICATORIA	i
AGRADECIMIENTOS	ii
CONTENIDO	iii
TABLA DE ILUSTRACIONES	x
CAPITULO I	1
INTRODUCCIÓN	1
1.2. OBJETIVOS	2
1.2.1. Objetivo general:.....	2
1.2.2. Objetivos específicos:.....	2
CAPITULO II	3
MARCO TEÓRICO	3
2.1. DEFINICIÓN, IMPORTANCIA Y DIVISIÓN DE LA TOPOGRAFÍA	3
2.2. LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO	5
2.2.1. Tipos de levantamientos topográficos	5
2.2.1.1. Levantamientos planimétrico.....	5
2.2.1.2. Levantamientos altimétricos	6
2.3 TECNOLOGIAS MODERNAS	6
2.3.1. Teodolitos	6
2.3.1.1. Teodolitos electrónicos:	6

2.3.1.2. Nivelación y manejo de teodolitos electrónicos:	8
2.3.2. Estación total electrónica:	9
2.3.3. Niveles:	11
2.3.3.1. Nivel tubular o nivel tórico:	11
2.3.3.2. Nivel de ingeniero:.....	11
2.3.3.3. Nivel de mano (nivel Locke)	11
2.3.3.4. Nivel Abney	12
2.3.4. GPS (global positioning system)	13
2.4. INSTRUMENTOS SIMPLES	14
2.4.1. Brújula	14
2.4.2 Cinta métrica:.....	15
2.4.3. Miras	15
2.4.3.1. Mira vertical:.....	15
2.4.4. Trípode.....	16
2.4.5. Plomada	17
2.4.6. Prisma	17
CAPITULO III.....	18
POSIBLES ERRORES	18
3.1. TEORÍA DE LOS ERRORES:.....	18
3.2. FUENTES DE ERROR	18

3.3. EXACTITUD Y PRECISIÓN	18
CAPITULO IV	19
ÁNGULOS Y DIRECCIONES	19
4.1. ÁNGULOS	19
4.1.1. Clasificación de ángulos horizontales.....	19
4.1.2. Clasificación de ángulos verticales.....	19
4.2. DIRECCIÓN.....	19
4.3. MERIDIANO VERDADERO Y MAGNÉTICO.....	20
4.4. DECLINACIÓN E INCLINACIÓN MAGNÉTICA	21
4.5 RUMBO.....	21
4.6 AZIMUT	22
3.7 ÁNGULO DE DEFLEXIÓN.....	23
CAPITULO V	24
PLANOS TOPOGRÁFICOS.....	24
5.1. ROTULO	24
5.1.1. Escala.....	24
5.1.1.1. Escala numérica	24
5.1.1.2. Escala gráfica.....	25
5.2. CUADRICULA	26
5.3. SÍMBOLO DE ORIENTACIÓN.....	26

5.4. CONVENCIONES	26
CAPITULO VI	33
MEDICIONES CON CINTA	33
6.1. MEDICIÓN DE DISTANCIAS EN TERRENO PLANO	33
6.2. MEDICIÓN EN TERRENO INCLINADO:	33
6.3. POSIBLES ERRORES AL MEDIR CON CINTA	35
6.4. EQUIVOCACIONES AL MEDIR CON CINTA	35
6.5. MEDICIÓN DE ÁNGULOS CON CINTA	35
CAPITULO VII	37
GUIA N° 1. LEVANTAMIENTO CON CINTA Y JALÓN.....	37
7.1. PROCEDIMIENTO EN CAMPO:	37
7.2. INSTRUMENTOS.....	37
7.3 MODELO DE CARTERA EN CAMPO:.....	38
7.4. FÓRMULAS PARA LOS RESPECTIVOS CÁLCULOS	38
7.5. EJEMPLO	40
CAPITULO VIII.....	44
GUIA N° 2 LEVANTAMIENTO POR RADIACION SIMPLE	44
8.1. PROCEDIMIENTO EN CAMPO:	44
8.2. INSTRUMENTOS.....	45
8.3. MODELO DE CARTERA DE CAMPO:.....	45

8.4. FÓRMULAS PARA LOS RESPECTIVOS CÁLCULOS	46
8.5. EJEMPLO	47
CAPITULO IX	50
GUIA N° 3 LEVANTAMIENTO POR INTERSECCIÓN DE VISUALES.....	50
9.1. PROCEDIMIENTO EN CAMPO	50
9.2. INSTRUMENTOS.....	51
9.3. MODELO DE CARTERA DE CAMPO:.....	51
9.4. FÓRMULAS PARA LOS RESPECTIVOS CÁLCULOS	52
9.5. EJEMPLO:.....	54
CAPITULO X.....	58
GUIA N° 4 LEVANTAMIENTO POR POLIGONALES.....	58
10.1. PROCEDIMIENTO DE CAMPO.	58
10.2. INSTRUMENTOS.....	59
10.3. MODELO DE CARTERA DE CAMPO:.....	59
10.4. FÓRMULAS PARA LOS RESPECTIVOS CÁLCULOS	60
10.5. EJEMPLO	62
CAPITULO XI	65
GUIA N°5 NIVELACION SIMPLE	65
11.1. PROCEDIMIENTO EN CAMPO	65
11.2. MODELO DE CARTERA:	66

11.3. EJEMPLO.....	66
CAPITULO XII.....	68
GUIA N°6 NIVELACION COMPUESTA.....	68
12.1. PROCEDIMIENTO EN CAMPO.....	68
12.2. MODELO DE CARTERA:.....	69
12.3. EJEMPLO.....	69
CAPITULO XIII.....	70
NIVELACION TRIGONOMETRICA.....	70
13.1 CASO 1.....	70
13.2. CASO 2.....	70
13.3. CASO 3.....	71
CAPITULO XIV.....	72
LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO POR ESTACION TOTAL.....	72
14.1. NIVELACION DE LA ESTACION TOTAL:.....	72
14.2. FUNCIONES DE LOS BOTONES.....	73
14.3. PROCEDIMIENTO EN CAMPO.....	75
CAPITULO XV.....	77
EJERCICIOS.....	77
15.1. EJERCICIOS PARA PRACTICAR.....	77
CONCLUSIONES.....	81

GLOSARIO	82
BIBLIOGRAFÍA	85
ANEXOS	87

TABLA DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1 Partes de un teodolito.....	7
Ilustración 2 Estación total electrónica.....	9
Ilustración 3 Partes de la estación total electrónica	10
Ilustración 4 Nivel de ingeniero y sus parte	11
Ilustración 5 Nivel de mano o nivel Locke.....	12
Ilustración 6 Nivel Abney.....	12
Ilustración 7 GPS	14
Ilustración 8 Brújula	15
Ilustración 9 Cinta métrica.....	15
Ilustración 10 Mira vertical.....	16
Ilustración 11 Trípode.....	16
Ilustración 12 Plomada	17
Ilustración 13 Prisma	17
Ilustración 14 Ángulo y dirección	20
Ilustración 15 Declinación magnética.....	21
Ilustración 16 Rumbo.....	22
Ilustración 17 Azimut	22
Ilustración 18 Ángulo de deflexión	23
Ilustración 19 Escala gráfica.....	25
Ilustración 20 Símbolo de orientación Norte.....	26
Ilustración 21 Pantalla de la estación total electrónica.....	73

Ilustración 22 Vista general de Excel	87
Ilustración 23 Vista de Excel. Levantamiento cinta y jalón.	88
Ilustración 24. Vista de Excel. Levantamiento por radiación.	88
Ilustración 25 Vista de Excel. Levantamiento intersección de visuales	89
Ilustración 26 Vista de Excel. Levantamiento por poligonales	89
Ilustración 27 Vista de Excel. Nivelación simple.....	90
Ilustración 28 Vista de Excel. Nivelación compuesta	91
Tabla 1 Escalas	25
Tabla 2 Modelo de cartera de campo. Levantamiento cinta y jalón	38
Tabla 3 Modelo de cartera de campo. Levantamiento radiación.	45
Tabla 4 Modelo de cartera de campo. Levantamiento por intersección de visuales.....	51
Tabla 5 Modelo de cartera de campo. Levantamiento por poligonales.	59
Tabla 6 Modelo de cartera de campo. Nivelación Simple	66
Tabla 7 Modelo de cartera de campo. Nivelación Compuesta	69

CAPITULO I

INTRODUCCIÓN

Este manual tiene como finalidad explicar brevemente y de manera didáctica a los estudiantes de ingeniería civil, los procedimientos para la realización de prácticas de topografía, de forma clara, explicando paso a paso las actividades que se deben realizar con el fin de obtener un resultado de calidad.

El estudiante encontrará en los primeros capítulos del manual, una explicación teórica de temas de la topografía y definiciones de cada uno de los instrumentos que son usados en campo; al igual se encontraran guías de la elaboración adecuada de trabajos escritos y planos de levantamientos topográficos; finalmente el estudiante contara con fórmulas, ejemplos de carteras de campo y ejemplos para la realización de levantamiento topográficos.

Los estudiantes pronto se convertirán en profesionales y todo lo aprendido en las aulas de clase lo llevaran a la práctica en un futuro, razón por la cual, la finalidad de este manual es orientar al entendimiento de los métodos, para la realización de las prácticas, tanto de planimetría como de altimetría.

Se concluirá con una aplicación, con el uso de hojas de cálculo, donde los conceptos vistos en el aula de clase, se complementaran, fortaleciendo el conocimiento. El aprendizaje de la topografía es de suma importancia, no solo por los conocimientos que se puedan adquirir, sino por la influencia didáctica de su estudio.

Se destaca lo necesario y conveniente desde el punto de vista pedagógico, del estudio de esta disciplina, sus usos y sus diferentes metodologías para una correcta elaboración y obtención de buenos resultados.

1.2. OBJETIVOS

1.2.1. Objetivo general:

Desarrollar un manual de prácticas de Topografía, para reforzar los conceptos teóricos y prácticos de los estudiantes, brindando una guía de los procedimientos que se deben realizar en campo y en oficina a la hora de ejecutar un levantamiento topográfico.

1.2.2. Objetivos específicos:

- Elaborar un documento de apoyo para las prácticas de campo, en concordancia con el programa de ingeniería civil. .
- Brindar las pautas para la realización de levantamientos topográficos por diferentes métodos y el procesamiento adecuado de la información obtenida.
- Ofrecer una guía para la presentación de informes, elaboración de planos y tabulación de datos, utilizando hojas de cálculo.

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. DEFINICIÓN, IMPORTANCIA Y DIVISIÓN DE LA TOPOGRAFÍA:

Definición: La topografía, es la ciencia que emplea métodos para poder determinar la posición de los objetos de la superficie de la tierra, determinando su distancia, su dirección y su elevación, estos tres parámetros son conocidos como los elementos del espacio. En la planimetría se usa la distancia y dirección, con coordenadas X y Y, mientras que en altimetría se utiliza las coordenadas tridimensionales X, Y y Z.

La topografía estudia la superficie de la tierra describiendo sus formas circunstanciales; es decir, sus accidentes ya sean naturales o artificiales (mano del hombre), posibilitando que se trasladen a un gráfico o plano.

Importancia: La topografía ha sido de vital importancia desde que el hombre tuvo la necesidad de dividir un terreno en partes pequeñas. Hoy que se ha modernizado tanto y se ha expandido por todo el mundo, ningún proyecto de construcción puede dejar de lado la topografía.

Los profesionales como los ingenieros, los geólogos y los arquitectos, reconocen que en una construcción debe incluirse los levantamientos topográficos, como por ejemplo en proyectos de carreteras, las vías férreas, la construcción de un edificio, el loteo, las presas, drenajes y demás proyectos ingenieriles.

“El estudio de la topografía es una parte importante en la formación de un ingeniero, aun cuando nunca practique la topografía. Le ayudará notablemente a pensar de forma lógica, a planear, a sentir orgullo del trabajo cuidadoso y preciso, y a registrar su trabajo en forma limpia y ordenada. También aprenderá mucho sobre la importancia relativa de las mediciones,

desarrollara cierto sentido de la proporción en cuanto a lo que es importante y lo que no es, y adquirirá los hábitos esenciales de revisión de los cálculos numéricos y de las mediciones (una necesidad para cualquier persona que se desenvuelve en el campo de la ingeniería o la ciencia). Más aun, el individuo puede encontrarse en una posición en la que debe tomar decisiones referentes a la contratación de servicios topográficos. Sin un entendimiento básico del tema no será capaz de manejar la situación.” (Mc Cormac, 2010)

Aplicación: La topografía no solo se usa en la ingeniería civil, es sabido que para muchas más especialidades es útil, como por ejemplo para la ingeniería de vías, inclusive se dice que la ingeniería civil es una ciencia aplicada porque también se usa en la astronomía.

La ingeniería civil es tan importante la topografía, que el ingeniero solo con sus habilidades no puede proyectar una obra.

El campo de acción de la topografía es muy extenso, en toda construcción es necesaria; sus aplicaciones más comunes son:

Marcar linderos, o dividir un terreno en partes más pequeñas.

La construcción de vías, acueductos, caminos, edificios, presas.

En muchos casos se usa la topografía hidráulica, hace un levantamiento de costas, estudia la configuración de los ríos, océanos y lagos.

Existe la topografía por medio de fotografías, llamada fotogrametría, se usa para los levantamientos con fines agrícolas y militares, pero también sirve para levantamientos como la construcción de grandes proyectos como oleoductos y puentes, hoy en día con la aplicación de drones y de herramientas modernas se pueden realizar tales fines.

División de la topografía: La topografía se divide en dos ramas, que son:

i) La planimetría

ii) La altimetría

La planimetría: La planimetría no tiene en cuenta la altura del objeto que está en la superficie de la tierra, solo tiene en cuenta el plano horizontal, la posición exacta.

La altimetría: La altimetría es todo lo contrario a la planimetría, pues en ella si es importante la elevación a la que se encuentra el objeto con respecto a la superficie de la tierra; generalmente esta elevación se tiene en cuenta con el nivel medio del mar.

En la altimetría es común que se use el modelo digital de terreno (MDT), ya sea con GPS, sistemas geográficos, sistemas satelitales.

2.2. LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO: Es un procedimiento en el cual se determinan las características de un determinado terreno y se compone de dos trabajos fundamentales. El trabajo de campo y el trabajo de oficina.

El trabajo de campo es aquel en el cual se reúnen todos los datos y se localizan cada uno de los puntos necesarios para delimitar el terreno.

El trabajo de oficina está relacionado con los cálculos que se tienen que realizar, para así poder determinar el área del terreno, en el trabajo de oficina también se elaboran los planos respectivos del terreno, con cada uno de sus detalles. En el trabajo de oficina se tiene en cuenta los softwares especializados, como por ejemplo el AutoCAD, y herramientas como Excel.

2.2.1. Tipos de levantamientos topográficos:

2.2.1.1. Levantamientos planimétrico: son las operaciones que se realizan para obtener la proyección horizontal de cada uno de los puntos que están en el terreno.

Algunos de los levantamientos planimétrico que se desarrollaran a lo largo de este manual son:

- Levantamiento por cinta y jalón

- Levantamiento por base medida
- Levantamiento por radiación simple
- Levantamiento por poligonal cerrada

2.2.1.2. Levantamientos altimétricos: son las operaciones que se realizan para obtener la distancia vertical de los puntos que están en el terreno con respecto al plano de referencia.

Algunos de los levantamientos altimétricos que se desarrollaran a lo largo de este manual son:

- Nivelación trigonométrica
- Nivelación geométrica: simple y compuesta

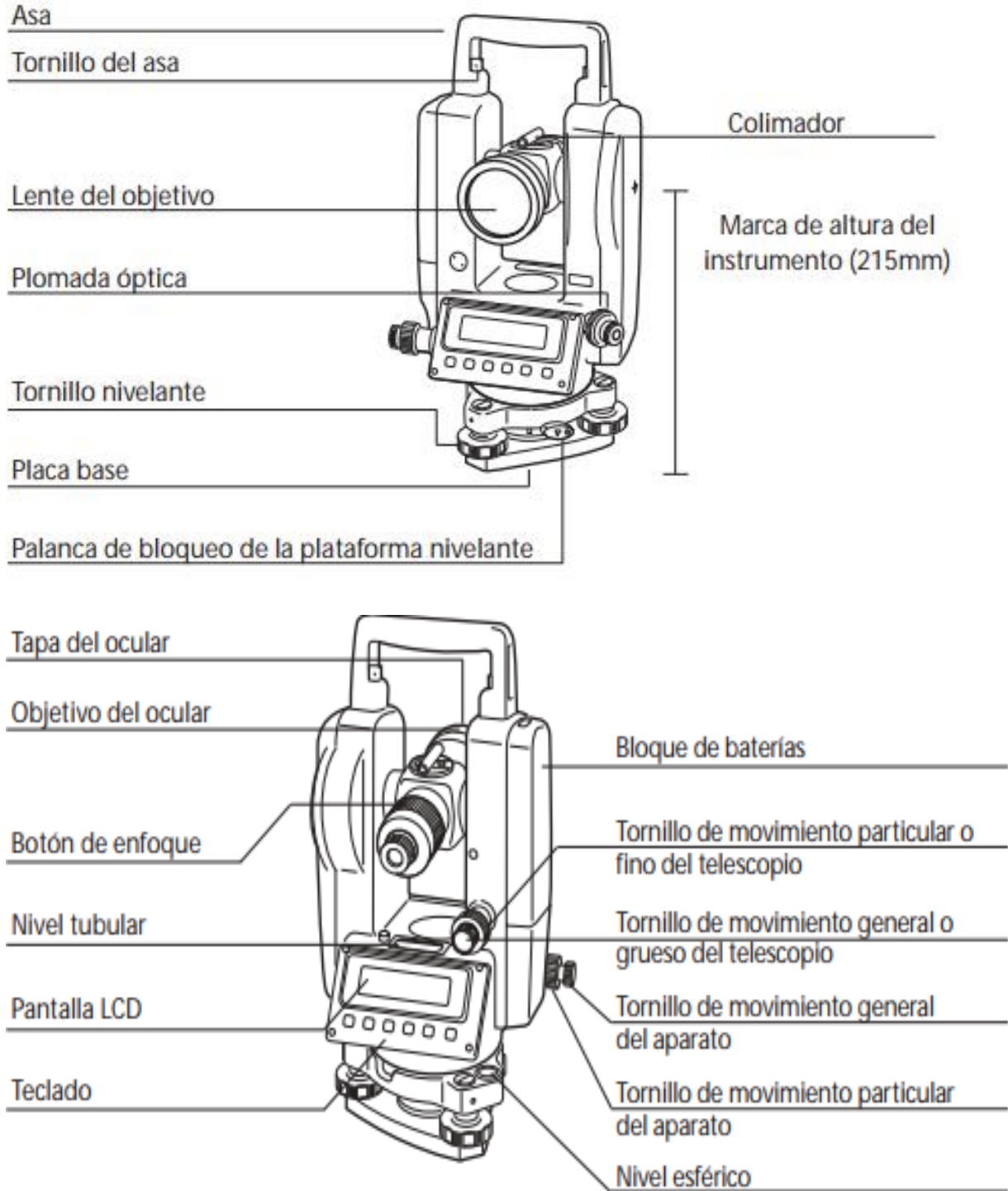
2.3 TECNOLOGIAS MODERNAS

2.3.1. Teodolitos: Los teodolitos son aparatos topográficos, los cuales sirven para medir ángulos tanto verticales, como horizontales, gracias a un sistema óptico – mecánico. el teodolito mide los ángulos con gran precisión. Este aparato ha evolucionado con los años.

2.3.1.1. Teodolitos electrónicos:

Con la evolución y desarrollo de la tecnología, se permite que el teodolito sea electrónico, lo que hace posible que los ángulos medidos, ya sea vertical u horizontalmente se lean directamente por medio de pantallas de cristal líquido, agilizando el trabajo en campo.

Ilustración 1
Partes de un teodolito



Fuente: (PENTAX industrial instruments Co, Ltd., 2017). pentax industrial instruments co, Ltd. (22 de junio de 2017). westlat. obtenido de westlat: <http://westlat.com/supportfiles/pentax/manuals/eth300%20series%20302%20305%20310%20320%20-%20espanol.pdf>

2.3.1.2. Nivelación y manejo de teodolitos electrónicos:

Se debe tener en cuenta primero un punto el cual será la base para la ubicación del teodolito.

El trípode se ubica en este punto, tratando de que quede lo más centrado posible, teniendo en cuenta que la mesilla del trípode este lo más horizontal que se pueda.

El teodolito se coloca en la mesilla del trípode fijándose y asegurando su estabilidad.

Se fija por completo una de las patas del trípode en el terreno, quedando inmóvil y sirviendo como eje.

Se mira la plomada óptica, y tomando las dos patas del trípode que no están fijas al terreno, se levantan lentamente hasta llegar a ver el punto de referencia centrado.

Se observa el nivel de burbuja también conocido como ojo de pollo, para saber en qué lado se encuentra la inclinación. Cuidadosamente se va deslizando las patas del trípode, pero en este caso una a la vez, hasta que el nivel quede centrado.

En este caso es probable que la plomada óptica no este centrada con el punto de referencia inicial, es por eso que se puede aflojar un poco el tornillo de fijación del teodolito con el trípode y deslizar con cuidado el teodolito hasta que este centrado nuevamente.

Existe el nivel horizontal, el cual se tiene que nivelar con los tres tornillos nivelantes. Para esto se tiene que poner el nivel horizontal paralelo a dos de los tres tornillos nivelantes girándolos simultáneamente hacia adentro o hacia afuera, logrando que la burbuja quede centrada.

Inmediatamente se gira el teodolito 90 grados, quedando en dirección del tornillo faltante, este tornillo es el único que se gira hasta que la burbuja del nivel horizontal quede centrada.

Realizando todos los pasos anteriores se chequea que todo este ajustado y nivelado, así se rectifica que el equipo está listo para medir.

Para el manejo del teodolito se ubica una norte magnética y se designan los puntos que se van a medir. Cuando se tenga esto se materializa la norte y se empieza a realizar la toma de datos.

En este proceso es muy sencillo utilizar el teodolito electrónico, ya que él nos dará los ángulos en la pantalla LCD.

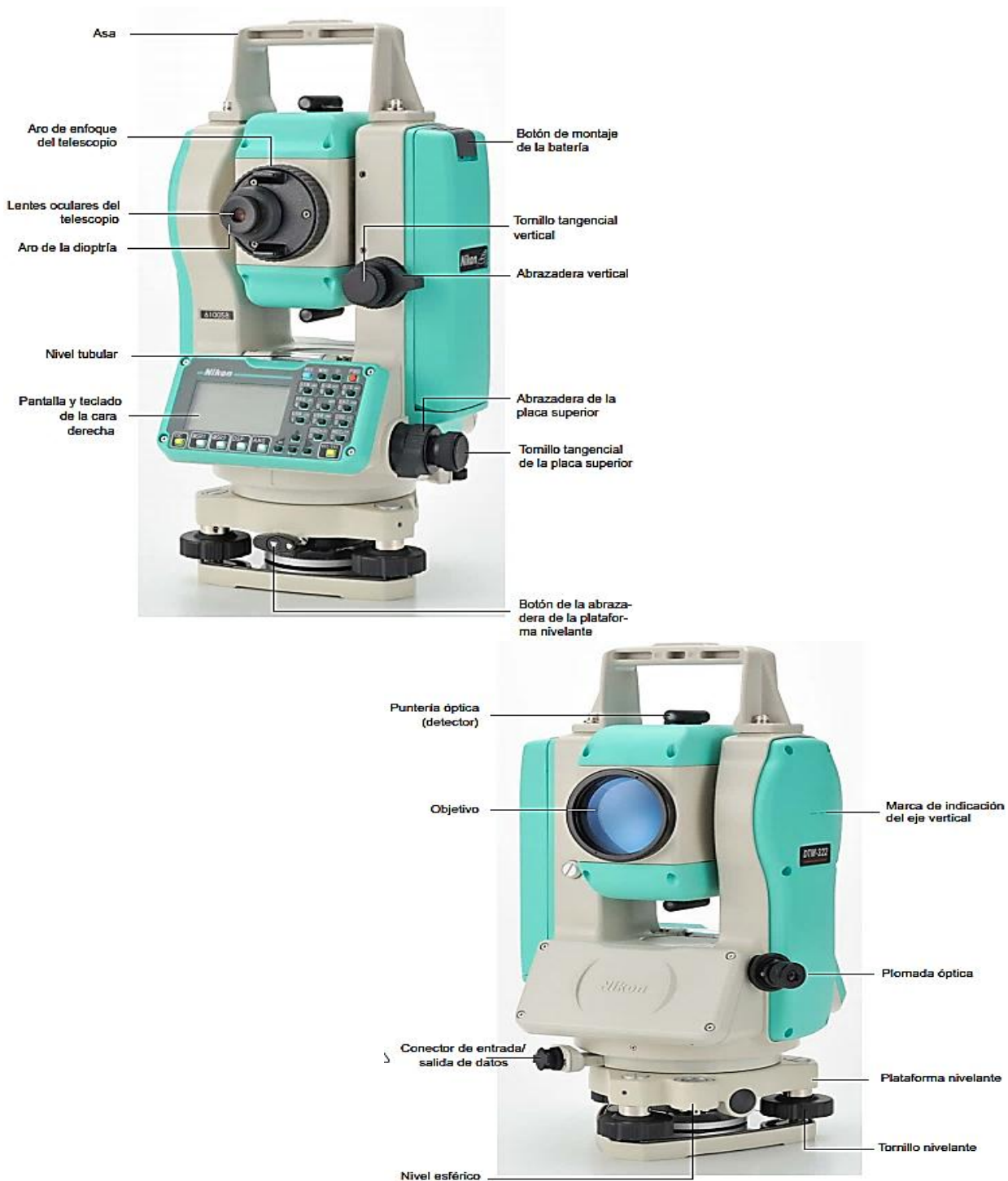
2.3.2. Estación total electrónica: la estación electrónica es un aparato electrónico, muy similar a un teodolito electrónico, la diferencia entre estos dos aparatos, es que el ultimo tiene microprocesadores y distanciometros incorporados, sirviendo no sola para la toma de ángulos verticales y horizontales, sino que también puede medir distancias verticales y horizontales, además calcular coordenadas topográficas, cartesianas, latitud y longitud. La estación total tiene memoria interna para almacenar datos, los cuales pueden ser cargados en computador y luego ser usados en programas como AutoCAD y civil 3D.

Ilustración 2
Estación total electrónica



Fuente del autor. Equipos existentes en la Universidad Santo Tomás.

Ilustración 3
Partes de la estación total electrónica



Fuente: (NIKON, 2017). Nikon. (8 de Julio de 2017). <http://documentos.arq.com.mx/detalles/130630.html>

2.3.3. Niveles:

2.3.3.1. Nivel tubular o nivel tórico: Es un tubo sellado por los dos lados, dentro de él se encuentra un líquido volátil, como por ejemplo el alcohol, que al contacto con el aire forma una burbuja, la cual indicará la parte más alta del nivel en el momento en que ésta se encuentre en el centro.

2.3.3.2. Nivel de ingeniero: Es un aparato topográfico que sirve para la nivelación de un terreno, calculando las diferencias verticales existentes entre los puntos, al nivel tórico se le añade un telescopio, para poder tomar las lecturas, además tornillos de nivelación para poder ajustar a un trípode.

Ilustración 4

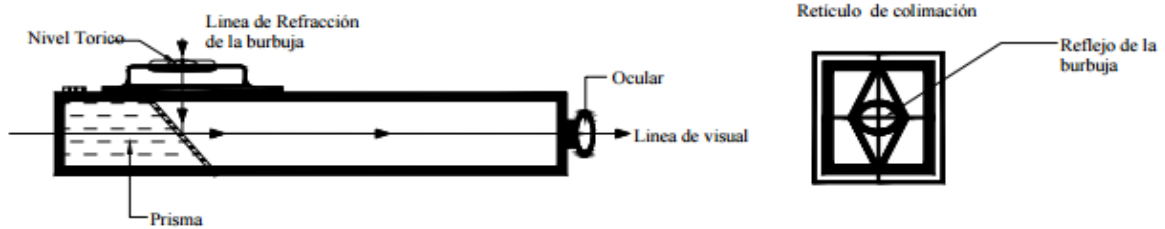
Nivel de ingeniero y sus partes



Fuente: (De Máquinas y Herramientas, 2017). de máquinas y herramientas. (25 de junio de 2017). Obtenido de máquinas y herramientas: <http://www.demaquinasyherramientas.com/herramientas-de-medicion/introduccion-al-nivel-optico>

2.3.3.3. Nivel de mano (nivel Locke). Es un nivel tórico que se encuentra unido a un ocular donde se puede observar el nivel de burbuja, y su principal función es medir desniveles y darle a la cinta métrica horizontalidad.

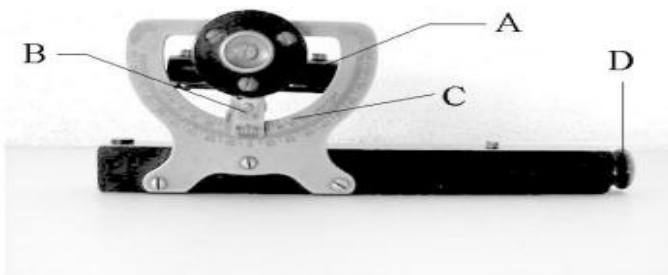
El nivel de mano se utiliza para que la cinta métrica este horizontal y medir desniveles.

*Ilustración 5**Nivel de mano o nivel Locke*

Fuente: (Casanova Matera, 2002). Casanova Matera, L. (2002). Topografía plana. Mérida.



Fuente del autor. Equipos existentes en la Universidad Santo Tomás.

*Ilustración 6**Nivel Abney*

2.3.3.4. Nivel Abney: Al igual que el nivel Locke es un nivel tórico unido con un ocular, su diferencia es tener un nonio dando la lectura de ángulos, gracias al círculo graduado que se encuentra

junto a él. Sus funciones son medir desniveles, darle a la cinta métrica horizontalidad y medir ángulos verticales.

Fuente: (Casanova Matera, 2002). Casanova Matera, L. (2002). Topografía plana. Mérida.

Dónde:

A: nivel tórico de doble curvatura.

B: Nonio;

C: Circulo graduado;

D: Ocular.



Fuente del autor. Equipos existentes en la Universidad Santo Tomás.

2.3.4. GPS (global positioning system): también conocido como sistema de posicionamiento global, este sistema por satélite permite ubicar un objeto dando su posición en todo el mundo.

En el presente el GPS es usado para las actividades de los civiles, aunque en sus inicios se limitaban para el uso militar. Este sistema permite conocer la altura y la ubicación exacta de una persona, un carro, así estos estén en un punto fijo o si se encuentran en movimiento, sin importar la hora del día.

La constitución del sistema GPS es de tres componentes fundamentales: Espacial, De control y Del usuario

El segmento espacial está conformado por 24 satélites que transmiten señales consiste en transmitir señales que indicarán la posición a la hora de cada satélite.

El segmento de control tiene como función el monitoreo y control de los satélites, para determinar y predecir las órbitas y los relojes que están. También corrige los relojes de los satélites.

El segmento usuario son los instrumentos utilizados para la recepción de la señal de los satélites, están contruidos por una antena y un receptor.

La antena se conecta al receptor por medio de un cable. Las coordenadas que son calculadas corresponden al centro radioeléctrico de la antena. El receptor consta de

generalmente de 10 canales o estaciones en todo el mundo pero como mínimo se necesitan 4 canales, que procesan la señal de cada uno de los satélites.

Ilustración 7
GPS

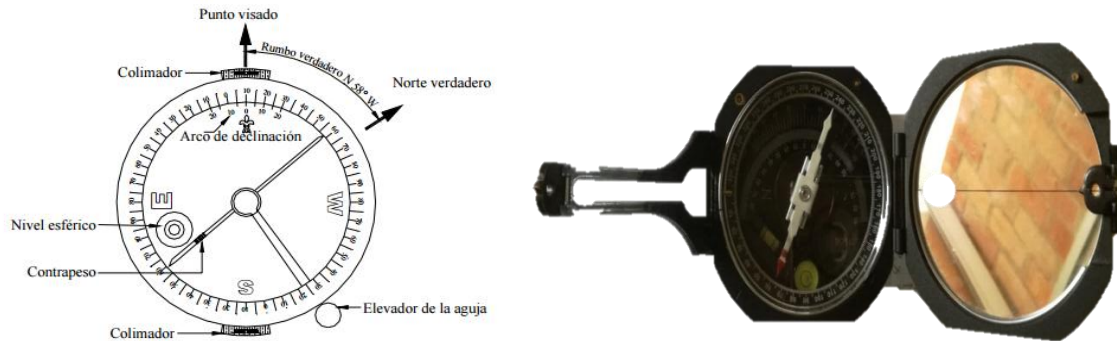


Fuente: (Moreno Chiroque & Giron Salazar, 2017). Moreno Chiroque, R., & Giron Salazar, C. (16 de Junio de 2017). Monografías. Obtenido de Monografías: <http://www.monografias.com/trabajos93/levantamiento-gps/levantamiento-gps.shtml>

2.4. INSTRUMENTOS SIMPLES

2.4.1. Brújula: consiste en una caja donde se encuentra representada la rosa de los vientos, está compuesta por una aguja imantada que gira libremente 360° sobre un eje. Es un instrumento que siempre señala el norte magnético, la mitad de la aguja la cual indica el norte, tiene el nombre de aguja norte y la otra mitad, que es la que indica el sur se llama aguja sur. El polo magnético, no es el mismo que el polo geográfico, es por eso, que el ángulo que forman entre los dos se llama declinación magnética, desviándose ya sea para el Este o el Oeste y nombrándose ya sea declinación oriental o declinación occidental, según donde la aguja norte indique. La brújula se usa para la medición de rumbos y azimuts.

Ilustración 8 Brújula



Fuente: (Casanova Matera, 2002). Casanova Matera, L. (2002). *Topografía plana*. Mérida.

2.4.2 Cinta métrica: La cinta métrica mide la distancia que existe entre dos puntos, en ella se encuentra la medida del metro y las divisiones de esta. Se encuentra en diversos Materiales las más comunes son de tramado de fibra de carbón y de acero, las últimas se usan para medidas superiores a los 50 metros, para que sea resistente a la tracción. Las cintas de medida hasta los 30 metros son de fibra de carbón unidas por polímero de teflón.

Ilustración 9 Cinta métrica



Fuente del autor. Equipos existentes en la Universidad Santo Tomás.

2.4.3. Miras

2.4.3.1. Mira vertical: son reglas utilizadas en levantamientos topográficos, generalmente de fibra de vidrio o metal. Su longitud puede llegar hasta los 4 metros de largo, dividida en 4 partes plegables, facilitando su almacenamiento y transporte.

Las miras están graduadas en metros y decímetros. Sirven para las prácticas de nivelación.

Ilustración 10
Mira vertical



Fuente del autor. Equipos existentes en la Universidad Santo Tomás.

2.4.4. Trípode: es un instrumento que le proporciona apoyo a los instrumentos como el teodolito, la estación, generando estabilidad. Cuenta con una plataforma donde se ubica el instrumento y tres patas. La plataforma es de metal, donde tiene una perforación para poder centrar el instrumento, las patas proporcionan rigidez, terminando en punta para enterrarla con facilidad en el suelo.

Ilustración 11
Trípode



Fuente del autor. Equipos existentes en la Universidad Santo Tomás.

2.4.5. Plomada: es un instrumento metálico en forma de cono, que sirve para dar verticalidad a un punto, cuando es sostenida con un hilo. Las plomadas son también utilizadas para situar el teodolito o el nivel exactamente sobre el punto de la poligonal a medir o darle verticalidad a una mira o jalón.

*Ilustración 12
Plomada*



Fuente del autor. Equipos existentes en la Universidad Santo Tomás.

2.4.6. Prisma: Es un objeto circular formado por una serie de cristales que tienen la función de regresar la señal emitida por una estación total o teodolito. La distancia del aparato al prisma es calculada con base al tiempo que tarda en ir y regresar al emisor (estación total o teodolito).

*Ilustración 13
Prisma*



Fuente del autor. Equipos existentes en la Universidad Santo Tomás.

CAPITULO III

POSIBLES ERRORES

3.1. TEORÍA DE LOS ERRORES: La topografía debe ser lo más exacta y precisa posible, pero tanto los equipos como las personas que los están manejando no tienen una exactitud a su totalidad, es decir las mediciones no son perfectas.

Cuando se encuentra que existe una diferencia entre el valor tomado y el valor verdadero, es ahí cuando se dice que hay errores de cantidad.

3.2. FUENTES DE ERROR: pueden existir tres fuentes de error, que hacen que no se obtengan los valores exactos, ya sea por el operador, el instrumento o el clima.

Errores por el operador son aquellos, cuando al leer un valor por equivocación no es el correcto, si se confunde quizá un 9 con un 6, lo que ocasiona una lectura no exacta.

Errores instrumentales son aquellos que por mal estado de los instrumentos no se pueden tomar medidas confiables y exactas.

Errores naturales son aquellos que por variaciones del clima no se toman los valores exactos, es el caso de la cinta métrica, cuando está en un clima donde se encuentra demasiado viento, la lectura se verá afectada, pues no se encuentra una horizontalidad correcta.

3.3. EXACTITUD Y PRECISIÓN: la exactitud es que tan cerca se encuentra el valor tomado al valor real, mientras que la precisión indica, que tan perfecto se establece un resultado.

CAPITULO IV

ÁNGULOS Y DIRECCIONES

4.1. ÁNGULOS: Porción indefinida de plano limitada por dos líneas que parten de un mismo punto o por dos planos que parten de una misma línea y cuya abertura puede medirse en grados.

4.1.1. Clasificación de ángulos horizontales:

Ángulos Positivos. Se miden en el sentido horario es decir en el sentido de las manecillas del reloj. Se recomienda que se tomen los ángulos, siempre en sentido positivo para no tener posibles errores.

Ángulos Negativos: Se miden en el sentido anti horario es decir contrario a las manecillas del reloj. Si se confunde con el sentido del giro, pueden existir errores, es por eso que se recomienda tomar los ángulos en el sentido de las manecillas del reloj.

Ángulos Internos: Son los ángulos que se miden por la parte interna de un polígono, pueden ser negativos o positivos.

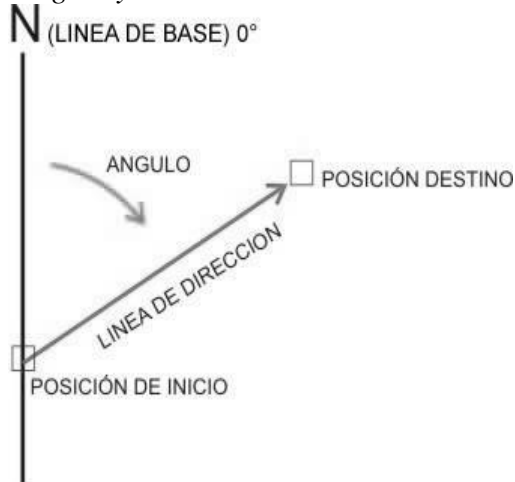
Ángulos Externos: Son los ángulos que se miden por la parte externa de un polígono, cuando se toma en dirección derecha son positivos, en el caso que se tomen en dirección izquierda serán negativos. Para verificar los ángulos externos se suman y dará un total de 360° .

4.1.2. Clasificación de ángulos verticales:

Ángulos de elevación: estos ángulos son medidos desde el plano horizontal hacia la parte de arriba llamada zenit. Estos ángulos son positivos.

Ángulos de depresión: Son ángulos medidos desde el plano horizontal hacia la parte de abajo también llamada nadir. Estos ángulos son negativos.

4.2. DIRECCIÓN: el ángulo que se forma con una línea base y una línea horizontal se llama dirección. El ángulo que da la dirección de la línea puede ser un Rumbo o un Azimut.

*Ilustración 14**Ángulo y dirección*

Fuente: (Mundo Trekking, 2017) Mundo Trekking. (3 de Julio de 2017). Obtenido de Mundo Trekking: http://www.mundotrekking.com/manual_trekking/orientacion_2_como_usar_la_brujula_puntos_cardinales_direcciones_compas.htm

4.3. MERIDIANO VERDADERO Y MAGNÉTICO:

“El meridiano verdadero es la recta imaginaria que une los polos geográficos Norte y Sur, los cuales son determinados por medio de observaciones astronómicas y donde para cada punto localizado sobre la superficie terrestre siempre tiene la misma dirección.

Esta línea imaginaria es utilizada como referencia para realizar la ubicación de cualquier línea que se encuentre sobre la superficie de la tierra.

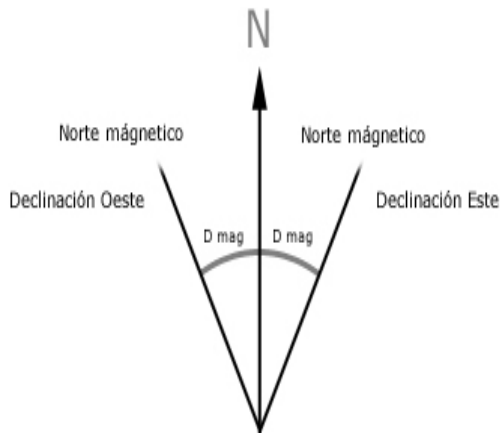
El meridiano magnético es la línea imaginaria que une los polos magnéticos de la tierra Norte y Sur, los cuales se determinan por medio de la brújula, no son paralelos a los meridianos verdaderos, pues los polos magnéticos se encuentran separados de los polos geográficos. No poseen una dirección definida, pues los polos magnéticos están en constante movimiento. Esta línea imaginaria también es utilizada como referencia para realizar la ubicación de cualquier línea que se encuentre sobre la superficie de la tierra.

Existe también el meridiano arbitrario que es una línea imaginaria, que se toma de forma arbitraria, a partir de la cual se inicia la lectura de los ángulos requeridos para la localización de un punto o para la realización de un levantamiento topográfico. Es de mucha utilidad en levantamientos en los cuales no se conoce la dirección de los meridianos geográficos o magnéticos, pero en donde su determinación es indispensable para la ubicación del objeto levantado, dentro de un plano.” (Torres Nieto & Villate Bonilla, 2001)

4.4. DECLINACIÓN E INCLINACIÓN MAGNÉTICA: La declinación es el ángulo que forma el meridiano magnético con respecto al meridiano geográfico. La declinación puede ser Este u Oeste.

La inclinación es el ángulo que hace la aguja con respecto a la horizontal, y sus valores varían entre 0° y 90° .

Ilustración 15
Declinación magnética



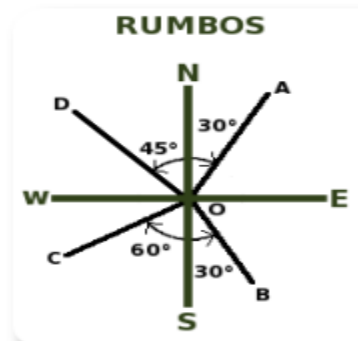
Fuente: (Track Lander, 2017). Track Lander. (30 de Junio de 2017). Obtenido de Track Lander: <http://tracklander.blogspot.com.co/2011/06/como-corregir-la-declinacion-magnetica.html>

4.5 RUMBO: es la dirección de una línea con respecto a un meridiano, formando un ángulo que varía entre de 0° y 90° arbitrariamente como meridiano. El rumbo se puede encontrar en

cualquiera de los cuatro cuadrantes. El rumbo se puede medir en cualquier sentido ya se en sentido de las manecillas del reloj o contrario a ellas.

Ilustración 16

Rumbo



EJEMPLO DE COMO CALCULAR UN RUMBO.

A: N 30° E

B: S 30° E

C: S 60° W

D: N 45° W

Fuente: (Doble Vía. Transporte e Ingeniería, 2017). Doble Vía. Transporte e Ingeniería. (6 de Julio de 2017). Obtenido de Doble Vía. Transporte e Ingeniería: <https://doblevia.wordpress.com/2007/03/19/rumbo-y-azimut/>

4.6 AZIMUT: es la dirección de una línea con respecto a un meridiano, a diferencia del rumbo el azimut puede formar ángulos que varían de 0° hasta los 360°, sin tener en cuenta los

Ilustración 17

Azimut

cuadrantes. Por lo general siempre es medido en sentido de las manecillas del reloj.



EJEMPLO DE COMO CALCULAR EL AZIMUT.

A: 30°

B: 150°

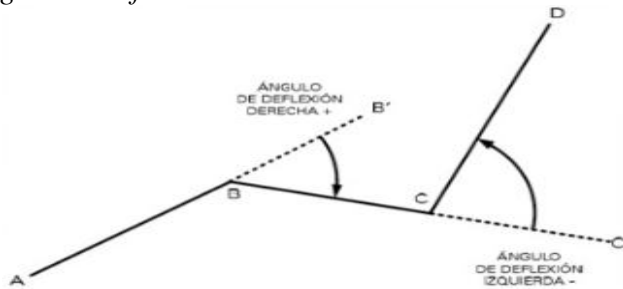
C: 240°

D: 315°

Fuente: (Doble Vía. Transporte e Ingeniería, 2017). Doble Vía. Transporte e Ingeniería. (6 de Julio de 2017). Obtenido de Doble Vía. Transporte e Ingeniería: <https://doblevia.wordpress.com/2007/03/19/rumbo-y-azimut/>

3.7 ÁNGULO DE DEFLEXIÓN: Es el ángulo que forma una línea de una poligonal con la prolongación de la línea anterior, estos ángulos son positivos si se toman a la derecha y negativos si son tomados a la izquierda.

Ilustración 18
Ángulo de deflexión



Fuente: (Basaldua Quispetupac, 2017). Basaldua Quispetupac, H. (6 de Julio de 2017). sliderShare. Obtenido de slidershare:https://es.slideshare.net/HectorBasalduaQuispetupac?utm_campaign=profiletracking&utm_medium=sssite&utm_source=ssslideview

CAPITULO V

PLANOS TOPOGRÁFICOS

Cuando se realiza un levantamiento topográfico es necesario que se represente gráficamente y en forma clara y precisa, pues estos planos serán usados en proyectos y deben ser entendibles para las personas que trabajaran sobre él. Se tiene que suministrar la mayor información posible de forma clara para que las mediciones, distancias y coordenadas sean de fácil obtención.

5.1. ROTULO: este debe tener en cuenta el título del levantamiento topográfico y la posición más indicada para colocarlo es la esquina inferior derecha. El tamaño debe estar en proporción al tamaño del mapa, Es necesaria la localización exacta de donde se realizó el levantamiento, el nombre de quien o quienes realizaron el levantamiento, la fecha en la cual se elaboró, los instrumentos usados para su realización, el área del terreno, la escala en la que se va a presentar el plano, ya sea escala numérica o escala gráfica y finalmente cuantos planos se presentan.

5.1.1. Escala: es la relación de reducción que existe entre la medida real en el terreno y la medida existente en el plano, ya que el terreno no se puede expresar en el papel en tamaño real. Las escalas pueden ser numéricas o gráficas.

5.1.1.1. Escala numérica: Esta escala se expresa en forma de fracción, lo que indica cuantas veces es más pequeño el dibujo que el terreno. Un ejemplo de la escala numérica es:

Escala: 1:500

Indicando que una unidad en el dibujo equivale a 500 unidades en el terreno. Es decir que el dibujo es 500 veces más pequeño que el terreno.

O también se podría decir que 1cm en el plano representa 100mts en el terreno, sería:

1cm: 100mts

Casi siempre la escala se representa en las mismas unidades, para que no haya necesidad de escribirlas. Es decir que la escala para el ejemplo anterior donde 1cm representa 100 metros en el terreno es:

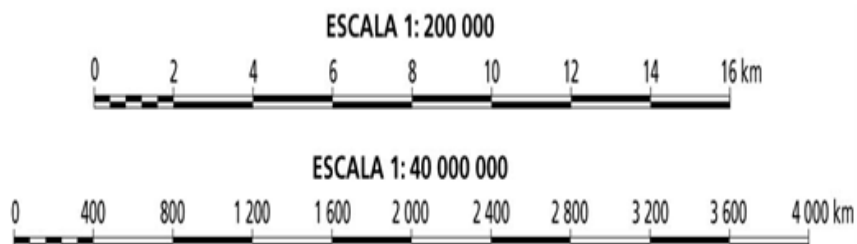
Escala 1: 10000

Tabla 1
Escalas

ESCALA	EN TERRENO	EN PLANO
1:100	1 m	1 cm
1:500	5 m	1 cm
1:1000	10 m	1 cm
1:2000	20 m	1 cm
1:5000	50 m	1 cm
1:10000	100 m	1 cm
1:40000	400 m	1 cm

5.1.1.2. Escala gráfica: Es una representación gráfica, consiste en una barra horizontal subdividida en un determinado número de unidades del terreno.

Ilustración 19
Escala gráfica



Fuente: (blinklearning, 2017). blinklearning. (8 de Julio de 2017). Obtenido de blinklearning: https://www.blinklearning.com/Cursos/c1119929_c62311039__La_representacion_de_la_Tierra.php

5.2. CUADRICULA: serie de rectas paralelas, con intervalos iguales, representando los ejes de las coordenadas que se usan en un mapa.

5.3. SÍMBOLO DE ORIENTACIÓN: se representa por medio de una flecha, Es la dirección norte. Para los mapas es importante, pues ayuda a la ubicación de quienes lo están interpretando.

Ilustración 20

Símbolo de orientación Norte



Fuente: (Pixabay, 2017). Pixabay. (8 de Julio de 2017). Obtenido de Pixabay: <https://pixabay.com/es/flecha-mapa-norte-orientaci%C3%B3n-152596/>

5.4. CONVENCIONES: son dibujos que designan los objetos en el terreno, para que exista más claridad y saber que se encuentra en el terreno, estos dibujos son dibujados a un tamaño considerado con la escala del mapa.

En la universidad Santo Tomás seccional Tunja, la facultad de ingeniería civil en la asignatura de Topografía y Fotogrametría se tiene en cuenta una guía para la presentación de planos, donde se indican las dimensiones y la ubicación del rotulo, la cuadrícula, la posición de la norte y por ultimo como son las adecuadas convenciones a usar en los planos topográficos a presentar. Las siguientes guías para la correcta realización de trabajos y planos son de autoría del ingeniero Miguel Ángel Toledo Castellanos docente de la facultad de Ing. civil.

ENTREGA DE INFORMES

ORDEN DEL INFORME

1. PORTADA
2. TABLA DE CONTENIDO
3. INTRODUCCION
4. OBJETIVOS
5. PROCEDIMIENTO DE CAMPO
6. CALCULOS
 - Fórmulas
 - Ejemplos
 - Cuadro de resultados
7. CALCULO DE LA ESCALA
8. GRADO DE PRECISION
9. CALCULO DEL AREA
10. CONCLUSIONES

Los informes deben presentarse a computador, con norma ICONTEC y con carpeta.

DOCUMENTOS A ENTREGAR

1. CARTERA DE CAMPO
(Se entrega al finalizar la práctica)
2. CARTERA DE OFICINA
 - Tránsito
 - Nivel
 - Topografía
3. INFORME O MEMORIA
4. DIBUJO O PLANO
(Tamaño exigido en la guía 1 y rodeado con cinta de enmascarar de 1 cm de ancho constante)

- Tachuelas o puntillas de 1" con cabeza
- Bayetilla o toalla.
- Crayola o vinilo.
- Plásticos (Para cubrir los aparatos)
- Estacas y/o tacos.
- Sombrillas.

Nombre del Levantamiento Grupo N° Nombres códigos Inicialdo (fecha) Terminado (fecha) Entregado (fecha)	Informe presentado al Ing. MIGUEL ANGEL TOLEDO CASTELLANOS en el área de Topografía y Fotogrametría
Universidad Santo Tomás Seccional Tunja Facultad de Ingeniería Civil Tunja 2014	ELEMENTOS ADICIONALES QUE CADA GRUPO DEBE LLEVAR A TODAS LAS PRÁCTICAS

UNIVERSIDAD SANTO TOMAS SECCIONAL TUNJA Guía para la presentación de planos	FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL TOPOGRAFIA Y FOTOGAMETRIA
	GUIA N°

ROTULO

UNIVERSIDAD SANTO TOMAS SECCIONAL TUNJA	
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL	
(Nombre del levantamiento topográfico)	
GRUPO N° (Nombres)	APARATOS (Códigos)
ESCALA :	FECHA :
5 cm	5 cm
6 cm	15 cm
2 cm	5 cm
1	2 cm
1	5 cm
10 cm	15 cm

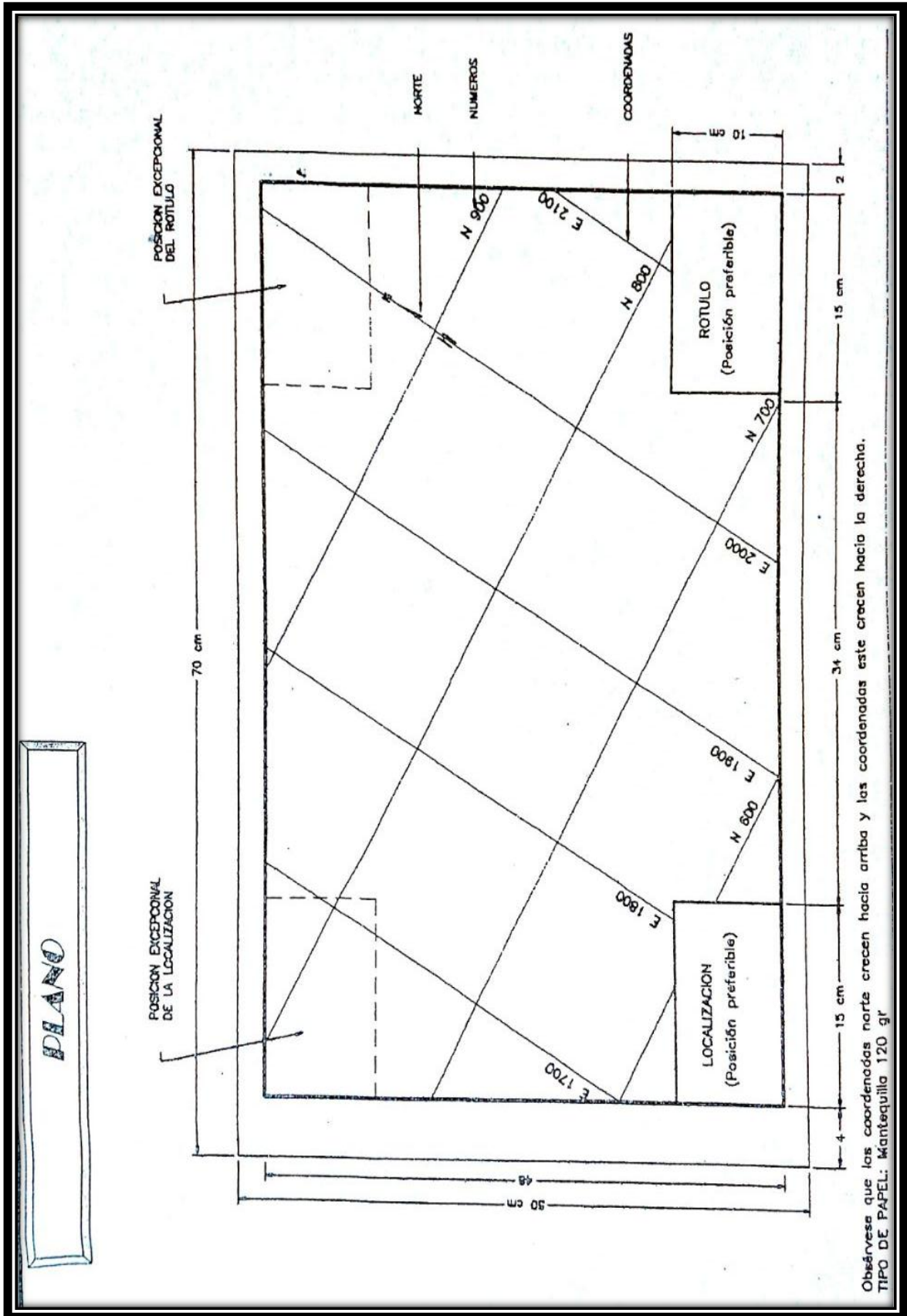
MARGEN (Calibre 2.5)





















MARGEN (Calibre 2.5)

2 cm

UTILIZAR PLANTILLA 100_80

UNIVERSIDAD SANTO TOMAS SECCIONAL TUNJA Guía para la presentación de planos	FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL TOPOGRAFIA Y FOTOGRAMETRIA
	GUIA N°



CONVENCIONES		UNIVERSIDAD SANTO TOMAS SECCIONAL TUNJA Guía para la presentación de planos	FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL TOPOGRAFIA Y FOTOGRAMETRIA	GUIA N°
1. LIMITES				
INTERNACIONAL				
DEPARTAMENTAL				
MUNICIPAL				
DE PROPIEDAD				
2. CERCAS				
CARCAVAS				
ALAMBRE DE PUAS				
ALAMBRE LISO				
PIEDRA				
SETOS				
MADERA				
ADOBE				
3. TUBERIAS				
ACUEDUCTO				
GASODUCTO				
ALCANTARILLADO				
ALCANTARILLADO EN PROYECTO				
4. LINEAS DE CONDUCCION				
ELECTRICA				
TELEFONICA				
5. POSTES				
ELECTRICOS				
TELEFONICOS				
TORRES ALTA TENSION				
			Diametros de 3 mm	

CONVENCIONES		ASFALTADA	CONCRETO	MACADAM	CARRETEABLE
<p>6. CARRETERAS</p>					
A GRAN ESCALA	(Mínimo 2 carriles de circulación Ancho a escala)				
A PEQUEÑA ESCALA	(Dimensiones más reducidas y menor volumen de tráfico)				
EN PROYECTO	(Lista para revestir con carpeta de asfalto. Ancho a escala)				
TROCHA	(Camino pequeño o sendero)				
<p>7. FERROCARRILES</p>					
DE UNA SOLA VIA	(Sólo una vía férrea)				
DE DOBLE VIA	(Ancho a escala)				
<p>8. PUENTES</p>					
EN CARRETERA					
EN FERROCARRIL					
EN PROYECTO					
<p>9. TUNELES</p>					
EN CARRETERA					
EN FERROCARRIL					

CONVENCIONES		UNIVERSIDAD SANTO TOMAS SECCIONAL TUNJA Guía para la presentación de planos	FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL TOPOGRAFIA Y FOTOGRAMETRIA	GUIA N°
10. USOS DEL SUELO				
PASTOS				
PANTANOS				
ARBOLES				
PALMERAS				
CULTIVOS				
EDIFICACION				
CASA				
ZONAS VERDES				
JARDINES				
11. CORRIENTES DE AGUA				
RIO				
QUEBRADA				
ACEQUIJA				
LAGO				
Los bordes son de mayor espesor y los trazos interiores van interrumpidos				
Los anchos a escala - En el centro el nombre y la dirección de la corriente				
12. OTRAS CONVENCIONES				
CURVAS DE NIVEL				
En negro multiplos de 5 mts y el resto en sephia				
LINDERO NO MATERIALIZADO				
LINDERO MATERIALIZADO				
LINEA DE POLIGONAL				
BM		Diámetros máximo de 3 mm	SOLO EN GEODESIA:	
VERTICE DE POLIGONAL O PUNTO DE TRANSITO			ESTACION DE TRIANGULACION	
TAPA ALCANTARILLA			ESTACION GEODESICA	

CAPITULO VI

MEDICIONES CON CINTA

6.1. MEDICIÓN DE DISTANCIAS EN TERRENO PLANO:

Para determinar las distancias en terreno plano se colocan los jalones en los extremos de la línea que se quiere medir. La medida se hace con 2 personas llamadas cadeneros, el cadenero trasero y el cadenero delantero.

En el punto de inicio se ubica el cadenero trasero con el inicio de la cinta métrica y el cadenero delantero avanza hasta el extremo contrario hasta llegar al punto deseado, o hasta una longitud igual a la cinta métrica.

Los cadeneros se comunican por medio de señales o verbalmente, el cadenero trasero debe indicar al cadenero delantero si se encuentra o no alineado correctamente.

Cuando el cadenero delantero este en la posición correcta, este tensionara la cinta y dejara caer la plomada, indicando un punto. El cadenero trasero se desplazara a este punto y se repetirá el procedimiento las veces que sea necesario hasta terminar completamente la medición.

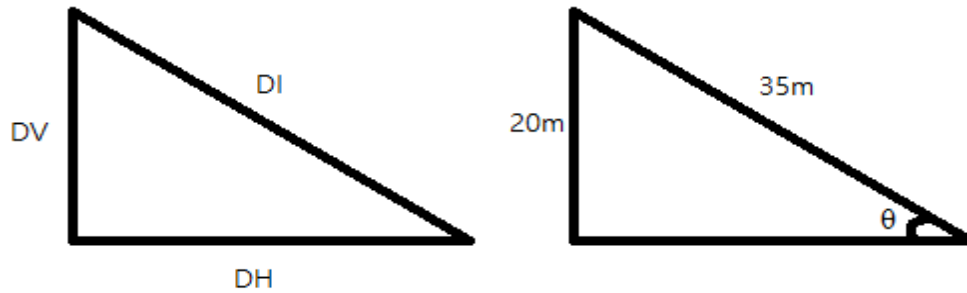
La suma de las medidas parciales será el resultado de la medida entre los puntos de interés.

6.2. MEDICIÓN EN TERRENO INCLINADO:

En este proceso se dificulta un poco el trabajo, la ubicación de los dos jalones se hace de la misma forma como si se fuera a medir la distancia en un terreno plano, sin embargo las medidas no se pueden realizar de esta manera, por ello es necesaria dividir la medida total en varias partes hasta alcanzar la medida deseada.

En cada punto se deja caer la plomada, asegurando la posición correcta de los puntos medidos.

Para conocer la distancia horizontal entre dos puntos, se toma el ángulo de inclinación o la diferencia de altura entre los puntos.



Dónde:

DI: distancia inclinada

DH: distancia horizontal

DV: distancia vertical

Par el cálculo del seno de θ se tiene en cuenta la relación entre la distancia vertical con la distancia inclinada. Para el cálculo de la distancia horizontal se multiplica el coseno de θ con la distancia inclinada. Así:

$$\text{sen}\theta = \frac{DV}{DI} \quad \theta = \text{sen}^{-1}\left(\frac{DV}{DI}\right)$$

$$DH = DI * \text{cos } \theta$$

Ejemplo: se tiene una distancia vertical de 20 metros, la distancia inclinada es de 35 metros, hallar θ y la distancia horizontal.

$$\text{sen}\theta = \frac{20}{35} \quad \theta = \text{sen}^{-1}\left(\frac{20}{35}\right) \quad \theta = 35^\circ$$

$$DH = 35 * \text{cos } 35^\circ \quad DH = 29m$$

6.3. POSIBLES ERRORES AL MEDIR CON CINTA

El viento puede ser un causal de errores a la hora de medir con cinta ya que impide que esta conserve su rectitud, produciendo valores diferentes a los reales.

Cuando no se conserva la horizontalidad de la cinta métrica, es posible que los valores den muchos mayores a los reales, esto se puede evitar si más personas verifiquen que la cinta este totalmente recta y conserve la horizontalidad con el punto que se desea medir.

La formación de catenaria es causada por el peso propio de la cinta, formando una curva, esto se puede evitar si la persona que está a cargo de la cinta la tensiona lo suficiente, contrarrestando este fenómeno.

Otro factor que puede alterar la medición con cinta, es el material de esta, pues debido a la tensión y a la temperatura este puede alargarse o contraerse.

El cadenero delantero debe tener presente la importancia que tiene al conservar su alineamiento con los respectivos jalones, evitando errores.

6.4. EQUIVOCACIONES AL MEDIR CON CINTA

Una equivocación puede ser que no se mida una parte del terreno, es por eso necesario llevar un control de lo que puntos se han medido.

Las anotaciones mal hechas en la cartera de campo y confundir un número con otro, también sería una equivocación,

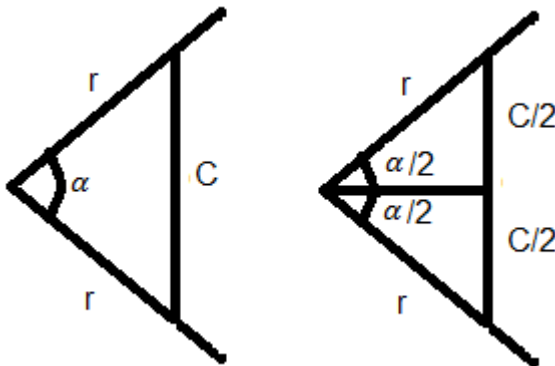
Se puede equivocar la persona que está midiendo con la cinta e incluya o disminuya cierta cantidad de centímetros, por mala lectura de la cinta métrica.

6.5. MEDICIÓN DE ÁNGULOS CON CINTA

El método para encontrar los ángulos simplemente usando la cinta métrica es el siguiente:

En cada uno de los puntos de la poligonal se materializa un radio en cada alineamiento. El valor del radio varía dependiendo de las condiciones del terreno, este puede ir de 10 a 30 metros.

Se mide la cuerda resultante entre los dos alineamientos.



Se calcula el ángulo de la siguiente forma:

$$\text{sen } \frac{\alpha}{2} = \frac{C/2}{r} = \frac{C}{2r}$$

$$\alpha = 2 \text{ sen}^{-1} \left(\frac{C}{2r} \right)$$

Ejemplo: se tiene un radio de 15m y una cuerda de 15 metros, cuál será el ángulo?

$$\alpha = 2 \text{ sen}^{-1} \left(\frac{15}{2 * 15} \right)$$

$$\alpha = 60^\circ$$

CAPITULO VII

GUIA N° 1.

LEVANTAMIENTO CON CINTA Y JALÓN.

7.1. PROCEDIMIENTO EN CAMPO:

Ubicar el lote correspondiente

Una vez llegado al lote, se reconoce el terreno. Es necesario que se haga un recorrido para definir aproximadamente sus linderos, ubicando provisionalmente los posibles vértices para la medición.

Se materializan los puntos o estaciones, trazando una poligonal, con estacas.

Como este levantamiento no requiere de ningún aparato topográfico de precisión, El terreno se divide en triángulos preferiblemente, siendo necesaria la medición indirecta de ángulos, por medio de radios y cuerdas en cada vértice.

Cuando se requiera la toma de detalles tanto por izquierda como por derecha, se toma una longitud sobre el alineamiento y luego se toma la distancia perpendicular hasta el detalle que se desea medir. Si la toma de longitud se hace con el sentido de las manecillas del reloj, los detalles de izquierda, quedaran por fuera del alineamiento, mientras que los de derecha quedaran por dentro.

7.2. INSTRUMENTOS:

1 Cinta métrica.

1 Maceta

Estacas

Jalones

Plomada

$$\alpha = 2 \operatorname{sen}^{-1} \left(\frac{C}{2r} \right)$$

Cálculo de la sumatoria de ángulos internos

$$\sum_0 \alpha_1 + \alpha_2 \dots \dots \alpha_n$$

Cálculo de la sumatoria teórica de ángulos internos:

$$\sum_{t=(n-2)} * 180$$

Donde n es el número de vértices.

Cálculo de error de cierre angular

$$\varepsilon = \sum t - \sum o$$

Corrección por vértice

$$C = \frac{\varepsilon}{n}$$

Cálculo del área por triángulos

$$A = \frac{b * h}{2} = \frac{b * c}{2} * \operatorname{sen} \alpha = \sqrt{p(p-a) * (p-b) * (p-c) * (p-n)}$$

Donde p es el semiperímetro es decir la suma de los lados de cada triángulo dividido en dos.

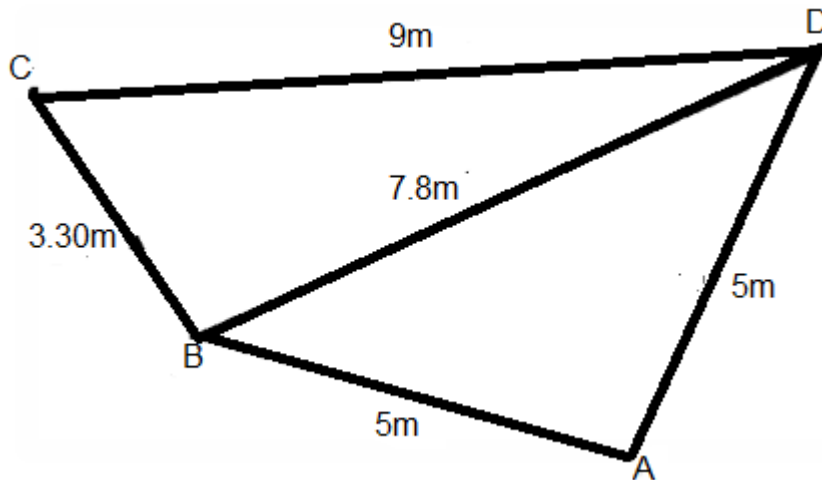
Cálculo del polígono

$$A_{poligono} = A_1 + A_2 + \dots + A_n$$

Para el cálculo de los detalles, se halla el área de las figuras geométricas que se encuentren.

Área total del terreno se calcula con la suma del área total del polígono con el área de los detalles que se encuentran por fuera de este, al resultado de la operación anterior se le resta el área de los detalles que se encuentran dentro del polígono.

7.5. EJEMPLO



Cálculo de los ángulos:

PUNTO	RADIO	CUERDA	ÁNGULO
A	1	1,6	106° 15' 37''
B	1	1,8	128° 18' 58''
C	1	1	60° 00' 00''
D	1	1	60° 00' 00''

$$\alpha = 2 \operatorname{sen}^{-1} \left(\frac{1,6}{2 \cdot 1} \right) \quad \alpha = 106^{\circ} 15' 37''$$

Sumatoria de ángulos internos

$$\Sigma_0 = 106^{\circ} 15' 37'' + 128^{\circ} 18' 58'' + 60^{\circ} 00' 00'' + 60^{\circ} 00' 00'' \quad \Sigma_0 = 354^{\circ} 34' 35''$$

Sumatoria teórica

$$\Sigma_t = (4 - 2) \cdot 180 = 360^{\circ}$$

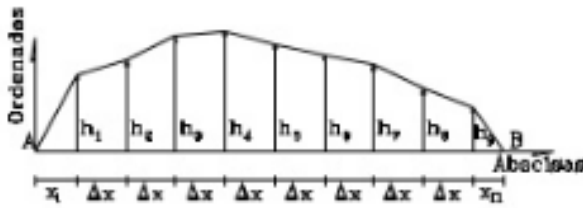
error de cierre angular

$$\varepsilon = 360^{\circ} - 354^{\circ} 34' 35'' \quad \varepsilon = 5^{\circ} 25' 25''$$

Corrección por vértice

$$C = \frac{5^{\circ} 25' 25''}{4} \quad C = 1^{\circ} 21' 21''$$

Fórmula del área por trapezios



Fuente: (Casanova Matera, 2002). Casanova Matera, L. (2002). Topografía plana. Mérida.

$$\text{Área de los trapezios} = \Delta x \left[\frac{h_1 + h_n}{2} + h_2 + h_3 + h_4 \dots \dots + h_{n-1} \right]$$

Área por izquierda de A-B:

$$1. \frac{1,5m+1m}{2} * 1,5m = 1,875m^2$$

$$2. \frac{1,8m+1,5m}{2} * 3,5m = 3,3m^2$$

$$3. \frac{1,3m+1,8m}{2} * 5m = 2,325m^2$$

Para este ejercicio en el alineamiento A-B no existe detalles por derecha.

Área por izquierda B-C

$$1. \frac{1,6m+1,4m}{2} * 1m = 1,5m^2$$

$$2. \frac{1,2m+1,6m}{2} * 2m = 1,4m^2$$

$$3. \frac{1m+1,2m}{2} * 3,3m = 1,43m^2$$

Para este ejercicio en el alineamiento B- C no existe detalles por derecha.

Área por izquierda C-D

$$1. \frac{1,2m+2m}{2} * 3m = 4,8m^2$$

Área por derecha C-D

$$1. \frac{2m+1,5m}{2} * 6m = 5,25m^2$$

$$2. \frac{2,5m+2m}{2} * 9m = 6,75m^2$$

Área por izquierda D-A

$$1. \frac{1,9m+3m}{2} * 2,6m = 6,37m^2$$

$$2. \frac{2,8m+1,9m}{2} * 3,7m = 2,585m^2$$

$$3. \frac{2,3m+2,8m}{2} * 5m = 3,315m^2$$

Para este ejercicio en el alineamiento D-A no existen detalles por derecha.

Para hallar el área total. Se requiere saber el área del polígono completo, la suma de las áreas de los detalles tanto por izquierdas como por derechas

$$\text{Área total del polígono} = 24,86m^2$$

$$\text{Área de detalles por izquierda} = 28,9m^2$$

$$\text{Área de detalles por derecha} = 12 m^2$$

Como el levantamiento se realizó en sentido de las manecillas del reloj se suma el área total del polígono con el área de detalles por izquierda, y por último a ese resultado se le resta el área de los detalles por derecha.

$$\text{Área total} = 24,86m^2 + 28,9m^2 - 12 m^2$$

$$\text{Área total} = 41,76m^2$$

CAPITULO VIII

GUIA N° 2

LEVANTAMIENTO POR RADIACION SIMPLE

Los teodolitos tienen tres tornillos para nivelar, para nivelar el equipo la norma del pulgar izquierdo consiste en que dos de los 3 tornillos se giren simultáneamente, ya sea para adentro o para afuera, siempre y cuando los dos se muevan al mismo tiempo.

Una vez la burbuja se encuentre centrada el equipo se gira 90° , ya es esta posición el tercer tornillo es el que va a nivelar únicamente.

8.1. PROCEDIMIENTO EN CAMPO:

Este levantamiento es muy sencillo cuando el área del terreno es pequeña y es posible que desde solo un punto se pueda dar lectura de distancias y ángulos a los vértices. Es sencillo a la vez porque solo se requiere del uso del teodolito y la cinta métrica.

Lo primero que se debe realizar es tener clara la ubicación del terreno.

Reconocimiento de toda el área del terreno para poder ubicar más fácilmente el centro del lote, donde se verán todos los vértices y detalles que se deseen tomar.

Con las estacas materializar cada uno de los puntos o vértice incluyendo el del centro del terreno.

Se ubica y se nivela el equipo, con la norma del pulgar izquierdo como anteriormente se explicó.

Ya nivelado el equipo, este se pone en ceros en el plano horizontal, en este caso se ubica la norte magnética, verdadera o arbitraria, a partir de la cual se toma los azimuts.

Desde el punto central del terreno donde se encuentra ubicado el equipo, se empieza a medir cada uno de los azimuts, hasta los vértices correspondientes.

8.2. INSTRUMENTOS

Teodolito y trípode

Brújula

Cinta métrica

Plomadas

Jalones

8.3. MODELO DE CARTERA DE CAMPO:

Tabla 3

Modelo de cartera de campo. Levantamiento radiación.

LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO POR RADIACION						
FECHA	UBICACIÓN					
ELABORO:						
Δ	\odot visto	DIST. (metros)	AZIMUT			OBSERVACIONES
			grados	minutos	segundos	

Fuente del autor

En la primera columna se anota la estación, en este levantamiento solo existirá una ya que solamente se amarrará y nivelará el tránsito una vez.

La segunda columna es para cada uno de los vértices o puntos observados, en esta columna también van incluidos los detalles.

La tercera columna es la distancia que hay entre el equipo y cada uno de los puntos que se quieren observar.

La casilla de azimut son los grados que son leídos por el teodolito, dando la ubicación de cada uno de los puntos.

8.4. FÓRMULAS PARA LOS RESPECTIVOS CÁLCULOS

Verificación del error de cierre en ángulo

$$\varepsilon = \alpha_{inicial} - \alpha_{final}$$

Cálculo de rumbos: para calcular los rumbos se necesita de cada uno de los azimuts, ya que donde se encuentren estos se tendrá una forma diferente de calcularlos. Al igual cada uno tiene un cuadrante depende de donde este el azimut.

AZIMUT	RUMBO	CUADRANTE
0-90	AZIMUT	NE
90-180	180°-AZIMUT	SE
180-270	AZIMUT-180°	SW
270-360	360°-AZIMUT	NW

Cálculo de proyecciones: cuando ya se calcula cada uno de los rumbos y conociendo las distancias donde se encuentra el equipo y cada uno de los puntos, las proyecciones se pueden calcular así:

Proyección de latitud: Distancia * coseno del rumbo

Proyección de longitud: Distancia* seno del rumbo

Teniendo en cuenta que la proyección de latitud se para el Norte y el Sur, mientras que las proyecciones de longitud son para Este y Oeste. También es importante saber que las proyecciones Norte serán positivas al igual que las de Este, mientras que las proyecciones Sur y Oeste son negativas. Cálculo de las coordenadas: cuando no se conocen las coordenadas reales se asumen valores arbitrarios. El cálculo de coordenadas va respecto a las proyecciones anteriormente mencionadas calculándose así

Coordenadas norte = coordenadas Norte base o arbitrarias + proyecciones Norte

- Proyecciones Sur

Coordenadas Este= coordenadas Este base o arbitrarias + proyecciones Este

- Proyecciones Oeste

En el momento que se estén calculando las coordenadas, se tiene que tener en cuenta cada uno de los signos de las proyecciones.

Cálculo del área: el área para este levantamiento se halla a partir de las coordenadas, el método más usual es el siguiente:

⊙ visto	NORTE		ESTE
1	N1	→	E1
2	N2	→	E2
3	N3	→	E3
4	N4	→	E4
1	N1	←	E1

$$A = \frac{\sum \rightarrow - \sum \leftarrow}{2}$$

$$A = \frac{((N_1 * E_2) + (N_2 * E_3) + (N_N * E_N)) - ((E_1 * N_2) + (E_2 * N_3) + (E_N * N_N))}{2}$$

8.5. EJEMPLO

Δ	⊙ visto	DIST. (metros)	AZIMUT			
			grados	minutos	segundos	DECIMAL
A						
	1	17	25	7	10	25,11944
	2	15,5	76	30	20	76,50556
	3	41,8	120	45	16	120,7544
	4	38,6	155	47	30	155,7917
	5	34,6	168	36	0	168,6
	6	24,3	237	45	50	237,7639
	7	28,7	320	14	46	320,2461
	1	18,4	25	7	10	25,11944

Verificación del error de cierre en ángulo

$$\varepsilon = 25^\circ 7'10 - 25^\circ 7'10$$

$$\varepsilon = 0^\circ 0'0''$$

CAPITULO IX

GUIA N° 3

LEVANTAMIENTO POR INTERSECCIÓN DE VISUALES

Se diferencia del levantamiento por radiación, en que este no toma distancias a todos los puntos del lote, es decir solo se toma una distancia base para encontrar las otras distancias del terreno.

Se deben seleccionar dos puntos dentro del terreno, en los cuales se puedan observar los demás puntos con facilidad.

9.1. PROCEDIMIENTO EN CAMPO

Es de vital importancia la ubicación y el reconocimiento del terreno, para saber qué tan grande es y en donde se podrían ubicar cada uno de los puntos, permitiendo la visibilidad de todos.

Se seleccionan dos puntos dentro del terreno, con los cuales se pueda dar una visual a los demás puntos.

Se materializa en uno de los puntos ubicados dentro del terreno el tránsito, se nivela con el método de pulgar izquierdo, como se nombró en levantamiento anterior.

Se materializa la norte magnética y el equipo se pone en ceros en el plano horizontal con respecto a la norte.

Ya ubicados en el primer punto se dispone a la toma de cada uno de los ángulos a los vértices de la poligonal, al igual se toma el ángulo que forma desde la primera estación a la segunda, midiendo su distancia.

Se verifica que el ángulo de cierre en la primera estación coincida satisfactoriamente.

Se nivela el tránsito en la segunda estación, pero esta vez no se toma el plano horizontal con la norte magnética, sino que el equipo ya nivelado, da una vista a la estación anterior y allí marca ceros.

Se mide al igual los ángulos para cada uno de los vértices y se realiza solamente la medición de la distancia de la estación dos a la estación uno. Esto con el fin de hacer un promedio de cuál es la distancia real.

9.2. INSTRUMENTOS

Tránsito y trípode

Brújula

Cinta métrica

Plomadas

Jalones

9.3. MODELO DE CARTERA DE CAMPO:

Tabla 4

Modelo de cartera de campo. Levantamiento intersección de visuales.

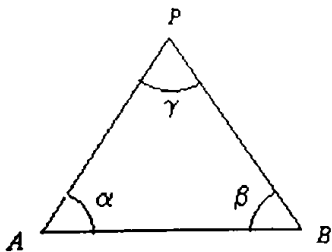
LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO POR INTERSECCION DE VISUALES					
FECHA	UBICACIÓN				
ELABORO:					
Δ	Θ visto	AZIMUT Y ANGULO			OBSERVACIONES
		grados	minutos	segundos	

Fuente del autor

9.4. FÓRMULAS PARA LOS RESPECTIVOS CÁLCULOS.

Para el desarrollo de este levantamiento, se conocen los azimuts y la distancia respecto de una estación a otra, como los azimuts ya son conocidos desde la primera estación, solo se tendrá que hallar las distancias de esta estación a cada uno de los vértices y después de ya tener las distancias, se hace el mismo procedimiento que en el levantamiento de radiación.

Para el cálculo de las distancias se tendrá que resolver un triángulo básico a partir de relación de senos:



$$\overline{AP} = \frac{\text{sen } \beta}{\text{sen } \gamma} * \overline{AB}$$

Dónde:

\overline{AP} = Distancia del punto A al punto observado

β = ángulo interno en el punto observado

\overline{AB} = base medida promedio.

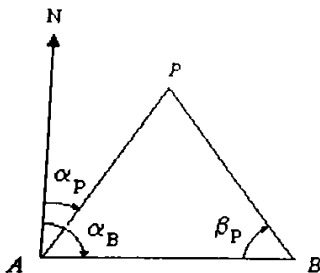
Para la obtención de las distancias se tendrá que tener en cuenta 3 casos.

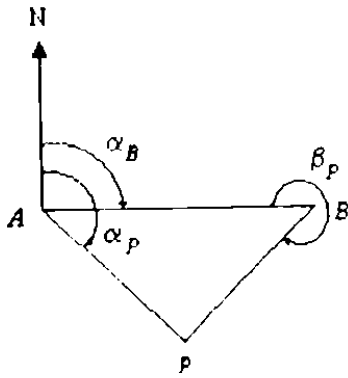
CASO 1:

$$\alpha = \alpha_B - \alpha_P$$

$$\beta = \beta_P$$

$$\gamma = 180 - \alpha - \beta$$



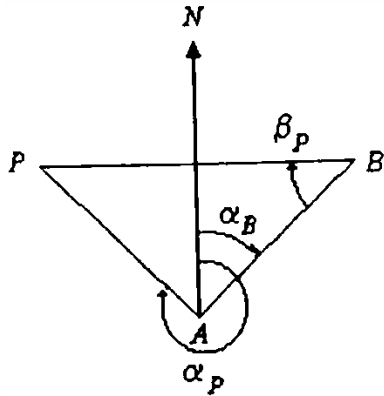


CASO 2

$$\alpha = \alpha_P - \alpha_B$$

$$\beta = 360 - \beta_P$$

$$\gamma = 180 - \alpha - \beta$$



CASO 3

$$\alpha = 360 - \alpha_P + \alpha_B$$

$$\beta = \beta_P$$

$$\gamma = 180 - \alpha - \beta$$

Verificación del error de cierre en ángulos para cada estación:

$$\varepsilon = \alpha_{inicial} - \alpha_{final}$$

Cálculo de la base medida promedio:

$$\overline{AB} = \frac{AB + BA}{2}$$

Para el cálculo de las distancias es importante realizar los respectivos cálculos de la tabla, teniendo en cuenta cada uno de los casos de triángulos anteriormente vistos, ya que puede variar un punto respecto a otro por los cálculos.

$$\overline{AP} = \frac{\text{Sen } \beta}{\text{Sen } \gamma} * AB$$

CÁLCULO DE LAS DISTANCIAS						
PUNTO	α_p	β_p	A	B	γ	$\bar{A}B$

Como se había explicado luego de completar la tabla y se obtiene la distancia de cada punto, se podrá obtener el cálculo de los rumbos, proyecciones, coordenadas y área total del terreno.

Estos cálculos son desarrollados como se hizo con el levantamiento de radiación, levantamiento anterior.

9.5. EJEMPLO:

Este ejemplo fue tomado del libro de Topografía del ingeniero Luis Gabriel Márquez Díaz.

Δ	☉ visto	DIST. (metros)	AZIMUT Y ANGULO			
			grados	minutos	segundos	DECIMAL
A						
	1	132,8679	25	7	0	25,11667
	2	142,3772	88	25	0	88,41667
	3	54,85372	143	25	0	143,4167
	4	51,05675	291	3	0	291,05
	5	120,1055	302	21	0	302,35
	6	168,8948	348	50	0	348,8333
	1	132,8679	25	7	0	25,11667
	B	87,75	48	12	0	48,2
B						
	A	87,75				
	1		123	30	0	123,5
	2		257	9	0	257,15
	3		329	30	0	329,5
	4		22	15	0	22,25
	5		43	47	0	43,78333
	6		89	20	0	89,33333
	1		123	30	0	123,5

Error de cierre en ángulo

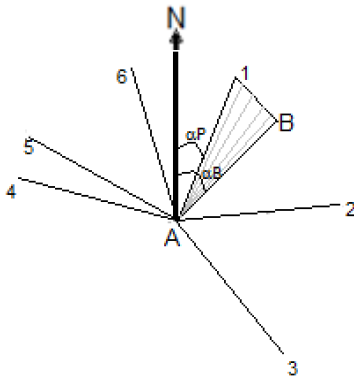
$$\varepsilon = \alpha_{inicial} - \alpha_{final} \quad \varepsilon = 25^{\circ} 7' 0 - 25^{\circ} 7' 0 \quad \varepsilon = 0^{\circ} 0' 0''$$

Base medida promedio

$$\overline{AB} = \frac{85,75 + 85,75}{2} \quad \overline{AB} = 85,75 \text{ m}$$

Cálculo de distancias:

Para el punto 1 se usa la misma fórmula ya que cumplen con el caso 1.



Como se puede observar el ángulo α_P se encuentra fuera del triángulo mientras α_B si lo está. Es por eso que se usa el caso 1

$$\alpha = \alpha_B - \alpha_P$$

$$\beta = \beta_P$$

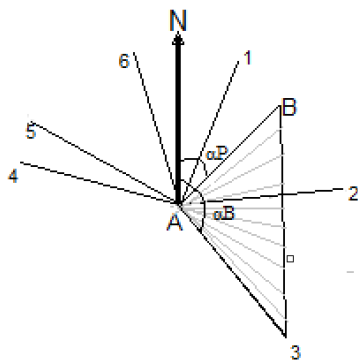
$$\gamma = 180 - \alpha - \beta$$

$$\alpha = 48^{\circ} 12' 0'' - 25^{\circ} 07' 0'' = 23^{\circ} 05' 0''$$

$$\beta = 123^{\circ} 30' 0''$$

$$\gamma = 180 - 23^{\circ} 05' 0'' - 123^{\circ} 30' 0'' = 33^{\circ} 25' 0''$$

Distancia= 132, 86m



Para el punto 2 y 3 se usa el caso 2:

Como se puede observar el ángulo α_P se encuentra dentro del triángulo mientras α_B no lo está. Es por eso que se usa el caso 2:

$$\alpha = \alpha_P - \alpha_B$$

$$\beta = 360 - \beta_P$$

$$\gamma = 180 - \alpha - \beta$$

$$\alpha = 143^{\circ} 25' 0'' - 48^{\circ} 12' 0'' = 95^{\circ} 13' 0''$$

DECIMAL	RUMBO		PROYECCIONES		COORDENADAS		
	N-S	SEXAGESIMAL	E-W	NORTE(+) SUR (-)	OESTE (+) ESTE (-)	NORTE	ESTE
						500	500
25,1166667	N	25° 07' 00' '	E	120,30462	56,3974821	620,30462	556,397482
88,417	N	88° 25' 00' '	E	3,93400407	142,322811	503,934004	642,322811
36,5833333	S	36° 35' 00' '	E	-44,0470386	32,6923424	455,952961	532,692342
68,95	N	68° 57' 00' '	W	18,3386917	-47,6495966	518,338692	452,350403
57,65	N	57° 39' 00' '	W	64,2672012	-101,464512	564,267201	398,535488
11,1666667	N	11° 10' 00' '	W	165,697251	-32,7087725	665,697251	467,291227
25,1166667	N	25° 07' 00' '	E	120,30462	56,3974821	620,30462	556,397482
48,2	N	48° 12' 00' '	E				
236,5	N	236° 30' 00' '	E				
102,85	N	102° 51' 00' '	E				
30,5	N	30° 30' 00' '	E				
337,75	N	337° 45' 00' '	E				
316,216667	N	316° 13' 00' '	E				
270,666667	N	270° 40' 00' '	E				
236,5	N	236° 30' 00' '	E				

El cálculo del área se realiza de la misma forma como se calculó en el levantamiento de radiación.

$$AT = \frac{\Sigma y - \Sigma x}{2}$$

$$AT = \frac{2302125m^2 - 2248136m^2}{2}$$

$$AT = 26994,41m^2$$

CAPITULO X

GUIA N° 4

LEVANTAMIENTO POR POLIGONALES

Los levantamientos con poligonal son usados casi siempre para terrenos grandes, consiste en trazar un polígono donde se pueda determinar el área del terreno y los detalles. Existen dos tipos de poligonal:

Poligonal abierta

Poligonal cerrada

Se diferencian en que la poligonal abierta empieza en un punto y termina en otro, después de abarcar el terreno, a diferencia de las cerradas, las cuales parten desde un punto para regresar a este mismo cuando se termine de recorrer el terreno.

En trazado de carreteras, los alcantarillados y demás se aplica la poligonal abierta, mientras que para la medición de lotes se usa la medición por poligonal cerrada.

Cuando se está realizando el levantamiento con sentido a las manecillas del reloj se están midiendo ángulos externos, en cambio sí por el contrario es en contra de las manecillas del reloj que se está realizando el levantamiento se están midiendo ángulos internos.

10.1. PROCEDIMIENTO DE CAMPO.

Se tiene que inspeccionar el lugar donde se va a realizar el levantamiento topográfico, reconociendo el terreno y observar cual es el mejor lugar para cada una de las estaciones.

Se nivela el tránsito en la primera estación, materializando la norte magnética y colocando en ceros el equipo. Se lee el azimut de la estación 1 a la estación 2, se toma la distancia que existe entre las dos estaciones y se toman detalles, cabe aclarar que los detalles pueden hacerse de cualquier forma ya sea por radiación o intersección de visuales.

Se levanta el equipo y se transporta a la estación 2, nivelándolo y centrándolo adecuadamente, pero esta vez sin materializar la norte magnética, siempre se da vista atrás es decir a la estación, y se pone el equipo en cero. De la estación 2 se toma el ángulo hasta la estación 3. Este procedimiento se repite las veces que sea necesario, es decir que la estación pase por todos los vértices, dando vista a la estación anterior.

Cuando se llegue nuevamente a la estación 1 se nivela el tránsito, y se lee el ángulo a la estación 2 para verificar el cierre de la poligonal.

10.2. INSTRUMENTOS:

Tránsito y trípode

Brújula

Cinta métrica

Plomada

Jalones

Estacas

10.3. MODELO DE CARTERA DE CAMPO:

Tabla 5

Modelo de cartera de campo. Levantamiento por poligonales.

LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO POR POLIGONAL						
FECHA	UBICACIÓN					
ELABORO:						
Δ	Θ visto	DIST. (metros)	AZIMUT Y ANGULOS			OBSERVACIONES
			grados	minutos	segundos	

Fuente del autor

10.4. FÓRMULAS PARA LOS RESPECTIVOS CÁLCULOS

Error de cierre permitido

$$\varepsilon p = a * n$$

Donde

a: aproximación del tránsito

n= número de vértices de la poligonal

También se podría designar:

$$\varepsilon p = a\sqrt{n}$$

Error de cierre cometido:

$$\varepsilon = \sum t - \sum o$$

Dónde:

Σt =suma teórica

Σt =suma observada

Se tiene que tener en cuenta cómo se va a realizar el levantamiento ya que la suma teórica puede cambiar.

Con ángulos externos: $(n + 2) * 180^\circ$

Con ángulos internos: $(n - 2) * 180^\circ$

Ángulos de deflexión = 360°

Corrección angular:

$$c = \frac{\varepsilon}{n}$$

Los cálculos de los azimuts y los rumbos también van respecto de cómo se realice el levantamiento:

Si es por ángulos internos el contraazimut del alineamiento anterior se suma con el ángulo interno.

Si es por ángulos externos el contraazimut del alineamiento anterior se suma con el ángulo externo.

Si es por ángulo de deflexión es la suma del azimut del alineamiento anterior más el ángulo de deflexión a la derecha menos el ángulo de deflexión a la izquierda.

Si por algún motivo los azimuts superan los 360°. debe restarse del azimut encontrado 360° y se obtendrá el azimut verdadero.

Los contraazimuts se hallan sumando 180° si el azimut es menor a 180° y se resta 180° si cuando el azimut es mayor a 180°

Los rumbos las distancias y las coordenadas se hallan de la misma manera que los levantamientos pasados.

Para el caso del ajuste de la poligonal, para que las proyecciones den sumas iguales es decir que el cierre sea perfecto se usan las siguientes fórmulas:

$$C_{NS} = \frac{\delta_{NS}}{\sum N + \sum S} * \text{respectiva proyeccion}$$

$$C_{EW} = \frac{\delta_{EW}}{\sum E + \sum W} * \text{respectiva proyeccion}$$

$$\delta_{NS} = \sum N - \sum S$$

$$\delta_{EW} = \sum E - \sum W$$

El cálculo de las coordenadas se realiza con el mismo método de los anteriores levantamientos, pero en este caso se usan las proyecciones ya corregidas.

Para la obtención de los azimuts reales se tuvo en cuenta los contraazimutes se restó 180 a los que eran mayores de 180° y se le sumo 180° a aquellos que eran menores de 180°. En algunos de los azimuts daban valores mayores a 360°, los cuales se les resto este valor.

AZIMUT					
DECIMAL		Sexagesimal	grados	minutos	segundos
149,09167	149,09167	149° 05' 30' ''	149	5	30
596,35905	236,35905	236° 21' 33' ''	236	21	32,571429
236,57087	236,57087	236° 34' 15' ''	236	34	15,142857
305,91325	305,91325	305° 54' 48' ''	305	54	47,714286
355,41675	355,41675	355° 25' 00' ''	355	25	0,2857143
390,57357	30,573571	30° 34' 25' ''	30	34	24,857143
447,75206	87,752063	87° 45' 07' ''	87	45	7,4285714
509,09167	149,09167	149° 05' 30' ''	149	5	30

Luego de obtener los valores de azimut se dispone al cálculo de los rumbos, proyecciones y coordenadas, de la misma manera de los levantamientos anteriores, esto con el fin de hallar el área del terreno.

RUMBO				
DECIMAL	SEXAGESIMAL			
	N-S			E-W
30,9083333	S	30° 54' 30' ''		E
123,641	N	123° 38' 27' ''		W
123,429	N	123° 25' 45' ''		W
305,913254	N	305° 54' 48' ''		E
-175,416746	S	175° 25' 00' ''		E
-149,426429	S	149° 25' 35' ''		W
272,247937	N	272° 14' 53' ''		W
30,9083333	S	30° 54' 30' ''		E

PROYECCIONES		PROY CORREGIDAS		COORDENADAS	
NORTE(+) SUR (-)	OESTE (+) ESTE (-)	NORTE(+) SUR (-)	OESTE (+) ESTE (-)	NORTE	ESTE
				500	500
-10,4674805	6,26672577	-10,3955884	6,23780516	489,604412	506,237805
-5,79470132	-8,70821662	-5,75490253	-8,74840458	483,849509	497,489401
-4,18687856	-6,34271613	-4,15812251	-6,37198743	479,691387	491,117413
4,0472621	-5,58835123	4,07505924	-5,61414118	483,766446	485,503272
9,34003733	-0,74873411	9,40418596	-0,75218948	493,170632	484,751082
6,32817903	3,73853583	6,37164182	3,72128269	499,542274	488,472365
0,45460418	11,5810809	0,45772646	11,5276348	500,00	500,00

Se tiene que tener en cuenta que para este tipo de levantamientos no importa las coordenadas que se pongan ya que son arbitrarias, lo que demuestra que el procedimiento y los cálculos están bien, al final las coordenadas sean iguales a las iniciales.

Cálculo del área

$$AT = \frac{\Sigma \backslash - \Sigma \swarrow}{2}$$

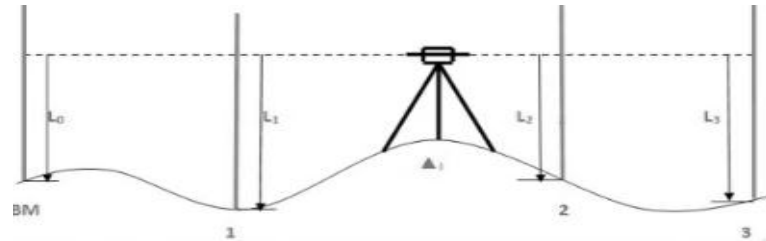
$$AT = \frac{1692388m^2 - 1691798m^2}{2}$$

$$AT = 294,9069m^2$$

CAPITULO XI

GUIA N°5

NIVELACION SIMPLE



11.1. PROCEDIMIENTO EN CAMPO

Se observa el terreno y se detalla en donde se puede ubicar el nivel de precisión.

Se pone el nivel de precisión en punto fijo donde se pueda ver todos los puntos, para el cálculo de su cota, mediante lecturas de mira, sobre cada uno de ellos.

Ya ubicado y nivelado el nivel se detalla si se puede ver el BM de partida y todos los puntos.

La primera lectura que se realiza es a la mira, que está ubicada en el BM en forma vertical.

Como la cota del BM es conocida desde el principio, y teniendo la primera lectura de la mira, se puede calcular inmediatamente la altura del instrumento así:

$$H_{ins} = COTA\ BM * L_m$$

Dónde:

H ins: altura del instrumento

COTA BM: es la cota que se conoce del BM

Lm: es la lectura de la mira. Cada vez que se realice una lectura sobre un punto que tiene una cota conocida, inmediatamente se tendrá una vista atrás se sumara a la cota del punto dando como resultado la altura del instrumento.

$$H_{ins} = COTA + V(+)$$

La vista atrás se expresa casi siempre como $V(+)$

Luego de conocer la altura instrumental, se dispone a colocar la mira en el punto que se quiera nivelar, todo punto que no tenga una cota conocida es llamada vista intermedia $V(I)$.

En general la expresión queda como:

$$COTA = H_{ins} - V(I)$$

11.2. MODELO DE CARTERA:

Tabla 6

Modelo de cartera. Nivelación simple

NIVELACION SIMPLE					
FECHA	UBICACIÓN				
ELABORO:					
PUNTO	VISTA ATRÁS V(+)	H instrumento	VISTA INTERMEDIA	COTA	OBSERVACIONES

Fuente del autor

11.3. EJEMPLO

PUNTO	VISTA ATRÁS V(+)	H instrumento	VISTA INTERMEDIA V(I)	COTA	OBSERVACIONES
BM	4,5	2504,5		2500	
1			4,7	2499,8	
2			4,52	2499,98	
3			3,94	2500,56	
4			3,72	2500,78	
5			3,52	2500,98	

Se tienen 5 puntos los cuales se desea saber sus respectivas cotas se sabe que la cota del BM inicial es de 2500 m.s.n.m.

Se ubica el nivel dando una vista atrás dando como resultado 4,50m.

Se halla la altura del instrumento:

$$H_{ins} = 2500 + 4,50m \qquad H_{ins} = 2504,5m$$

Luego de conocer la altura del instrumento se tomaron las vistas intermedias de cada uno de los puntos dando como resultado:

Punto 1: 4,70

Punto 2: 4,52

Punto 3: 3,94

Punto 4: 3,72

Punto 5: 3,52

Finalmente se puede conocer cada una de las cotas de los puntos restando de la altura del instrumento las vistas intermedias de cada uno de los puntos así:

$$cota\ 1 = 2504,5 - 4,70m \qquad cota\ 1 = 2499,8m$$

$$cota\ 2 = 2504,5 - 4,52m \qquad cota\ 2 = 2499,98m$$

$$cota\ 3 = 2504,5 - 3,94m \qquad cota\ 3 = 2500,56m$$

$$cota\ 4 = 2504,5 - 3,72m \qquad cota\ 4 = 2500,78m$$

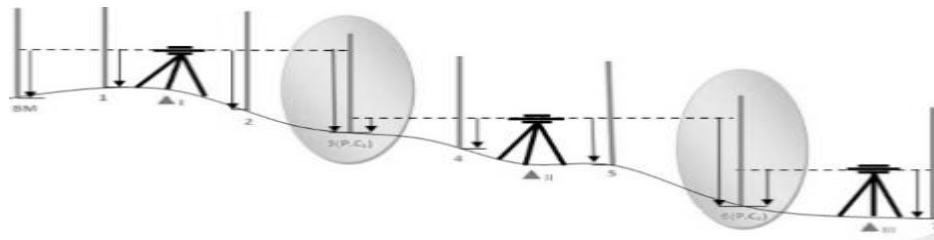
$$cota\ 5 = 2504,5 - 3,52m \qquad cota\ 5 = 2500,98m$$

CAPITULO XII

GUIA N°6

NIVELACION COMPUESTA

Cuando el terreno es inclinado y no se tiene visión de todos los puntos desde un solo lugar, se convierte en una serie de nivelaciones simples, ya que obliga a desplazar el nivel de precisión más de una vez, se dice que es una serie de nivelaciones simples ya que están ligadas unas con otras.



12.1. PROCEDIMIENTO EN CAMPO

Se ubica el nivel de precisión donde se pueda observar la mayoría de los puntos incluyendo el BM. Se toma la lectura al BM e inmediatamente se calcula la altura del instrumento

$$H_{ins} = COTA\ BM + lm$$

Se nivela cada uno de los puntos que sean visibles y fáciles para su lectura, sabiendo ya la altura del instrumento y la lectura de la mira en cada punto.

$$cota\ 1 = H_{ins} - lm$$

Cuando no se puedan observar más puntos. Se coloca la mira en un punto de cambio, se toma una vista adelante para poder terminar su cota, la vista adelante se designa así V(-),

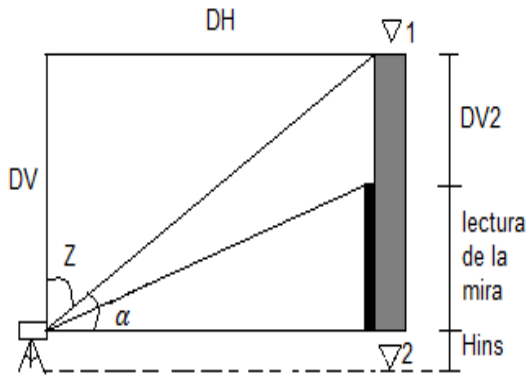
$$COTA\ \# 1 = H_{ins} - V(-)$$

dejando la mira en ese punto, se traslada el equipo hacia adelante, nivelándolo nuevamente y tomando una vista atrás donde está la mira, así pudiendo calcular nuevamente la altura instrumental.

CAPITULO XIII

NIVELACION TRIGONOMETRICA

13.1 CASO 1



En este caso el equipo se encuentra por debajo del objeto, formando ángulos en cada una de las visuales, Para poder hallar la altura total se plantea que:

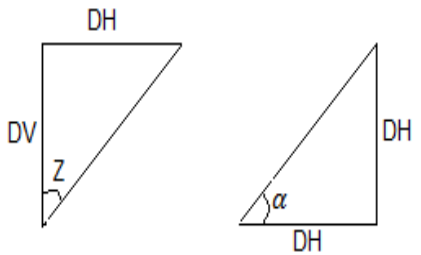
$$\nabla 1 = BM + Hins + DV$$

$$\nabla 2 = BM + Hins + DV2 - \text{lectura de mira}$$

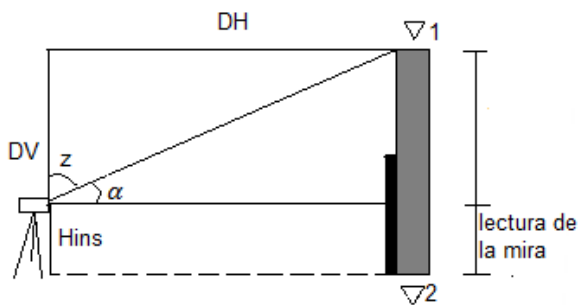
$$H \text{ total} = \nabla 1 - \nabla 2$$

$$DV2 = \text{Tan } \beta * DH$$

$$DV = \frac{DH}{\text{Tan } z}$$



13.2. CASO 2

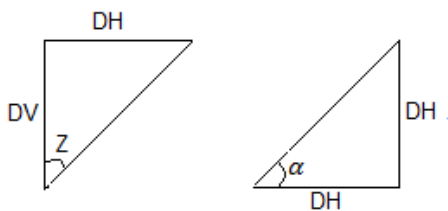


En este caso el equipo se encuentra a una altura similar a la del objeto, formando menos ángulos que el caso anterior, es el metodo mas sencillo pues no hay tantos ángulos y se usa las siguientes fórmulas:

$$\nabla 1 = BM + Hins + DV$$

$$\nabla 2 = BM + Hins - \text{lectura de mira}$$

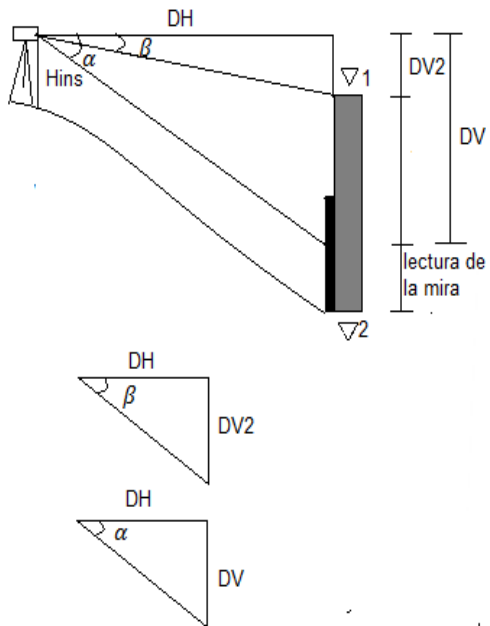
$$H \text{ total} = \nabla 1 - \nabla 2$$



$$DV = \text{Tan } \alpha * DH$$

$$DH = \frac{DV}{\tan z}$$

13.3. CASO 3



El equipo se encuentra mucho más arriba que el objeto, siendo un parecido al caso 3.

$$\nabla 1 = BM + Hins - DV2$$

$$H \text{ total} = \nabla 1 - \nabla 2$$

$$DV2 = \tan \beta * DH$$

$$DH = \frac{DV2}{\tan \beta}$$

CAPITULO XIV

LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO POR ESTACION TOTAL

14.1. NIVELACION DE LA ESTACION TOTAL:

La nivelación de la estación total se realiza igual a la nivelación del teodolito es decir:

Se debe tener en cuenta primero un punto el cual será la base para la ubicación de la estación total.

El trípode se ubica en este punto, tratando de que quede lo más centrado posible, teniendo en cuenta que la mesilla del trípode este lo más horizontal que se pueda.

La estación total se coloca en la mesilla del trípode fijándose y asegurando su estabilidad.

Se fija por completo una de las patas del trípode en el terreno, quedando inmóvil y sirviendo como eje.

Se mira la plomada óptica, y tomando las dos patas del trípode que no están fijas al terreno, se levantan lentamente hasta llegar a ver el punto de referencia centrado.

Se observa el nivel de burbuja también conocido como ojo de pollo, para saber en qué lado se encuentra la inclinación. Cuidadosamente se va deslizando las patas del trípode, pero en este caso una a la vez, hasta que el nivel quede centrado.

En este caso es probable que la plomada óptica no este centrada con el punto de referencia inicial, es por eso que se puede aflojar un poco el tornillo de fijación de la estación total con el trípode y deslizar con cuidado la estación total hasta que este centrado nuevamente.

Existe el nivel horizontal, el cual se tiene que nivelar con los tres tronillos nivelantes. Para esto se tiene que poner el nivel horizontal paralelo a dos de los tres tornillos nivelantes girándolos simultáneamente hacia adentro o hacia afuera, logrando que la burbuja quede centrada.

Inmediatamente se gira la estación total 90 grados, quedando en dirección del tornillo faltante, este tornillo es el único que se gira hasta que la burbuja del nivel horizontal quede centrada.

Realizando todos los pasos anteriores se chequea que todo este ajustado y nivelado, así se rectifica que el equipo está listo para medir.

14.2. FUNCIONES DE LOS BOTONES: La estación tiene varios mandos de botones










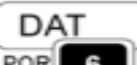





Ilustración 21

Pantalla de la estación total electrónica



Fuente: (NIKON, 2017) NIKON. (20 de Mayo de 2014). ARQ.com.mx. Obtenido de ARQ.com.mx: <http://documentos.arq.com.mx/Detalles/130630.html>

Tecla	Función
	Enciende o apaga el instrumento.
	Tecla de iluminación. Enciende o apaga la retroiluminación. Permite acceder a la ventana de 2 controles si se mantiene presionada durante un segundo.
	Muestra la pantalla MENU.
	Cambia el modo de introducción por teclas entre alfanumérico, numérico si se presiona cuando está en un campo PT o CD. Activa el modo CódRáp si se presiona cuando está en la Pantalla de medición básica (PMB).
	Graba datos medidos, pasa a la siguiente pantalla o confirma y acepta los datos que se han entrado en el modo de introducción. Se tiene la opción de grabar la medición como un registro CP en lugar de un registro SS, si mantiene presionada esta tecla durante un segundo en la Pantalla de medición básica (PMB). El instrumento saca los datos de medición actuales (PT, AH, AV y DG) en el puerto COM si presiona dicha tecla en la pantalla PMB o en una pantalla de observación de Replant. (Las configuraciones de Dato gra deben configurarse en COM.)
	Vuelve a la pantalla anterior. En el modo numérico o alfanumérico, elimina la introducción.

Tecla	Función
	Inicia la medición de distancia, utilizando las configuraciones del modo de medición de la tecla [MSR1] . Muestra las configuraciones del modo de medición, si se mantiene presionada durante un segundo.
	Inicia la medición de distancia, utilizando las configuraciones del modo de medición para la tecla [MSR2] . Muestra las configuraciones del modo de medición, si se mantiene presionada durante un segundo.
	Pasa a la siguiente pantalla disponible. Cambia los campos que aparecen en las pantallas PAN1, PAN2 y PAN3, si se mantiene presionada durante un segundo.
	Muestra el menú Angulo.
	Muestra el menú Configuración estación. En el modo numérico, introduce el 7. En el modo alfanumérico, introduce A, B, C ó 7.
	Muestra el menú Replant. Muestra las configuraciones de replanteo, si se mantiene presionada durante un segundo. En el modo numérico, introduce el 8. En el modo alfanumérico, introduce D, E, F ó 8.
	Muestra el menú Med punto despl. En el modo numérico, introduce el 9. En el modo alfanumérico, introduce G, H, I ó 9.
	Muestra el menú Program., que contiene programas de medición adicionales. En el modo numérico, introduce el 4. En el modo alfanumérico, introduce J, K, L ó 4.
	En el modo numérico, introduce el 5. En el modo alfanumérico, introduce M, N, O ó 5.
	Muestra datos RAW, XYZ o EST, según la configuración. En el modo numérico, introduce el 6. En el modo alfanumérico, introduce P, Q, R ó 6.
	Ejecuta la función asignada a la tecla [USR1] . En el modo numérico, introduce el 1. En el modo alfanumérico, introduce S, T, U ó 1.
	Ejecuta la función asignada a la tecla [USR2] . En el modo numérico, introduce el 2. En el modo alfanumérico, introduce V, W, X ó 2.
	Abre una ventana donde puede introducir un código. El valor de código por defecto es el último código introducido. En el modo numérico, introduce el 3. En el modo alfanumérico, introduce Y, Z, un espacio o 3.
	Muestra el menú Altura de prisma (HOT), que incluye las configuraciones Altura de prisma, Temp-Pres, Objeto, Registro de notas y PT predet. En el modo numérico, introduce - (menos). En el modo alfanumérico, introduce . (punto), - (menos) o + (más).
	Muestra el indicador de burbuja. En el modo numérico, introduce el 0. En el modo alfanumérico, introduce *, /, =, ó 0.

14.3. PROCEDIMIENTO EN CAMPO:

Después de nivelar la estación total con los procedimientos anteriores, se inicia el levantamiento por estación total de la siguiente manera:

La estación ya está ubicada donde se pueda observar la mayoría de los puntos, como antes se explicó cada uno de los botones que tiene la pantalla de la estación, se procede a prender con el botón POWER.

Se materializa la norte magnética, para que el ángulo horizontal quede en ceros.

Se necesita tomar un BM, tomando su ángulo azimut desde la norte y tener en cuenta este valor al momento de introducirlo en la configuración de la estación.

En el teclado se encuentra la tecla HOT que sirve para cambiar la altura del prisma.

Se da inicio a un nuevo trabajo, oprimiendo la tecla menú y en la opción 1 damos ENTER y creamos un nuevo trabajo con la tecla MSR1, asignándole un respectivo nombre al trabajo.

Luego se configura la estación con la tecla STN o también conocida con el número 7, dando coordenadas conocidas arbitrarias poniendo como estación 1 y en código se puede definir como EST 1, luego se pide la altura del instrumento, esta medida se toma desde el suelo hasta la marca central del instrumento, terminando con la tecla ENTER.

La vista atrás se pide tanto en coordenadas como en ángulo, es decir que como ya tenemos un BM con un azimut anteriormente calculado, damos en la opción de ángulo e introduciendo el valor del azimut y a partir de ese momento se realizará la toma de cada uno de los puntos y los detalles que se desean obtener en el levantamiento, colocando el prisma sobre cada uno de los puntos y con la estación mirando hacia el lente del prisma, oprimiendo la tecla MSR1 para recibir el rayo desde el prisma y así obtener los ángulos deseados.

Cuando desde la estación 1 no se alcanza a visualizar más puntos para el levantamiento se tiene que cambiar a una estación 2, para el cambio de esta se visualiza desde la estación 1 a donde se va a colocar la estación 2 y se cambia de nombre a estación 2.

Es necesario que el equipo se apague para su traslado y luego, ya que este en el lugar de la estación 2, se nivele nuevamente y se prenda, abriendo el trabajo donde se está realizando el levantamiento.

Luego se configura nuevamente la estación pero en este caso el nombre será estación 2, la altura del instrumento se debe ingresar nuevamente con la medida que existe desde el suelo, hasta la marca central de la estación, y en la vista atrás ya no es necesario el ángulo, sino las coordenadas conocidas que serían la estación 1.

Seguido de esto se procede a tomar los puntos y los detalles para el levantamiento, si se tiene que realizar otro cambio de estación se repite el procedimiento desde el cambio a la estación 2.

Es de vital importancia y se tiene que tener en cuenta de que nombre tiene cada estación, para que en el caso de las coordenadas se digite exactamente el nombre y la estación total arroje los datos verdaderos.

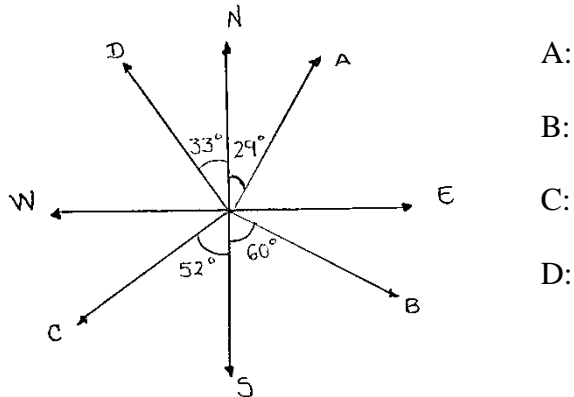
Finalmente todos los datos obtenidos y guardados en la estación se podrán exportar a un computador y seguido de esto se podrán ver desde un programa como AutoCAD.

CAPITULO XV

EJERCICIOS

15.1. EJERCICIOS PARA PRACTICAR.

- ¿Cuál es el rumbo para A,B,C y de que muestra la siguiente figura?



A:

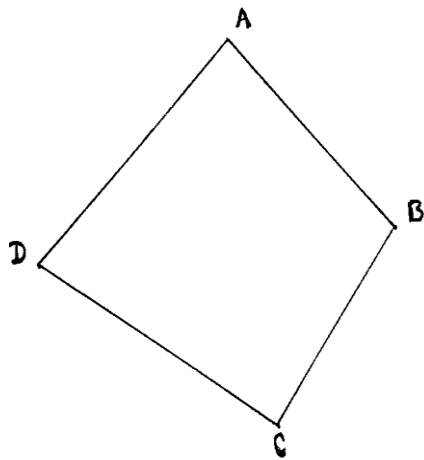
B:

C:

D:

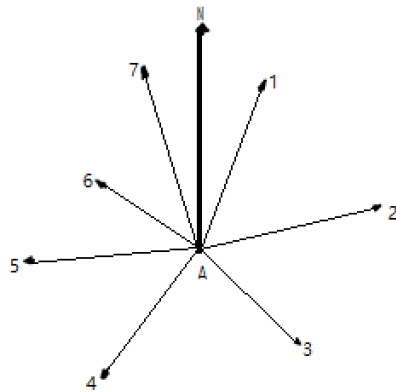
- ¿Cuál es el rumbo si se tiene un azimut de $129^\circ 30' 47''$?
- ¿Cuál es el rumbo si se tiene un azimut de $255^\circ 25' 73''$?
- ¿Si se tiene un rumbo de $S 40^\circ 03' 15'' W$ cuál sería su azimut?
- ¿Si se tiene un rumbo de $N 73^\circ 28' 07''$ cuál sería su azimut?
- Se desea dibujar una línea de acueducto que mide 360 metros. Para esto se usará una escala de 1: 900. ¿Cuantos centímetros debe tener la línea que se dibujará en el plano?
- Si se tiene una vía dibujada, con longitud de 12,5 centímetros en un plano y está a una escala de 1:2500, ¿cuál será la longitud real de la vía?
- Si se tiene una vía de longitud de 4 kilómetros y en el plano esta dibujada y mide 8 centímetros. ¿Qué escala se usó para dibujar la vía en el plano?
- En el terreno se midió un ángulo de $17^\circ 45' 23''$ y una distancia vertical entre dos puntos de 15 metros, ¿cuál es la distancia horizontal de este terreno?

- Si se tiene una distancia inclinada de 39 metros $23^{\circ} 54' 21''$ ¿cuál es la distancia horizontal y cuál es la distancia vertical?
- Si se tiene un radio de 13m y una cuerda de 20,65 m ¿cuál es el ángulo formado?
- ¿Cuál será el ángulo cuando se tiene un radio de 10 metros y una cuerda de 25metros?
- De acuerdo a lo visto en este manual y siguiendo el modelo de cartera para un levantamiento con cinta y jalón determine el área total del terreno que se muestra a continuación y teniendo en cuenta los siguientes datos:



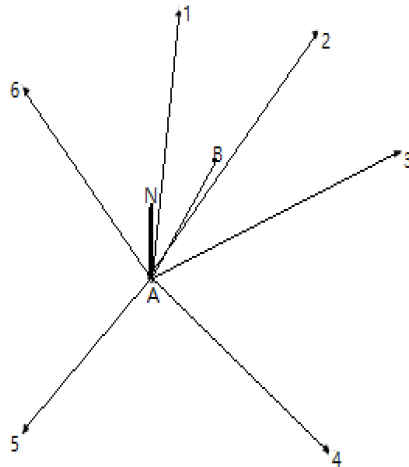
Δ	E visto	DIST. (metros)	RADIO	CUERDA	DETALLES	
					IZQUIERDA	DERECHA
A	1	0			1,35	
	2	2,3			1,9	
	3	3,5			2,2	
	4	4,5			2,15	
B		4,5	1	1,5		
B	5	0			1,11	
	6	2,5			1,56	
	7	3,4			2,1	
	8	3,85			1,8	
C		3,85	1	1,4		
		7,4				
C	9	0			2,3	
	10	2,7			1,9	2,2
	11	4				1,6
	12	5,5				1
D		5,5	1	1,5		
D	13	0			1,2	
	14	2,21			0,9	
	15	3,8			0,5	
	16	5,3			2,6	
A		5,3				
			1	1,1		

- De acuerdo a lo visto en este manual y siguiendo el modelo de cartera para un levantamiento por radiación simple determine el área total del terreno que se muestra a continuación y teniendo en cuenta los siguientes datos:



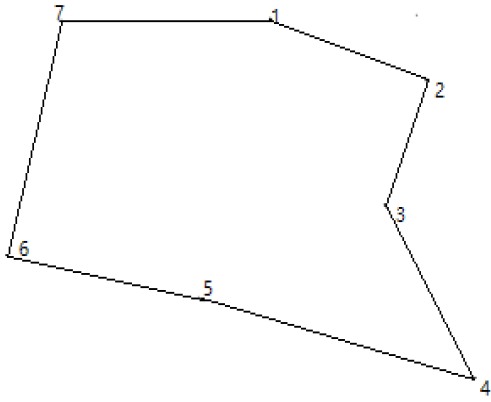
LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO POR RADIACION						
FECHA	UBICACIÓN					
ELABORO:						
Δ	θ visto	DIST. (metros)	AZIMUT			OBSERVACIONES
			grados	minutos	segundos	
A						
	1	20	20	4	5	
	2	13,5	72	0	0	
	3	32,7	134	35	3	
	4	20,76	215	25	24	
	5	31,9	263	4	0	
	6	27,6	301	23	16	
	7	28,7	342	15	46	
	1	15,9	19	56	37	

- De acuerdo a lo visto en este manual y siguiendo el modelo de cartera para un levantamiento por intersección de visuales determine el área total del terreno que se muestra a continuación y teniendo en cuenta los siguientes datos:



LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO POR INTERSECCION DE VISUALES						
FECHA	UBICACIÓN					
ELABORO:						
Δ	θ visto	AZIMUT			OBSERVACIONES	
		grados	minutos	segundos		
A						
	1	10	4	38		
	2	43	56	13		
	3	70	23	13		
	4	127	43	56		
	5	227	12	23		
	6	319	34	56		
	B	37	12	21	DISTANCIA A Y B 5m	
	1	9	35	2		
B	A				DISTANCIA A Y B 5m	
	1	127	42	45		
	2	192	23	43		
	3	234	12	21		
	4	297	33	34		
	5	7	23	19		
	6	70	45	38		
	1	127	21	18		

- De acuerdo a lo visto en este manual y siguiendo el modelo de cartera para un levantamiento por poligonal cerrada determine el área total del terreno que se muestra a continuación y teniendo en cuenta los siguientes datos:



LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO POR POLIGONAL						
FECHA	UBICACIÓN					
ELABORO:						
Δ	Ø visto	DIST. (metros)	AZIMUT			OBSERVACIONES
			grados	minutos	segundos	
1	NORTE					
1	2	17,20	110	22	32	
2	3	12,300	270	34	0	
3	4	18,000	130	23	34	
4	5	28,700	312	13	56	
5	6	21,000	172	33	38	
6	7	23,200	174	18	29	
7	1	22,000	256	38	23	
1			111	29	12	

CONCLUSIONES.

La realización de este manual de topografía es la recopilación para el desarrollo de levantamientos topográficos, desde el punto de vista altimétrico y planimétrico, es por eso que se indagaron los procedimientos que se deben realizar en campo y los métodos de cálculo necesarios para la obtención de resultados confiables, mediante la aplicación de los conceptos matemáticos desarrollados en cada uno de ellos para el trabajo en oficina y que servirán como una ayuda a los estudiantes de ingeniería civil y demás personas interesadas.

Aunque se tiene una referencia de cómo hacer cada uno de los levantamientos se debe tener precaución con la toma de datos en campo y la nivelación del equipo, para poder desarrollar satisfactoriamente los cálculos en oficina y obtener los resultados esperados.

El manual es una recopilación de los procedimientos más sencillos de la realización de levantamientos topográficos, se debe de tener en cuenta que es una ayuda para complementar lo visto en clase.

GLOSARIO

TÉRMINOS TOPOGRÁFICOS.

Altimetría: Parte de la Topografía que comprende los métodos y procedimientos para determinar y representar la altura o cota de cada uno de los puntos respecto a un plano de referencia. Con ella se consigue representar el relieve del terreno.

Altimétrico: Conjunto de operaciones necesarias para obtener las cotas o alturas respecto al plano de comparación.

Ángulo: Figura formada por dos líneas rectas que se cortan.

Azimut: Ángulo que forma una línea con la dirección Norte-Sur, medida de 0° a 360° en el sentido de las manecillas del reloj.

Coordenadas: Cada una de las magnitudes que determinan la posición de un punto en un sistema de referencia.

Cota: Cifra que representa la altitud de un punto con respecto a la superficie del nivel de referencia.

Dirección: Se denomina dirección de una recta, al ángulo horizontal existente esa recta y otra que se toma como referencia.

Distancia: Separación entre dos puntos cualesquiera.

Error: Error causado por confusión, falta de cuidado o ignorancia, incluyendo, pero no limitado a: transposición de números al escribirlos en HI o al leer el HI incorrectamente, ocupando el punto equivocado.

Escala: Relación que existe entre la medida de un segmento sobre el papel y la medida de su homólogo en la realidad. $\text{Escala} = \text{Plano} / \text{Terreno} = 1/D$ (Denominador de la Escala)

Estación: Punto materializado en el terreno y a menudo indicado por una señal, donde se coloca el instrumento de observación para efectuar medidas topográficas o geodésicas.

Exactitud: Grado de aproximación de una magnitud a un valor libre de errores sistemáticos.

Forma: Se soluciona con las proyecciones.

Goniómetro acimut o acimutal: se le denomina al que mide ángulos horizontales.

Levantamiento topográfico. Es el conjunto de operaciones necesarias para determinar geoméricamente el contorno de una figura (relieve). Consta de levantamiento altimétrico y planimétrico.

Los problemas que tenemos son:

Nivel: Un nivel es un instrumento que nos representa una referencia con respecto a un plano horizontal.

Norte magnética: Dirección al norte determinada por el campo magnético de la Tierra, observable en la aguja horizontal de un compás o brújula.

Planimetría: Parte de la Topografía que comprende los métodos y procedimientos que tienden a conseguir la representación a escala, sobre una superficie plana, de todos los detalles interesantes del terreno prescindiendo de su relieve.

Planimetría: Conjunto de operaciones necesarias para obtener los puntos y definir la proyección sobre el plano de comparación.

Planos: Es un tipo de mapa, se utiliza cuando se quiere representar una extensión pequeña, sin tener que recurrir a la curvatura terrestre. También se denomina plano a la representación de elementos a escala.

Rumbo: Ángulo que forman el Norte Magnético con una dirección dada medido en el sentido de las agujas del reloj. Será inverso si se toma con la dirección opuesta a la dada.

Teodolitos: miden ángulos horizontales y verticales.

Topografía: Ciencia que estudia la representación de un terreno sobre un plano. Para las representaciones topográficas se supone que la Tierra es plana, al menos la porción que se va a representar; para superficies mayores es necesario tener en cuenta la curvatura terrestre y en ese caso se encarga la cartografía y la geodesia. En topografía de terrenos pequeños se utiliza el sistema acotado.

BIBLIOGRAFÍA

Almiron Torres, D. (12 de Octubre de 2012). SlideShare. Obtenido de SlideShare: <https://es.slideshare.net/sgfsggsg/instrumentos-topograficos-c1>

Apuntes de clase de topografía y fotogrametría año 2013-II. Universidad Santo Tomás Tunja

Basaldua Quispetupac, H. (6 de Julio de 2017). sliderShare. Obtenido de sliderShare: https://es.slideshare.net/HectorBasalduaQuispetupac?utm_campaign=profiletracking&utm_medium=sssite&utm_source=ssslideview

blinklearning. (8 de Julio de 2017). Obtenido de blinklearning: https://www.blinklearning.com/Cursos/c1119929_c62311039__La_representacion_de_la_Tierra.php

Casanova Matera, L. (2002). Topografía plana. Mérida.

Coordinación Nacional de Posicionamiento, Navegación y Cronometría por Satélite. (2017 de Junio de 19). GPS.gov. Obtenido de GPS.gov: <http://www.gps.gov/systems/gps/spanish.php>

Corredor Mariño, J. (1985). TOPOGRAFÍA. Tunja.

De Máquinas y Herramientas. (25 de Junio de 2017). Obtenido de Máquinas y Herramientas: <http://www.demaquinasyherramientas.com/herramientas-de-medicion/introduccion-al-nivel-optico>

*Doble Vía. Transporte e Ingeniera. (6 de Julio de 2017). Obtenido de Doble Vía. Transporte e Ingeniera: <https://doblevia.wordpress.com/2007/03/19/rumbo-y-azimut/>
García Márquez, F. (1994). Curso Básico de Topografía. México: Árbol.*

GLOSARIO SERVIDOR ALICANTE. (26 de Julio de 2017). Obtenido de GLOSARIO SERVIDOR ALICANTE: <http://glosarios.servidor-alicante.com/topografia-geodesia-gps>

Márquez Díaz, L. G. (1996). TOPOGRAFIA. Tunja: IDEAD.

Mc Cormac, J. (2010). TOPOGRAFIA. LIMUSA WILEY.

Moran Mallma, E. (12 de Junio de 2017). SCRIBD. Obtenido de SCRIBD: <https://es.scribd.com/document/348099104/01-Instrumentos-topograficos>

Moreno Chiroque, R., & Girón Salazar, C. (16 de Junio de 2017). Monografías. Obtenido de Monografías: <http://www.monografias.com/trabajos93/levantamiento-gps/levantamiento-gps.shtml>

Mundo Trekking. (3 de Julio de 2017). Obtenido de *Mundo Trekking*:
http://www.mundotrekking.com/manual_trekking/orientacion_2_como_usar_la_brujula_puntos_cardinales_direcciones_compas.htm

NAVARRO HUDIEL, S. J. (2008). *Manual de Topografía - Planimetría*.

NIKON. (21 de julio de 2017). *ARQ.com.mx*. Obtenido de *ARQ.com.mx*:
<http://documentos.arq.com.mx/Detalles/130630.html>

PENTAX industrial instruments Co, Ltd. (22 de Junio de 2017). *Westlat*. Obtenido de *Westlat*:
<http://westlat.com/supportFiles/pentax/manuals/ETH300%20Series%20302%20305%20310%20320%20-%20Espanol.pdf>

Peña Santamaría, J., & Sanz Méndez, T. (2005). *MANUAL DE PRÁCTICAS DE TOPOGRAFÍA Y CARTOGRAFÍA*. España: Universidad De La Rioja.

Pixabay. (8 de Julio de 2017). Obtenido de Pixabay: <https://pixabay.com/es/flecha-mapa-norte-orientaci%C3%B3n-152596/>

Torres Nieto, A., & Villate Bonilla, E. (2001). *TOPOGRAFIA*. Bogotá: NORMA.

Track Lander. (30 de Junio de 2017). Obtenido de Track Lander:
<http://tracklander.blogspot.com.co/2011/06/como-corregir-la-declinacion-magnetica.html>

Vizconde, M. J. (2012). *ESTACION TOTAL informe de práctica*. Cajamarca.

WIKIPEDIA. (17 de Junio de 2017). Obtenido de WIKIPEDIA:
https://es.wikipedia.org/wiki/Sistema_global_de_navegaci%C3%B3n_por_sat%C3%A9lite

ANEXOS

Se realizaron hojas de Excel, para cada uno de los levantamientos que se desarrollaron a lo largo del manual, encontrados en un CD adjunto a este manual, que podrá ser usado por los estudiantes.

Las hojas de Excel se encuentran programadas para insertar los correspondientes datos de campo y obtener los resultados del terreno. Las casillas que se encuentran resaltadas en color rojo, corresponden exclusivamente para insertar los valores. Se debe tener en cuenta que las hojas de Excel, también se requieren valores calculados por el estudiante.

Ilustración 22
Vista general de Excel

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
5		FECHA	UBICACIÓN												
6															
7		ELABORADO													
8															
9															
10															
		Δ	Ø visto	DIST.(metros)	RADIO	CUERDA	DETALLES		ANGULO		ANGULO CORREGIDO		OBSERVACIONES		
							ZQUIERDA	DERECHA	DECIMAL	SEXAGESIMAL	DECIMAL	SEXAGESIMAL			
12		A	1	0			1,35								
13			2	2,3			1,9								
14			3	3,5			2,2								
15			4	4,5			2,15								
16		B	4,5		1	1,5			97,18075578	97° 10' 51''	99,6933694	99° 41' 36''			
17															
18		B	5	0			1,11								
19			6	2,5			1,96								
20			7	3,4			2,1								
21			8	3,85			1,8								
22		C	3,85		1	1,4			88,854008	88° 51' 14''	91,3666216	91° 22' 00''			
23			D	7,4											
24															
25		C	9	0			2,3								
26			10	2,7			1,9	2,2							
27			11	4			1,6								
28			12	5,5			1								
29		D	5,5		1	1,5									
30									97,18075578	97° 10' 51''	99,6933694	99° 41' 36''			
31															
32		D	13	0			1,2								
33			14	2,21			0,9								
34			15	3,8			0,5								
35			16	5,3			2,6								
36		A	5,3												
37					1	1,1			66,73402594	66° 44' 02''	69,2466396	69° 14' 48''			
38															
39			SUMATORIA DE ANGULOS INTERNOS						349,9495455	349° 56' 58''	360,0000000	360° 00' 00''			
40		Nº VERTICES	4												
41			SUMATORIA TEORICA						360	360° 00' 00''					
42			ERROR DE CIERRE ANGULAR						10,0504545	10° 03' 02''					
43			CORRECCION POR VERTICE						2,5126136	2° 30' 45''					
44															
45															

Fuente del autor

Ilustración 23
Vista de Excel. Levantamiento cinta y jalón.

LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO POR CINTA, JALON											
FECHA		UBICACIÓN									
ELABORO:											
Δ	Θ visto	DIST. (metros)	RADIO	CUERDA	DETALLES		ANGULO		ANGULO CORREGIDO		OBSERVACIONES
					ZQUIERDA	DERECHA	DECIMAL	SEXAGESIMAL	DECIMAL	SEXAGESIMAL	
A	1	0			1,35						
	2	2,3			1,9						
	3	3,5			2,2						
	4	4,5			2,15						
	B	4,5	1	1,5			97,18075578	97° 10' 51''	99,6933694	99° 41' 36''	
B	5	0			1,11						
	6	2,5			1,56						
	7	3,4			2,1						
	8	3,85			1,8						
C	C	3,85	1	1,4			88,854008	88° 51' 14''	91,3666216	91° 22' 00''	
	D	7,4									
C	9	0			2,3						
	10	2,7			1,9	2,2					
	11	4				1,6					
	12	5,5				1					
D	D	5,5	1	1,5							
							97,18075578	97° 10' 51''	99,6933694	99° 41' 36''	
D	13	0			1,2						
	14	2,21			0,9						
	15	3,8			0,5						
	16	5,3			2,6						
	A	5,3	1	1,1			66,73402594	66° 44' 02''	69,2466396	69° 14' 48''	

Fuente del autor

Ilustración 24.
Vista de Excel. Levantamiento por radiación.

LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO POR RADIACION															
FECHA		UBICACIÓN													
ELABORO:															
Δ	Θ visto	DIST. (metros)	AZIMUT			CORREG.		RUMBO			PROYECCIONES		COORDENADAS		OBSERVACIONES
			grados	minutos	segundos	DECIMAL	CORREG.	DECIMAL	SEXAGESIMAL	NORTE(+) SUR(-)	ESTE(+) OESTE(-)	NORTE	ESTE		
A	1	17	25	7	10	25,11944	25,11944	25,11944444	N	25° 07' 10''	E	15,39222	7,216614	115,3922	107,2166
	2	15,5	76	30	20	76,50556	76,50556	76,50555556	N	76° 30' 20''	E	3,616942	15,07208	103,6169	115,0721
	3	41,8	120	45	16	120,7544	120,7544	59,24555556	S	59° 14' 44''	E	-21,37484	35,92153	78,62516	135,9215
	4	38,6	155	47	30	155,7917	155,7917	24,20833333	S	24° 12' 30''	E	-35,20553	15,82815	64,79447	115,8281
	5	34,6	210	36	0	210,6	210,6	30,6	S	30° 36' 00''	W	-29,78167	-17,61283	70,21833	82,38717
	6	24,3	237	45	50	237,7639	237,7639	57,76388889	S	57° 45' 50''	W	-12,96185	-20,55433	67,03815	79,44567
	7	28,7	320	14	46	320,2461	320,2461	39,75388889	N	39° 45' 14''	W	22,06451	-18,3534	122,0645	81,6466
	1	17	25	7	10	25,11944	25,11944	25,11944444	N	25° 07' 10''	E	15,39222	7,216614	115,3922	107,2166
VERIFICACION DE CIERRE DE ANGULO					0	0	0° 00' 00''	0° 00' 00''							
0															
Nº VERTICES	AZIMUT RUMBO CUADRANTE			Θ visto		ESTE		Σ		E					
7	0-90	AZIMUT	NE	1	N1	E1		Σ	E						
	90-180	180-AZIMUT	SE	2	N2	E2		Σ	E						
	180-270	AZIMUT-180	Sw	3	N3	E3				area total		2096,372 m2			
	270-360	360-AZIMUT	Nw	4	N4	E4									
				1	N1	E1									

Fuente del autor

Ilustración 25
Vista de Excel. Levantamiento intersección de visuales

LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO POR INTERSECCION DE VISUALES																	
FECHA		UBICACION															
ELABORO																	
Δ	Θ visto	DIST. (metro)	AZIMUT Y ANGULO					RUMBO					PROYECCIONES		COORDENADAS		OBSERVACIONES
			grados	minutos	segundos	DECIMAL	CORREG	DECIMAL	SEXAGESIMAL			NORTE(+) SUR(-)	OESTE(+) ESTE(-)	NORTE	ESTE		
A	1	132,8679	25	7	0	25,11667	25,11667	25,11667	N	25° 07' 00"	E	120,3046	56,39748	620,3046	556,3975		
	2	142,3772	88	25	0	88,41667	88,41667	88,417	N	88° 25' 00"	E	3,934004	142,3228	503,934	642,3228		
	3	54,65372	143	25	0	143,4167	143,4167	36,58333	S	36° 35' 00"	E	-44,047	32,63234	455,953	532,6323		
	4	51,05675	231	3	0	231,05	231,05	68,95	N	68° 57' 00"	W	18,53869	-47,6496	518,3387	452,3504		
	5	120,1055	302	21	0	302,35	302,35	57,65	N	57° 39' 00"	W	64,2672	-101,485	584,2672	398,5355		
	6	168,8948	348	50	0	348,8333	348,8333	11,16667	N	11° 10' 00"	W	165,6973	-32,7088	665,6973	467,2912		
	1	132,8679	25	7	0	25,11667	25,11667	25,11667	N	25° 07' 00"	E	120,3046	56,39748	620,3046	556,3975		
	B	87,75	48	12	0	48,2	48,2	48,2	N	48° 12' 00"	E						
B	A	87,75															
	1		123	30	0	123,5		236,5	N	236° 30' 00"	E						
	2		257	9	0	257,15		102,85	N	102° 51' 00"	E						
	3		329	30	0	329,5		30,5	N	30° 30' 00"	E						
	4		22	15	0	22,25		337,75	N	337° 45' 00"	E						
	5		43	47	0	43,78333		316,2167	N	316° 13' 00"	E						
	6		89	20	0	89,33333		270,6667	N	270° 40' 00"	E						
	1		123	30	0	123,5		236,5	N	236° 30' 00"	E						
VERIFICACION DE CIERRE DE ANGULO						0											
						0° 00' 00"											
						0											
BASE MEDIDA						87,75											

Fuente del autor

Ilustración 26
Vista de Excel. Levantamiento por poligonales

LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO POR POLIGONAL																		
FECHA		UBICACION																
ELABORO																		
Δ	Θ visto	DIST. (metros)	AZIMUT OBSERVADO					AZIMUT CORREGIDO					AZIMUT					
			grados	minutos	segundo	DECIMAL	DECIMAL	sexagesimal	grados	minutos	segundos	DECIMAL	sexagesimal	grados	minutos	segundos		
	1	NORTE																
	1	2	12,20	149	5	30	149,092						149,092	149,092	149° 05' 30"	149	5	30
	2	3	10,460	267	1	0	267,017	267,26738	267° 16' 03"	267	16	2,57143	596,359	236,359	236° 21' 33"	236	21	32,5714
	3	4	7,600	179	57	40	179,961	180,21183	180° 12' 43"	180	12	42,5714	236,571	236,571	236° 34' 15"	236	34	15,1429
	4	5	6,900	248	65	30	249,092	249,34238	249° 20' 33"	249	20	32,5714	305,313	305,313	305° 54' 48"	305	54	47,7143
	5	6	9,370	229	15	10	229,253	229,50349	229° 30' 13"	229	30	12,5714	355,417	355,417	355° 25' 00"	355	25	0,28571
	6	7	7,350	214	54	22	214,906	215,15683	215° 09' 25"	215	9	24,5714	390,574	30,5736	30° 34' 25"	30	34	24,8571
	7	1	11,590	236	55	40	236,928	237,17849	237° 10' 43"	237	10	42,5714	447,752	87,7521	87° 45' 07"	87	45	7,42857
	1		241	5	20	241,089	241,3396	241° 20' 23"	241	20	22,5714	509,092	149,092	149° 05' 30"	149	5	30	
			65,47				1618,25	1620										

AZIMUT	RUMBO	CUADRANTE
0-90	AZIMUT	NE
90-180	180-AZIMUT	SE
180-270	AZIMUT-180	SW
270-360	360-AZIMUT	NW

NUMERO DE VERTICES	7	E	E	EXTERNO
APROXIMACION DEL TRANSITO	0,02	0° 01' 12"	I	INTERNO
ERROR DE CIERRE PERMITIDO E ₁	0,0523	0° 03' 10"		
Σt	1620	1620° 00' 00"		
ΣO	1618,25	1618° 14' 42"		
ERROR DE CIERRE COMETIDO E ₂	1,755	1° 45' 18"		
CORRECCION ANGULAR C	0,2507	0° 15' 03"		

Fuente del autor

Ilustración 28
Vista de Excel. Nivelación compuesta

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1									
2									
3		NIVELACION COMPUESTA							
4		FECHA		UBICACIÓN					
5		ELABORO:							
6									
7									
8									
9									
10		PUNTO	VISTA ATRÁS V(+)	VISTA INTERMEDIA V(I)	VISTA ADELANTE V()	H instrumento	COTA	OBSERVACIONES	
11									
12		BM	4,51			1004,51	1000		
13		1		3,82			1000,69		
14		2		3,05			1001,46		
15									
16		C#1	4,56		2,95	1006,12	1001,56		
17		3		3,27			1002,85		
18		4		3,05			1003,07		
19		5		2,03			1004,09		
20									
21		C#2	0,72		1,95	1004,89	1004,17		
22		6		1,65			1003,24		
23		7		2,48			1002,41		
24		8		3,25			1001,64		
25									
26									

Fuente del autor