



MONOGRAFÍA MONITORÍAS DE TOPOGRAFÍA Y FOTOGRAMETRÍA



MONITOR

ANGELA MARÍA VILLAMIL CHAPARRO

CÓDIGO:2145218

UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
TUNJA-BOYACÁ

2017

MONOGRAFÍA MONITORÍAS DE TOPOGRAFÍA Y FOTOGRAMETRÍA

ELABORADO POR
ANGELA MARÍA VILLAMIL CHAPARRO

TRABAJO PRESENTADO COMO REQUISITO PARA APROBAR EL PROGRAMA
DE PREGADO EN INGENIERÍA CIVIL CON LA MODALIDAD DE MONITORÍA

DOCENTE TUTOR
MANUEL ORLANDO HERNÁNDEZ RIVERA

UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
TUNJA-BOYACÁ

2017

NOTA

Tutor

Jurado

Jurado

Autor

TUNJA; BOYACÁ; fecha de entrega 04 de octubre de 2017

DEDICATORIA

A mis padres Julio Ramón Villamil y Rosa Dilia Chaparro Vargas; por su ejemplo de superación, humildad, responsabilidad, solidaridad, amabilidad e incansable trabajo, por su sacrificio y fe depositadas en mí.

A mi hermana Judith Andrea Villamil Chaparro quien ha sido siempre mi ejemplo y apoyo.

A mis hermanos Diego Efrén Villamil Chaparro, Daniel Ovidio Villamil Chaparro, Juan Carlos Villamil Chaparro, a mi sobrino Julián Esteban Villamil Cortés por ser la luz de nuestra familia. A todos quienes, con su apoyo constante, me han ayudado a culminar con éxito esta etapa de mi vida, llegar a ser ingeniera civil.

A mis amigas Hanyith Julieth Serrano, Andrea Giannella Sánchez. Rojas y Lisseth Adriana Ortiz Cábulo por su comprensión, cariño y colaboración; en el desarrollo de esta etapa de mi vida y por permitirme hacer parte de sus vidas, siempre las recordaré con una sonrisa.

A la facultad de ingeniería civil de la Universidad Santo Tomás de Tunja y a todos quienes la integran, a todas y cada una de las personas que de alguna manera contribuyeron al feliz término de esta etapa, llena de conocimientos, retos y que me ayudaron a mejorar como persona y como profesional.

AGRADECIMIENTOS

Expreso en este momento mi más sincera gratitud a todos los docentes, compañeros y laboratoristas quienes colaboraron en este proceso; a los estudiantes quienes me permitieron hacer parte de su aprendizaje y con quienes fortalecí mi conocimiento durante los levantamientos, la elaboración de carteras, planos y las prácticas de fotogrametría e hicieron este proyecto realidad.

Agradezco especialmente al ingeniero Manuel Orlando Hernández Rivera, docente del curso de topografía y fotogrametría, por la oportunidad de realizar este trabajo, por su constante apoyo, orientación, seguimiento y colaboración en la elaboración de este documento; pero en especial por su amabilidad y motivación durante estos dos años.

A mis compañeros Hanyith Julieth Serrano Castañeda, Andrea Giannella Sánchez Rojas, Lisseth Adriana Ortiz Cábulo, por sus consejos, sugerencias y aportes, por su compañía, amistad y colaboración durante la elaboración de esta obra.

Muchas gracias a mi familia por su apoyo emocional y económico, por su paciencia y motivación.

A todos quienes hicieron parte de este proyecto, mil gracias.

CONTENIDO

	PÁG.
LISTA DE ECUACIONES	24
LISTA DE ILUSTRACIONES	25
LISTA DE TABLAS	26
GLOSARIO	27
ACRÓNIMOS Y ABREVIATURAS	30
RESUMEN	31
ABSTRACT	32
INTRODUCCIÓN	18
DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA	19
1. OBJETIVOS.....	20
1.1 OBJETIVO GENERAL	20
1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	20
2. JUSTIFICACIÓN.....	21
3. MARCO TEÓRICO	22
3.1 DEFINICIÓN.....	22
3.2 BASES TEÓRICAS	22
3.3 IMPORTANCIA DE LA TOPOGRAFÍA.....	23
3.4 RAMAS DE LA TOPOGRAFÍA.....	25
3.5 GEOMETRÍA ÚTIL	26
3.5.1 RELACIONES GEOMÉTRICAS ÚTILES.....	26
3.5.2 POLÍGONOS	27
3.5.3 ÁREA DE FIGURAS ELEMENTALES	27
3.5.4 RELACIONES TRIGONOMÉTRICAS FUNDAMENTALES	29
3.5.5 UNIDADES	30
4. METODOLOGÍA	32
4.1 PRINCIPALES TEMAS DIFICULTAD	32
4.1.1 PRINCIPALES PROBLEMAS	35
4.2 ELABORACIÓN DE GUIAS	36
4.2.1 CONTENIDO GUÍAS	36
4.3 ESQUEMA DE UNA GUÍA	37

4.4 GUÍAS	39
4.4.1 GUÍA 1 EQUIPOS.....	39
CINTA MÉTRICA.....	40
4.4.2 ÁNGULOS	40
4.4.3. RUMBO, AZIMUT Y BUZAMIENTO	41
4.4.4. ESCALAS	42
4.4.5. USO DE GOOGLE EARTH PRO Y GLOBAL MAPPER	43
4.4.6. USO DE LA ESTACIÓN	45
4.4.7. ERRORES	47
4.4.9. CURVAS DE NIVEL EN AUTOCAD CIVIL 3D.....	48
4.4.10. RECOMENDACIONES PLANOS	50
4.5 VIDEO MANEJO DE LA ESTACIÓN.....	50
CONCLUSIONES	51
RECOMENDACIONES.....	52
BIBLIOGRAFIA	53

LISTA DE ECUACIONES

Ecuación 1. Distancia entre dos puntos	26
Ecuación 2. Ángulo de proyección	26
Ecuación 3. Proyección sobre los ejes norte	26
Ecuación 4. Distancia en proyección	27
Ecuación 5. Ecuación de Herón	27

LISTA DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1.Áreas de acción	24
Ilustración 2.Principios básicos de la topografía	24
Ilustración 3.Principios básicos en la topografía	25
Ilustración 4.Relaciones útiles.....	26
Ilustración 5.Triángulo de Héron	27
Ilustración 6.Áreas útiles	28
Ilustración 7.Volúmenes útiles	29
Ilustración 8.Ley del seno	29
Ilustración 9.Proceso elaboración guía	36
Ilustración 10.Eschema general de una guía.....	37
Ilustración 11.Notación de ángulos verticales en Excel	40
Ilustración 12.Conversión de ángulos programados en Excel	41
Ilustración 13.Tablas escalas.....	43
Ilustración 14.Creación del polígono paso 1	43
Ilustración 15.Punto de referencia	44
Ilustración 16.Creación ruta perfil paso 1.....	44
Ilustración 17.Proceso levantamiento con estación	46
Ilustración 18.Proceso de estacionamiento.....	47
Ilustración 19.Procedimiento cinemático continuo	48
Ilustración 20.Ejemplo procedimiento curvas de nivel	49
Ilustración 21.Hoja de cálculo curvas.....	49

LISTA DE TABLAS

Tabla 1.Ley coseno.....	30
Tabla 2.Unidades de longitud y área.....	30
Tabla 3.Múltiplos de metro.....	31
Tabla 4.Sistema inglés equivalencias en m	31
Tabla 5.Principales dificultades.....	32
Tabla 6.Plan de clases.....	34
Tabla 7.Ejemplo tablas a encontrar en la guía.....	38
Tabla 8.Ejercicio propuesto guía 2.....	39
Tabla 9.Cinta métrica.....	40
Tabla 10.Conversiones azimuth-rumbo	41
Tabla 11.Conversiones azimuth y rumbo.....	42
Tabla 12.Relación escala, precisión.....	42
Tabla 13.Resumen de actividades.....	45
Tabla 14.Precisión según el método	48

GLOSARIO

AGRIMENSURA: parte de la topografía que se ocupa de la determinación de las superficies agrarias (planimetría) y de los límites de los terrenos.

A NIVEL: plano horizontal (pendiente cero).

ÁNGULO: abertura o cantidad de rotación que sobre un plano marcan dos semi-rectas con un origen común llamado vértice.

BANCO DE NIVEL: punto permanente de cota y elevación conocidas.

BRÚJULA: instrumento localizado para establecer la dirección del norte.

B.M.:(Bench Mark):es un Punto más o menos fijo que tiene cota y coordenadas, pero generalmente se llama B.M. a la referencia de cota.

CARTOGRAFÍA: ciencia que tiene por objeto la realización de mapas, y comprende el conjunto de estudios y técnicas que intervienen en su establecimiento.

COLOCACIÓN DE ESTACAS: procesos en el cual se utilizan estacas que se clavan en la superficie de un terreno con el fin de ubicar posición de algunos trabajos de construcción.

CORTES: excavación en la superficie de un terreno por debajo del nivel original.

COTA: es la altura de un punto con respecto a un plano de referencia. Cuando este plano de referencia es el nivel del mar.

CURVAS DE NIVEL: líneas en un mapa que unen puntos de la misma cota (altura vertical).

DATUM: sistema geométrico de referencia empleado para expresar numéricamente la posición de un punto sobre el terreno.

DESNIVEL: distancia vertical que hay entre dos superficies de nivel en las que están ubicados los puntos.

ELEVACIÓN DE UN PUNTO: altura (elevación distancia vertical de un punto sobre la superficie del terreno con respecto al plano de referencia horizontal).

EXACTITUD: grado de conformidad con un patrón modelo.

FOTOGRAMETRÍA: conjunto de métodos y de operaciones que permiten la confección de mapas y planos, incluyendo la determinación de la tercera dimensión, a partir de fotografías estereoscópicas.

GEODESIA: ciencia que investiga la forma y dimensiones de la tierra incluyendo su campo gravitacional exterior y el posicionamiento de puntos sobre la superficie de la tierra.

GEOMÁTICA: la ciencia de Geomática se preocupa por la medida, representación, análisis, dirección, recuperación y despliegue de información espacial que describe los rasgos físicos de la Tierra y el ambiente construido.

GRADIENTE: pendiente de la superficie del terreno (ángulo con respecto a la horizontal) también llamada pendiente o inclinación.

INTERVALO ENTRE LAS CURVAS DE NIVEL: diferencia en la cota de las curvas de un mapa.

LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO: conjunto de operaciones que tienen por objeto determinar la posición puntos en el espacio y su representación en un plano.

NIVELACIÓN INVERSA: determinación de la sección de la parte inferior de una estructura, como un techo o la parte inferior de un puente.

POLIGONAL: una serie de líneas unidas, cuya medida se ha tomado sobre la superficie de la tierra.

PENDIENTE: inclinación del terreno (de una línea) con respecto a la horizontal; se indica en porcentaje (%) o como una magnitud angular.

PRECISIÓN: grado de perfección con que se realiza una operación o se establece un resultado.

REPLANTEO: ubicación de algún objeto, como una cimentación o un edificio.

RUMBO DE UNA LÍNEA: el Angulo de una línea en un plano horizontal con referencia al norte.

SOMBREADO: líneas cortas trazadas perpendicularmente a una curva de nivel para indicar una depresión de la superficie del terreno en la parte inferior de una pendiente.

TELEDETECCIÓN: técnica mediante la cual se obtiene información sobre la superficie de la tierra, a través del análisis de los datos adquiridos por un sensor o dispositivo situado a cierta distancia, apoyándose en medidas de energía electromagnética reflejadas o emitidas por la superficie terrestre.

TOPOGRAFÍA: ciencia aplicada, encargada de determinar la posición relativa de puntos sobre la Tierra y la representación en un plano de una porción de la superficie terrestre.

ACRÓNIMOS Y ABREVIATURAS

ACRÓNIMOS					
EDM	Electronic Distance Measurement	Sistema electrónico de medida de distancias	RS	Remorte sensing	Sensor remoto
GALILEO	European (ESA) Global Positioning Satellite System.	Sistema europeo de posicionamiento satelital	SAR	Synthetic Aperture Radar	Apertura sintética de radar
GNSS	Global Navigation Satellite System (GPS+ GALILEO+GLONASS)	Sistema global de navegación (incluye GPS+GLONASS +GALILEO)	UTM	Universal Transverse Mercator	coordenadas transversales mercator
IFOV	Instantaneous field of view	Visualización instantánea del archivo	WAAS	Wide área argumentati on system	Sistema de argumentación amplia
LAT	Latitude	Latitud	WGS	World geodetic system	Sistema geodésico mundial
LON	Longitude	Longitud	XS	Multispectra l	multiespectro

RESUMEN

Este documento es el resultado final de las monitorias de acompañamiento realizadas durante cuatro semestres en los periodos académicos, 2015-I a 2017-I, en la asignatura de topografía y fotogrametría, orientada a los estudiantes de tercer semestre, apoyando la parte práctica de la asignatura, dando solución a las inquietudes para reforzar los conocimientos adquiridos por el estudiante; buscando así aumentar el interés por la asignatura.

Con la elaboración de este documento se busca, describir el apoyo durante las actividades desarrolladas en el curso; el manejo de los instrumentos de medición, el reconocimiento de los mismos y su función, la elaboración de guías sobre las temáticas que generaron mayor confusión a los estudiantes, corrección de errores; fórmulas para aumentar la precisión y el manejo de algunos programas.

Durante las monitorias realizadas, se aportó terminología propia de la asignatura, así como, consejos para hacer más eficientes las actividades. Los estudiantes aprendieron a: trabajar mancomunadamente, ser puntuales y responsables en la elaboración de un proyecto, evidenciaron la importancia de la precisión y exactitud en los trabajos ingenieriles.

Cada una de las actividades realizadas contó con el apoyo del ingeniero Manuel Orlando Hernández y los laboratoristas, destacándose por su disposición, conocimiento y amabilidad.

Durante las horas dedicadas al apoyo en la orientación de esta asignatura se resalta el interés de los estudiantes en los levantamientos y en especial a la hora del manejo de los equipos propios de la asignatura, mostrando su interés por la ingeniería.

ABSTRACT

This document is the final result of the accompaniment monitoring during four semesters in the academic periods from 2015-I to 2017-I. In the subject of topography and photogrammetry with students of third semester, supporting the practical part of the Subject and solving doubts to reinforce the knowledge acquired by the student always searching to increase interest in the subject.

With the elaboration of this document it is seeking to show the support during the activities developed with the correct use of the instruments of measurement and the recognition and their function, the preparation of guides to the surveys and subject's that generated more confusion to the students, also the analysis of the data obtained in the field and correction of errors with Formulas to increase the accuracy from the surveys and management of some programs to complement.

During the monitoring carried out the doubts were solved with the terminology own from the subject, also was provided tips to make the activities more efficient. The students learned to work together and to be punctual responsible in the elaboration of a project; they showed the importance of the precision and accuracy in the engineering works.

Each of the activities carried out with the support of the engineer Manuel Orlando Hernández and the laboratory workers always with knowledge and kindness.

During the hours dedicated to the support in the orientation of this subject highlighted the disposition from the students especially during the handling the equipment, showing their interest in engineering.

INTRODUCCIÓN

Este proyecto surge ante la necesidad de resolver inconvenientes durante el desarrollo de las clases, ya sean por la ausencia de experiencia y conocimiento de los equipos usados o por vacíos en algunos temas vistos en la asignatura, además por las características de la materia que exige una gran área de cobertura no era posible resolver todas las dudas de los estudiantes en el momento, o prestar apoyo durante la actividad.

En este documento se plasman las prácticas realizadas durante el curso de “topografía y fotogrametría” y sus diferentes ramas durante los periodos académicos comprendidos entre 2015-II a 2017-I orientada a los estudiantes de tercer semestre académico. Se hace una descripción de la asignatura orientada de su importancia, uso y su composición, sus equipos, principales levantamientos, consejos prácticos, errores a evitar, procedimientos generales, recomendaciones en la elaboración de planos, refuerzo de los temas que ocasionaron dificultad y el uso de programas orientados a la ingeniería civil como el civil 3d, Excel, Google earth Pro, Global Mapper.

En este documento se reforzarán las falencias encontradas durante el acompañamiento; buscando hacer más agradable, efectiva e interesante el desarrollo de la asignatura.

Con este documento se busca tener un referente detallado para cualquier estudiante que busque profundizar en esta asignatura y fortaleciendo cada vez más su interés y conocimiento ingenieril.

DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

Durante los semestres académicos 2015-I a 2017-I , se asesoró a los estudiantes de tercer semestre de la facultad de ingeniería civil, durante las prácticas y levantamientos (planimetría , altimetría y fotogrametría), realizando acompañando cada grupo de estudiantes y guiándolos ;en cuanto al manejo del equipo propio de la asignatura y la secuencia del levantamiento , pues aunque cuentan con las clases magistrales y con las guías de cada uno de las prácticas ,se evidencian falencias, que entorpecen el desarrollo del levantamiento, es por esto que se implantarán guías que le permitan al estudiante optimizar su proceso.

En la asignatura “topografía y fotogrametría” orientada por el Ingeniero Manuel Orlando Hernández, se evidenciaron ciertas falencias en cuanto a materias afines, manejo de programas, manejo de equipos; siendo la topografía el primer acercamiento a la práctica de la ingeniería se hace necesaria la motivación y buenas bases para lograr los mejores resultados.

De acuerdo a lo anterior se brindó por parte del docente apoyo constante a las monitorias para resolver los inconvenientes, buscando que el estudiante aclare sus dudas y crezca profesionalmente, fortaleciendo las materias básicas logrando así ingenieros idóneos.

Las monitorias permiten apoyar al estudiante durante el proceso de aprendizaje de la asignatura, brindándole confianza, experiencia y el conocimiento necesario para afrontar las materias afines con un mejor desempeño.

1. OBJETIVOS

1.1 OBJETIVO GENERAL

Apoyar la orientación de la asignatura “Topografía y fotogrametría” impartida a los estudiantes de tercer semestre de la facultad de ingeniería civil de la Universidad Santo Tomas de la sede Tunja, buscando afianzar los conocimientos durante los levantamientos topográficos.

1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Identificar las principales falencias de los estudiantes durante el curso y buscar posibles soluciones.
- Resolver las dudas aportando consejos para aumentar el conocimiento en la asignatura.
- Elaborar una guía, que refuerce los temas que causan dificultad.

2. JUSTIFICACIÓN

El fin supremo de este documento es servir de herramienta de profundización a los estudiantes de la asignatura de “topografía y fotogrametría”, buscando mejorar el desempeño y aprendizaje de los futuros ingenieros civiles, *haciendo profundización en los temas con mayor dificultad*, de acuerdo a la experiencia con los diferentes grupos.

Se busca que cada alumno tenga acceso al uso de los equipos propios de la topografía, con estrategias y conocimientos prácticos que permitan al estudiante aprovechar al máximo la asignatura.

Durante estos cuatro semestres se apoyó el proceso de aprendizaje de los estudiantes de tercer semestre, se fortalecieron conocimientos básicos de las asignaturas afines a la asignatura y a la ingeniería civil. Se asesoró a los estudiantes en cuanto a la estructura de cada equipo, su uso, el desarrollo en campo de los levantamientos y la elaboración de cálculos, planos y carteras, corrección de errores presentados; buscando siempre desarrollar un conocimiento crítico y lógico de la situación presentada.

Las prácticas pre-profesionales ayudan al alumno a ir aclarando y consolidando su vocación profesional, además de permitirle darse a conocer, abriéndose con ello posibilidades de trabajo como futuro Ingeniero. Estos cuatro semestres de apoyo académicos permitieron que el monitor y los estudiantes retroalimentaran conocimientos teóricos y prácticos; siempre en un ambiente de cordialidad y colaboración mutua.

3. MARCO TEÓRICO

3.1 DEFINICIÓN

La topografía según Valencia es una “Ciencia aplicada que, a partir de principios, métodos y con la ayuda de instrumentos permite representar gráficamente las formas naturales y artificiales encontrados en la superficie terrestre; también permite encontrar la posición relativa o absoluta de puntos sobre la tierra”¹. Tomando los datos necesarios es posible representar sobre un plano, a escala, su forma y accidentes.

Conjunto de procedimientos para determinar la posición de un punto sobre la superficie terrestre, por medio de medidas según los tres elementos del espacio: dos distancias y una elevación o una distancia, una elevación y una dirección”².

Es el arte de medir distancias horizontales y verticales entre puntos y objetos sobre la superficie terrestre, medir ángulos entre líneas terrestres y establecer puntos por medio de distancias y ángulos previamente determinados. Con los datos tomados en campo y los procedimientos matemáticos elementales, se calculan distancias, ángulos, direcciones, coordenadas, elevaciones, áreas o volúmenes, según lo requerido.³

3.2 BASES TEÓRICAS

La teoría de la topografía se basa esencialmente en la Geometría Plana y Del Espacio, Trigonometría y Matemáticas en general. Hay que tomar en cuenta las cualidades personales como la iniciativa, habilidad para manejar los aparatos, habilidad para tratar a las personas, confianza en sí mismo y buen criterio general.

¹ VALENCIA, Waldo. Topografía para ingeniería. [En línea]. UNIVERSIDAD DE LA SERENA, 2008.

² BALLESTEROS, José. Curso auxiliar de topografía. TRAINING GESTION, 2011. p.8

³ TORRES, Álvaro y VILLATE, Eduardo. Topografía. Bogotá: Norma, 1968.p5

3.3 IMPORTANCIA DE LA TOPOGRAFÍA

La topografía es la espina dorsal de la ingeniería civil, está presente en el estudio, elaboración, construcción y control de cualquier obra pequeña, mediana o de envergadura es vital para evitar errores que repercutirán en el tiempo en obra, costo, calidad, cantidad de personal necesario.

“La actividad profesional del ingeniero civil se enfoca en la planeación, proyección, construcción y operación de obras civiles ,vivienda, hospitales, escuelas, edificios de oficinas, obras para los sistemas de transporte, así como las obras hidráulicas y sanitarias, un proyecto se ejecuta después de que con los datos tomados se elabore un plano que represente fielmente el terreno a construir”.⁴ La topografía es el primer paso al éxito en la mayoría de las ramas de la ingeniería; es posible establecer las propiedades de un terreno, límites, su extensión, sus características geomorfológicas y contenido propio; así como también es posible parcelar. Con la topografía de alta precisión es posible elaborar cartas geográficas y de navegación.

La topografía es la ciencia que engloba todos los métodos, procedimientos y conocimientos técnicos para permitir la representación gráfica de la tierra con todos sus detalles, naturales y artificiales; buscando representarla en un plano de fácil manejo reduciendo al mínimo las incongruencias que pueden llevar a sobre costos y múltiples problemas de traslapo en desarrollo de las obras. y que permita establecer diseños y maquinaria, permitiendo analizar a fondo el proyecto y escogiendo la alternativa más económica y efectiva.⁵

Entre las funciones de la topografía en construcción están controlar el rendimiento de las obras midiendo el desempeño de las cuadrillas; en geotecnia vial determina el alineamiento para la construcción de una vía, también dará la cantidad de maquinaria necesaria para extraer o rellenar volúmenes de tierra permitiendo controlar al máximo cada proceso; otro ejemplo es la excavación para la instalación

⁴ NAVARRO, Hudiel. Manual de topografía-Planimetría. [En línea]. UNIVIERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA,2008, p.3.

de tuberías garantizando las conexiones y profundidades exigidas ;incluso en geología es posible medir las formaciones geológicas su rumbo y buzamiento.

La topografía se aplica en diferentes disciplinas ejemplo de ello:

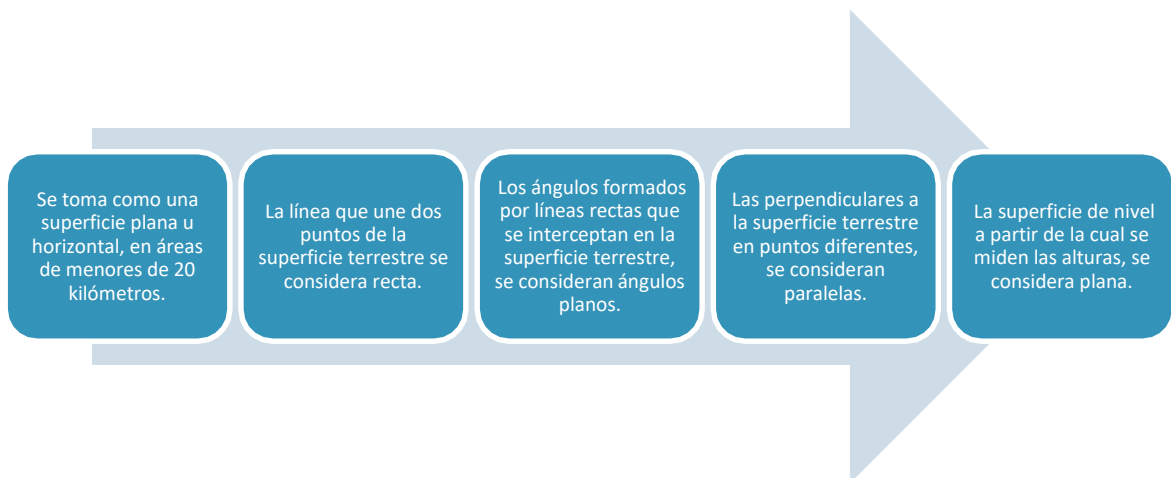
Ilustración 1.Áreas de acción



Fuente. Topografía plana

La topografía al ser un arte exacto necesita tener sus propias normas que faciliten el proceso de cálculo y representación, se tienen los siguientes:

Ilustración 2.Principios básicos de la topografía

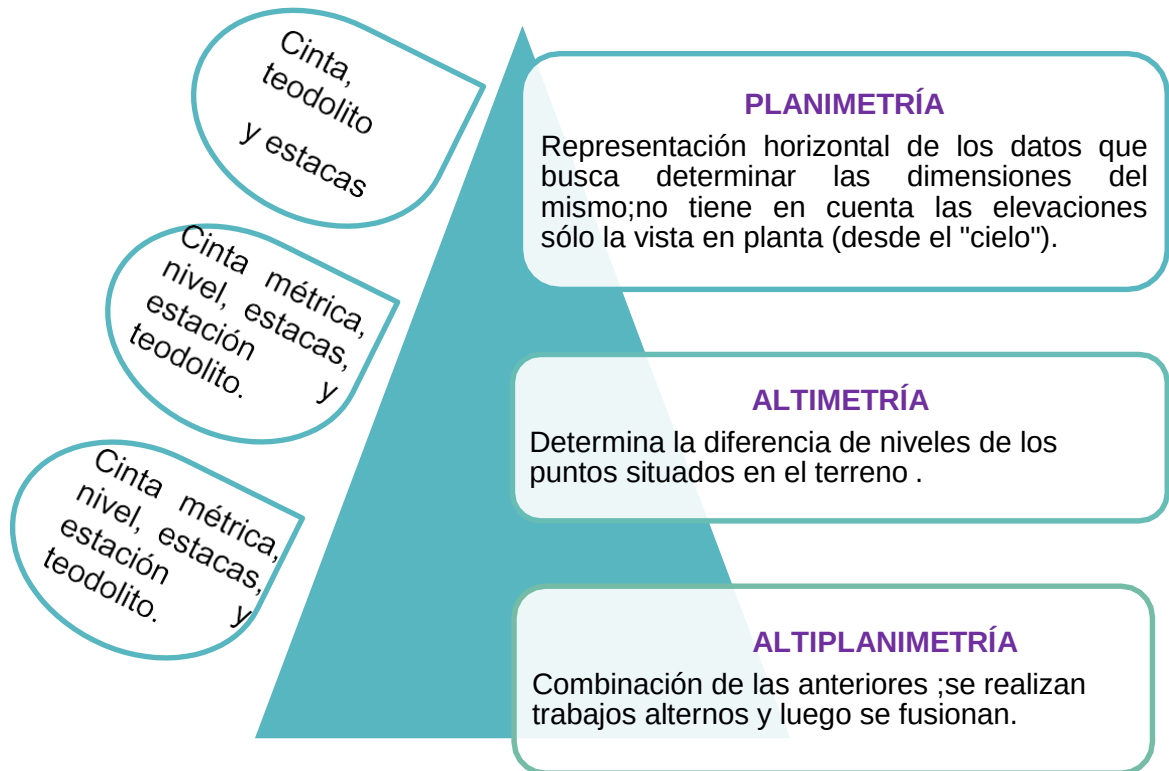


Fuente. Topografía para ingenieros civiles

3.4 RAMAS DE LA TOPOGRAFÍA

La topografía se divide en diferentes ramas de acuerdo a las variables a determinar; ya sean solo ángulos y distancias; o ángulos distancias y diferencias de altura.

Ilustración 3.Principios básicos en la topografía



Fuente. Autor

3.5 GEOMETRÍA ÚTIL

3.5.1 relaciones geométricas útiles⁶

Ecuación 1. Distancia entre dos puntos

$$D_{1-2} = \sqrt{[E_2 - E_1]^2 + (N_2 - N_1)^2} \quad .$$

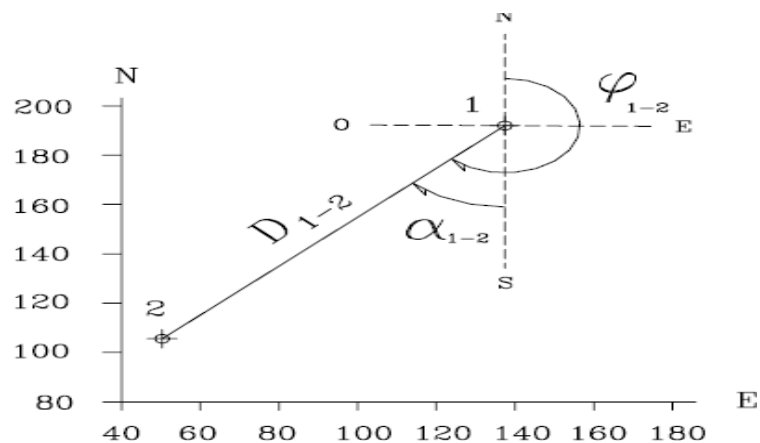
Ecuación 2. Ángulo de proyección

$$\tan \alpha_{1-2} = \frac{E_2 - E_1}{N_2 - N_1}$$

Ecuación 3. Proyección sobre los ejes norte

$$\Delta N_{1-2} = D_{1-2} \cdot \cos \varphi$$

Ilustración 4. Relaciones útiles



Fuente. Curso completo de topografía

En donde

α = Rumbo de alineación P_1P_2

φ = Acimut de la alineación P_1P_2

N_i, E_i = Coordenadas rectangulares del P_i

⁶ SENCINCO. curso completo de topografía. Lima, 2010. p.7.

$\Delta N, \Delta E$ = Distancia en proyección sobre los ejes Norte y Este desde el punto P_i hasta el punto P_{i+1} .

$D_{P_1P_2}$ = Distancia horizontal entre puntos.

3.5.2. Polígonos

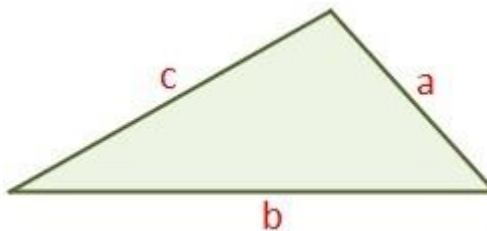
Son figuras planas formadas por un grupo de rectas que se unen entre sí; el punto donde se unen las rectas se llama vértice; si los lados son de igual longitud se conoce como polígonos regulares; la suma de los ángulos interiores de un polígono cualquiera es $(180^\circ(n-2))$; donde n es el número de lados; la suma de los ángulos exteriores es $(180^\circ(n+2))$, los ángulos externos se calculan con el complemento de 360° .

Cálculo del área de un triángulo en función de sus lados (método de Herón).

Ecuación 4. Ecuación de Herón

$$s = \frac{1}{2} \sqrt{p * (p - a) * (p - b) * (p - c)}$$

Ilustración 5. Triángulo de Herón



Fuente. Universo fórmulas

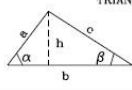
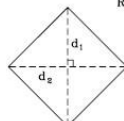
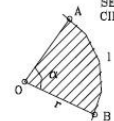
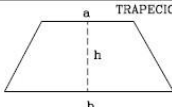
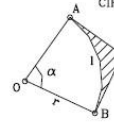
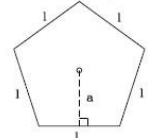
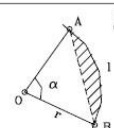
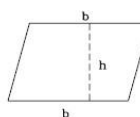
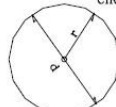
Dónde: p = semi-perímetro = $P/2 = (AB + BC + CA) / 2$; a, b, c son los lados del triángulo.

3.5.3 Área de figuras elementales

⁷ BALLESTEROS. Óp. cit., p.16.

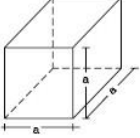
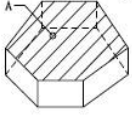
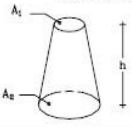
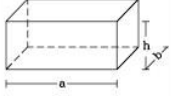
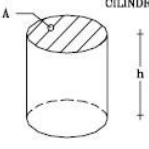
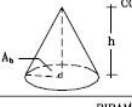
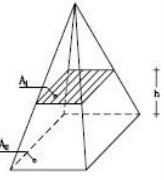
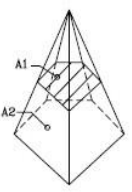
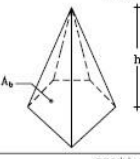
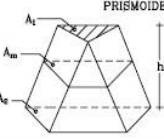
A continuación, se enuncian las figuras más comunes y su respectivo cálculo de área y volumen; que serán de gran utilidad por la irregularidad de los terrenos; en los que se van a realizar los levantamientos.

Ilustración 6. Áreas útiles

FIGURA	AREA	FIGURA	AREA	FIGURA	AREA
 TRIANGULO	$A = b \cdot h / 2$ $A = b \cdot a \cdot \sin \alpha / 2$ $A = \sqrt{p(p-a)(p-b)(p-c)}$ p=Semi perimetro	 ROMBO	$A = \frac{1}{2} d_1 \cdot d_2$	 SECTOR DEL CIRCULO	$A = \frac{l \cdot r}{2}$ $A = \alpha \cdot \frac{r^2}{2} = \frac{\pi r^2 \alpha}{360^\circ}$ $A = \alpha \cdot \frac{d^2}{4}$
 CUADRADO	$A = a \cdot a$ $A = a^2$	 TRAPECIO	$A = \frac{1}{2} h(a+b)$	 EXCESO DEL CIRCULO	$A = r^2 \left[\tan \frac{\alpha}{2} - \left(\frac{\pi}{360^\circ} \right) \alpha \right]$
 RECTANGULO	$A = a \cdot b$	 PENTAGONO	$A = a \cdot p$ $p = \sum l$ p=Perimetro a=Apotema l=Lado Nota: Esta fórmula aplica para todos los polígonos regulares.	 ARCO DEL CIRCULO	$A = r^2 \left[\left(\frac{\pi}{360^\circ} \right) \alpha - \frac{1}{2} \sin \alpha \right]$
 PARALELOGRAMO	$A = b \cdot h$	 CIRCULO	$A = \pi r^2$ $A = \pi \frac{d^2}{4}$ r= Radio d= Diametro		

Fuente. Libro de topografía plana

Ilustración 7. Volúmenes útiles

SOLIDO CUBO  VOLUMEN $V = a^3$	SOLIDO PRISMA  VOLUMEN $V = A \cdot h$ A = Área de las caras paralelas.	SOLIDO CONO TRUNCADO  VOLUMEN $V = \frac{h}{3} (A_1 + A_2 + \sqrt{A_1 \cdot A_2})$
PARALELEPIPEDO  VOLUMEN $V = a \cdot b \cdot h$	CILINDRO  VOLUMEN $V = A \cdot h$ A = Área de las caras paralelas.	CONO  VOLUMEN $V = \frac{1}{3} A_2 h$ A2 = Área de la base
PRISMA TRUNCADO  VOLUMEN $V = \frac{h}{3} (A_1 + A_2 + \sqrt{A_1 \cdot A_2})$	PIRAMIDE TRUNCADA  VOLUMEN $V = \frac{h}{3} (A_1 + A_2 + \sqrt{A_1 \cdot A_2})$	PIRAMIDE  VOLUMEN $V = \frac{1}{3} A_2 h$ A2 = Área de la base
		PRISMOIDE  VOLUMEN $V = \frac{h}{6} (A_1 + A_2 + 4A_m)$ A1, A2 = Área de las caras paralelas extremas. A_m = Área de la sección a h/2. h = Altura del prismoid.

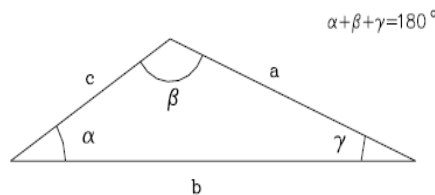
Fuente. Libro de topografía plana

3.5.4 Relaciones trigonométricas fundamentales

Ley del seno

Usado en ángulos de diferentes ángulos y lados permite el cálculo. La suma del interior de sus ángulos es 180°.

Ilustración 8. Ley del seno



$$\frac{a}{\sin \alpha} = \frac{b}{\sin \beta} = \frac{c}{\sin \gamma}$$

Fuente. SENCINCO

En la siguiente tabla se tienen de acuerdo a las incógnitas las fórmulas para hallar ya sea un lado o un ángulo.

Tabla 1.Ley coseno

LEY DEL COSENO

LADOS	ANGULOS
$A^2 = B^2 + C^2 - 2BC \cos \alpha$ COZA	$\alpha = \arccos \frac{(b^2 + c^2 - a^2)}{2bc}$
$B^2 = A^2 + C^2 - 2AC \cos \beta$ COZB	$\beta = \arccos \frac{(a^2 + c^2 - b^2)}{2ac}$
$C^2 = A^2 + B^2 - 2AB \cos \gamma$	$\gamma = \arccos \frac{(a^2 + b^2 - c^2)}{2ab}$

Fuente. Sencico

3.5.5 Unidades

Las unidades son vitales en la representación de las distancias, ángulos y cualquier magnitud; se deben escribir siempre y siempre se debe tener cuidado con las conversiones realizadas y con los múltiplos con los que se esté trabajando; en seguida se enuncian algunas unidades de área y de longitud con su respectivo uso⁸.

Tabla 2.Unidades de longitud y área

UNIDAD	USO	
	ABR.	LONGITUD
Pie	pie ft	Grandes dimensiones, planos de edificios, claros de vigas,
Pulgada	pulg in	Pequeñas dimensiones de secciones transversales de miembros.
Metro	m	Grandes dimensiones, planos de edificios, claros de vigas.
Milímetro	mm	Pequeñas dimensiones de secciones transversales de miembros
ÁREA		
Pie cuadrado	pie ² , ft ²	Grandes áreas
Pulgadas cuadradas	pulg ² , in ²	Pequeñas áreas, propiedades de las secciones transversales
metros cuadrados	m ²	Grandes áreas
Milímetros cuadrados	mm ²	Pequeñas áreas, propiedades de las secciones transversales

Fuente. Ingeniería de campo simplificada.

⁸ PARKER, Harry. Ingeniería de campo simplificada. 2 Ed. Limusa, 1968.p19.

Tabla 3. Múltiplos de metro.

Unidades de longitud			
NOMBRE	ABR	Múltiplo (m)	Eq (m)
Decámetro	dam	10	10^1
Hectómetro	hm	100	10^2
Kilometro	km	1000	10^3
SUBMÚLTIPLOS			
Decímetro	dm	0.1	10^{-1}
Centímetro	cm	0.01	10^{-2}
Milímetro	mm	0.001	10^{-3}

Fuente. Ingeniería de campo simplificada

Tabla 4. Sistema inglés equivalencias en m

SISTEMA INGLÉS		
NOMBRE	ABR.	METROS
Milla	mi	1609.344
Yarda	yd	0.914
Pie	ft	0.3048
Pulgada	in	0.0254

NOMBRE	ABR.	m ²
Yarda cuadrada	yd ²	0.836
Acre	acre	4046.856
Milla cuadrada	mi ² · s	2589988.11

Fuente. Ingeniería de campo simplificada

4. METODOLOGÍA

Durante los periodos académicos 2015-II, 2016-I, 2016-II ,2017-I, Se realizó acompañamiento a los estudiantes de tercer semestre de la facultad de ingeniería civil, durante cuatro horas todos los viernes de 2 p.m. a 6 p.m.; iniciando con la orientación del lote correspondiente en los terrenos del campus, cada grupo estaba integrado de 4-5 estudiantes, quienes debían previamente traer sus respectivas estacas, impresos los formatos y guías de levantamiento.

En campo se iniciaba el recorrido por los grupos, atendiendo a dudas sobre el manejo de los equipos, el desarrollo del levantamiento, diligenciar el formato, lectura de flexómetros, cintas métricas, miras y consejos varios a cerca de la asignatura.

4.1 PRINCIPALES TEMAS DIFICULTAD

De acuerdo al plan de clases se tienen:

Tabla 5.Principales dificultades

SEMANA	ACTIVIDAD	DIFICULTAD
1	Reconocimiento de los equipos usados en topografía.	1.Poco interés y profundidad en la investigación sobre el manejo del equipo.
2	Levantamiento en campo: con brújula, cinta y jalón.	1.Desconocimiento de la brújula y sus partes. 2.Las medidas son tomadas sin apoyo de los jalones y con grandes longitudes. (errores de catenaria, pendiente, medición, alineamiento). 3.No hay verticalidad y/o estabilidad del jalón. 4.No se tiene especial cuidado con los cintazos. 5.Cuando se leen los resultados en la cinta hay confusión m-cm. 6.Al elaborar la cartera hay dudas respecto a que escala enunciar; usualmente hay no se toman las mismas unidades plano: terreno; los estudiantes son apáticos a representar la escala gráfica. 7.Cuando se va a representar el levantamiento en google earth pro , los estudiantes tienen dudas .
3	Radiación simple con tránsito.	1.Desconocimiento del teodolito y sus partes. 2.Las medidas son tomadas sin apoyo de los jalones y con grandes longitudes. (errores de catenaria, pendiente, medición, alineamiento).
4	Poligonal cerrada.	3.No hay verticalidad y/o estabilidad del jalón. 4.No se tiene especial cuidado con los cintazos.
5		

		5. Cuando se leen los resultados en la cinta hay confusión m-cm. 6. Al elaborar la cartera hay dudas respecto a que escala enunciar. 7. Cuando se va a representar el levantamiento en google earth pro los estudiantes tienen dudas .
6	Nivelación con look y abney .	1. Desconocimiento del equipo y su función. 2. Hay dudas respecto al manejo de Excel en especial de la graficación e introducción de fórmulas.
7	Nivelación trigonométrica simple y compuesta.	1. En un principio hay confusión respecto al desarrollo del levantamiento. 2. Hay dudas respecto al manejo de Excel en especial de la graficación e introducción de fórmulas. 3. En el diligenciamiento del formato hay confusión entre cm y m; en la lectura de la mira.
8	Parcial	
9	Estación total (Giordano Bruno).	1. Hay dudas respecto al equipo y su configuración, se tienen. 2. Usualmente en la configuración de la primera estación, olvidan medir la altura del instrumento.
10	Curvas de nivel.	1. No todos los estudiantes del grupo manejan la estación, lo que dificultara el proceso en asignaturas posteriores. 2. Hay ciertas dudas respecto al manejo del software AutoCAD civil 3D.
11	Sistema G.P.S.	1. Los estudiantes no mantienen verticalmente el GPS. 2. Desconocen la configuración.
12	Práctica con estereoscopio de bolsillo y de espejos .	1. Se les dificulta encontrar su distancia focal.
13	Práctica con estereoscopio de espejos	1. Tienen dificultad para orientar las fotografías de acuerdo a la línea de vuelo. 2. No tienen claro el proceso de toma de las fotografías.
14	Fotointerpretación Práctica con estereoscopio.	1. Tienen dificultad para orientar las fotografías de acuerdo a la línea de vuelo.
15	Uso barra de paralaje.	1. Dificultad en el uso de la barra de paralaje (muchos de los vidrios no poseen la marca de referencia) y llenado del formato.
16	Anteproyecto y proyecto final.	Se orientó sobre el manejo del software AutoCAD civil 3d, y sobre las condiciones de entrega.

Fuente. Autor

Durante los 4 semestres de acompañamiento se vieron, las mismas dificultades en los estudiantes respecto a los temas: Manejo de escala, Rumbo y azimut, uso de

equipos, estacionamiento, lectura de miras y cintas métricas, manejo de google earth pro, Excel y AutoCAD civil 3d. para esto se van a desarrollar guías (anexos) revisando la bibliografía disponible que buscan aclarar las dudas de los estudiantes y un video a cerca del manejo de la estación Nikon.

Algunas de las actividades desarrolladas por el monitor fueron:

Tabla 6. Plan de clases

SEMANA	ACTIVIDAD	OBSERVACIÓN
1	Reconocimiento de los equipos usados en topografía.	1. Se apoyó la descripción de los instrumentos. 2. Se fomentó el uso de terminología propia de la asignatura.
2	Levantamiento en campo: con brújula, cinta y jalón.	1. Descripción y uso de la brújula. 2. Explicación de cómo realizar las mediciones en terrenos irregulares. 3. Durante la elaboración de la cartera, se resolvieron dudas y explicaron la asignación de escala numérica y construcción de escala grafica a quienes tenían dudas.
3	Tránsito.	1. Se reforzó el manejo del equipo (funciones, partes y estacionamiento).
4	Poligonal cerrada.	2. Se reforzó en campo y durante la elaboración de la cartera; lo relacionado con rumbo y azimut.
5		3. En la elaboración de cartera se reforzó el manejo de google earth pro.
6	Nivelación con look y abney .	1. Se refuerza el manejo del equipo y su lectura, 2. En la elaboración del informe se resuelven dificultades en el manejo de Excel (graficar).
7	Nivelación trigonométrica simple y compuesta.	1. Se explicó el equipo, su manejo y función.
8	Parcial	
9	Estación total (Giordano Bruno).	1. Se explicaron el equipo y su configuración; se dieron las recomendaciones respectivas (ubicación de la estación, como guardarla correctamente, cambio de datos ,etc.).
10	Curvas de nivel.	1. Se explicaron el equipo y su configuración. 2. Se dieron las recomendaciones respectivas (ubicación de la estación, como guardarla correctamente, cambio de datos ,etc
11	Sistema G.P.S.	1. Se explicaron el equipo y su configuración. 2. Se dieron las recomendaciones respectivas.
12	Práctica con estereoscopio de bolsillo y de espejos .	1. Se explicó el equipo y su configuración; se dieron las recomendaciones respectivas. 2. Se explica el proceso y algunos resultados.

13	Práctica estereoscopio con espejos de	1. Se ayudó a tomar la distancia focal y puntos de referencia. 2. Se explicó cómo usar el estereoscopio.
14	Fotointerpretación Práctica con estereoscopio.	1. Se explicó Orientación de fotografías ,línea de vuelo, distancia focal , puntos de referencia, orden de las fotografías y elaboración el bosquejo.
15	Uso barra de paralaje.	1. Se reforzó la Orientación de fotografías, línea de vuelo, distancia focal, puntos de referencia, orden de las fotografías. 2. Uso de la barra de paralaje y llenado del formato.
16	Anteproyecto y proyecto final.	Se orientó sobre el manejo del software AutoCAD civil 3d, y sobre las condiciones de entrega.

Fuente. Autor

4.1.1 Principales problemas

Durante estos 4 semestres se detectaron los siguientes problemas:

- ▽ Manejo y conocimiento de los equipos propios de la asignatura.
- ▽ Ángulos y conversiones entre los diferentes sistemas.
- ▽ Rumbo, azimut.
- ▽ Manejo de escalas.
- ▽ Uso de google earth pro.
- ▽ Uso de la estación total.
- ▽ Errores en la elaboración de cálculos.
- ▽ Manejo del GPS.
- ▽ Elaboración de curvas de nivel en AutoCAD Civil 3D.
- ▽ Elaboración de planos contenido y organización.

Para reforzar el desarrollo de las falencias encontradas se realizaron las siguientes actividades:

- Se fomentó el uso de la terminología propia de la asignatura y se expuso la secuencia propia de cada levantamiento y de cada actividad.
- Se realizaron guías detalladas con programas funcionales para la asignatura como global mapper, google earth pro, AutoCAD civil 3D.
- Se revisó la bibliografía disponible para apoyar el proceso, ampliando las opciones bibliográficas del estudiante en temas específicos.

4.2 ELABORACIÓN DE GUIAS

Para elaborar las “GUIAS DE TOPOGRAFÍA” se siguió el siguiente proceso:

Ilustración 9. Proceso elaboración guía



Fuente. Autor

4.2.1 Contenido guías

Las guías se elaboraron con base a documentos, encontrados en internet, en la biblioteca y las guías propias de la materia, cada guía cuenta con el siguiente contenido:

- ▽ Título de la guía.
- ▽ Introducción.
- ▽ Objetivo general.
- ▽ Objetivos específicos.
- ▽ Bibliografía recomendada.
- ▽ Marco teórico (descripción, recomendaciones, tablas de interés).
- ▽ Ejercicios de profundización.
- ▽ Imágenes y tablas.

4.3 ESQUEMA DE UNA GUÍA

Ilustración 10. Esquema general de una guía

GUIA 1. EQUIPOS 1	
EQUIPOS AUXILIARES	
DE NIVELACIÓN Y SEÑALIZACIÓN	
Se usan como referencia; o para sostener un equipo. A continuación, se enuncian algunos:	
Tabla 1. JALÓN 6	INTRODUCCIÓN 2 La topografía está muy relacionada con equipos y procedimientos consecutivos; cada medida y actividad influye en la precisión del levantamiento. El buen trato de los equipos permitirá una vida útil más larga de estos, y el conocimiento de los mismos disminuye el tiempo de cada levantamiento haciéndolos más efectivos. OBJETIVO GENERAL 3 Reconocer los distintos equipos topográficos; que serán usados en los levantamientos durante el semestre. OBJETIVOS ESPECÍFICOS 4 ▽ Reconocer cada equipo y su función. ▽ Identificar las diferentes partes de un equipo y su utilidad. ▽ Aprender a evitar los errores. BIBLIOGRAFÍA RECOMENDADA 5 ▽ Manual de prácticas de topografía cartografía, pág. 52-84 (radiación simple, poligonal cerrada, intersección directa e indirecta, nivelación, replanteo). ▽ Metodología para levantamientos topográficos planímetros de predios rurales pag 1-74 (normativa, formatos, definiciones, tolerancias). ▽ Topografía para Ingenieros civiles Cap. 9 Aplicaciones para construcción. Cap. 12. Volúmenes.
 CARACTERÍSTICAS: $\Phi=1$ in ;L=2-3 m punta de acero	
 Uso: para trazar alineaciones y servir de referencia, también sirven de puntos medios de auxilio al teodolito, medición con cinta.	
 Franjas de colores de 20 cm alternadas de blanco y naranja o rojo.	
Fuente. Autor	
Tabla 2. Bastón	
BASTÓN  Sirve de soporte al prisma; Fabricado en aluminio, de longitud de 4 seccionado cada metro, tiene un nivel circular para garantizar la verticalidad del bastón y del prisma; Siempre que se cambia la altura del bastón se debe cambiar en la estación. 1. Seguro que permite alargar o contraer el prisma por sección. 2. Altura actual del prisma en metros.	
Fuente. Autor	

Fuente. Autor

Se explicarán las partes de las guías elaboradas.

1. Título de la guía.

Brinda el tema a tratar y divide la guía en capítulos.

2. Introducción

Describe la importancia del tema y su aplicación.

3. Objetivo general.

Describe el fin de la guía; y que debiera el estudiante conocer después de leerla.

4. Objetivos específicos.

Desarrollo de actividades, propias del tema

5. Bibliografía recomendada.

Enuncia lecturas recomendadas para el refuerzo de la materia, y profundización de la misma, logrando que el estudiante vaya más allá y como por ejemplo en la guía de rumbo, azimut y buzamiento enunciando el nombre del documento, las páginas y el tema propuesto; los links de los documentos están en la bibliografía, son de libre acceso, por ejemplo:

Manual de topografía-planimetría pág. 90-94 (Poligonales con datos omitidos, poligonales con una dirección y una distancia omitida).

Notas sobre pendientes pág. 30 (como ubicarse en campo).

6. Contenido de la guía

En el contenido de la guía se encuentran descripción, recomendaciones, tablas de interés que estipulan, definición del tema, clasificación del mismo, formulas y algunos cuadros de interés (errores comunes en el manejo de equipos, conversiones entre sistemas de expresión de ángulos, usos de las escalas, etc.), en la guía de escala por ejemplo se tiene una tabla que describe la escala, en relación a la precisión en metros, las curvas de nivel necesarias, los errores eventuales; cuantos puntos se deben tomar por hectárea, la distancia entre puntos y la distancia máxima para a la estación:

Tabla 7. Ejemplo tablas a encontrar en la guía

ESCALA	PRECISIÓN (m)	CURVAS DE NIVEL (m)	ERRORES EVENTUALES (m)	PUNTOS/ HA	DISTANCIA ENTRE PUNTOS (m)	DISTANCIA MÁXIMA A LA ESTACIÓN (m)	DISTANCIA MÁXIMA A GNSS (Km)
1:200	0.07	0.2	0.07	400	5	50	
1:500	0.2	0.5	0.17	100	10	500	1
1:1000	0.4	1	0.33	50	15	100	1.8
1:2000	0.7	2	0.67	25	20	1500	8.3
1:5000	1.8	5	1.67	10	30	2000	50

Fuente. Autor

7. Ejercicios de profundización

En temas como escalas, sistemas de expresión de ángulos, rumbo, azimut y pendiente se tienen ejercicios de profundización que se programaron también en Excel, para facilitar el proceso y ayudar a los estudiantes a familiarizarse con Excel. En la guía 2. “Ángulos” se tiene el siguiente ejercicio propuesto para realizar la conversión entre sistemas:

Tabla 8. Ejercicio propuesto guía 2

SISTEMA	SEXAGESIMAL	CENTECIMAL	ANALÍTICO
SEXAGESIMAL	45		
CENTECIMAL		80	
ANALÍTICO			$\pi/8$

Fuente. Autor

8. Conclusiones y recomendaciones.

4.4 GUÍAS

Se describirá el contenido del documento elaborado, encontrado en anexos que será usado por los estudiantes para aclarar dudas.

4.4.1 Guía 1 Equipos

En esta guía se describirán los principales equipos a usar en la asignatura (jalón, bastón, trípode, metro, mira estereoscópica, cinta métrica, brújula, niveles Locke, abney y de precisión, teodolito, estación total), además otros equipos usados por la topografía, recomendaciones de uso, principales errores, calibración del enfoque y de los hilos taquimétricos, características, descripción de los equipos. A continuación, un ejemplo de las tablas elaboradas para la explicación de los equipos.

Tabla 9.Cinta métrica

Cinta métrica	
	Recomendaciones Se debe verificar el inicio de la medición, acercando la hebilla a los 20 cm; se dobla y la marca debe estar en 10 cm; si no es así se debe iniciar desde 10 cm y a cada medición se le resta esa medida.

Fuente. Autor

4.4.2 Ángulos

Es de gran importancia, conocer los diferentes sistemas de medición de ángulos y sus equivalencias, en esta guía se clasifican los ángulos verticales y horizontales; para facilitar el posterior manejo de los equipos.

Los ángulos se establecen las conversiones en relación V:H, en porcentaje o en grados sexagesimales, las respectivas conversiones (también programadas en la hoja de Excel “conversiones”), sabiendo que la irregularidad del terreno representa una parte del error posible en las mediciones; se enuncia la relación ángulos de inclinación y el posible error; para poder cuantificar este tipo de errores, también se tiene una imagen que relaciona los tres sistemas y muestra la posible inclinación ;permitiendo establecer un criterio visual.

En cuanto a los ángulos horizontales se definen los sistemas racional, centesimal y analítico con su respectivo gráfico y conversiones; también se dan consejos respecto a la sintaxis usada en Excel y algunos ejercicios de refuerzo que también están programados.

Las tablas programadas en Excel para esta guía son:

Ilustración 11.Notación de ángulos verticales en Excel

SISTEMA	PORCENTAJE	GRADOS	H	V
PORCENTAJE	100	45	1	1
GRADOS	100	45	1	1
H:V	100	45	1	1

Fuente.Autor

Ilustración 12. Conversión de ángulos programados en Excel

CONVERSION DE ÁNGULOS EN SISTEMA SEXAGESIMAL, CENTECIMAL, Y ANALÍTICO			
CONVERSIONES			
SISTEMA	SEXAGESIMAL	CENTECIMAL	ANALÍTICO
VALOR	90	100	1

SISTEMA	SEXAGESIMAL	CENTECIMAL	ANALÍTICO
SEXAGESIMAL	90	81	1
CENTECIMAL	90	100	1
ANALÍTICO	180	200	1

NOTA			
LLENAR LAS CASILLAS EN AZUL CON LOS DATOS QUE SE VAN A CONVERTIR; EN SU RESPECTIVO SISTEMA			

Fuente. Autor

4.4.3. Rumbo, Azimut y Buzamiento

En la guía se definen los conceptos y se dan ejemplos a cerca de la notación, y algunos gráficos que facilitaran el proceso; como comparar los cuadrantes trigonométricos y los cuadrantes topográficos, también una tabla que relaciona cuadrantes, Nombre, la abreviatura usada y dirección, una tabla que define las diferentes direcciones. Finalmente se define buzamiento y un ejercicio complementario, para facilitar las conversiones se encuentra la siguiente tabla que relaciona las conversiones azimut-rumbo.

Tabla 10. Conversiones azimut-rumbo

C	RUMBO CONOCIDO	AZIMUT CALCULADO	C	AZIMUT CONOCIDO	RUMBO CALCULADO
I	N $\angle$ E	$\angle$	I	AZ	N Az E
II	S $\angle$ E	$180^\circ - \angle$	II	AZ	S $180^\circ - Az$ E
III	S $\angle$ W	$180^\circ + \angle$	III	AZ	S Az $- 180^\circ$ W
IV	N $\angle$ W	$360 - \angle$	IV	AZ	N $360^\circ - Az$ W

Fuente. Manual del auxiliar de topografía

Las anteriores conversiones también fueron programadas en Excel en las siguientes tablas:

Tabla 11. Conversiones azimuth y rumbo

AZIMUT			
C	RUMBO		AZIMUT
I	80	N-E	80
II	60	S-E	120
III	30	S-W	240
IV	60	N-W	300

RUMBO			
C	AZIMUT	RUMBO	
I	80	80	N-E
II	150	60	S-E
III	210	30	S-W
IV	350	80	N-W

Fuente. Autor

También se programó en Excel las coordenadas rectangulares, tanto para azimuth como para rumbo, y en la hoja “cinta brújula”, se programaron los cálculos del levantamiento de cinta y brújula.

4.4.4. Escalas

En esta guía se clasificaron las diferentes escalas, en cuanto a la escala grafica se hace un ejemplo de construcción. El contenido de esta guía lo integran la precisión lograda según la escala y su respectiva clasificación, las principales operaciones realizadas con escalas (ver hoja de Excel escalas), uso de las escalas según su valor, y la siguiente tabla que permite conocer las condiciones para elaborar un levantamiento con la precisión deseada.

Tabla 12. Relación escala, precisión.

ESCALA	PRECISIÓN (m)	CURVAS DE NIVEL (m)	ERRORES EVENTUALES (m)	PUNTOS/ HA	DISTANCIA ENTRE PUNTOS (m)	DISTANCIA MÁXIMA A LA ESTACIÓN (m)	DISTANCIA MÁXIMA A GNSS (Km)
1:200	0.07	0.2	0.07	400	5	50	
1:500	0.2	0.5	0.17	100	10	500	1
1:1000	0.4	1	0.33	50	15	100	1.8
1:2000	0.7	2	0.67	25	20	1500	8.3
1:5000	1.8	5	1.67	10	30	2000	50

Las hojas de Excel programadas son las siguientes:

Ilustración 13. Tablas escalas

MEDIDA EN TERRENO	
T (m)	168
P (cm)	8.4
D	20000

MEDIDA EN PLANO	
T (m)	8500
P (cm)	17
D	50000

DENOMINADOR	
T (m)	48
P (cm)	12
D	400

PRESICIÓN DE ESCALA	
PR (m)	0.05
T	200

FACTOR DE CONVERSIÓN	
Fc	0.64
D _{original}	500
D _{deseada}	320

Fuente. Autor

4.4.5. Uso de google earth pro y global mapper

Global mapper y google earth pro son herramientas para comprobar los levantamientos realizados, y también sirven para introducir al estudiante a las herramientas SIG.

Es una guía visual paso a paso de google earth y global mapper, se tratarán temas como la creación de un polígono, la creación de una ruta y perfil de elevación para comprobar durante los levantamientos de nivelación los resultados, la creación de curvas se nivel en global mapper relacionando lo anteriormente aprendido en earth pro, cada paso aparece con su respectiva explicación y fotografía:

Para crear el polígono, el siguiente es el primer paso de la guía:

Ilustración 14. Creación del polígono paso 1.

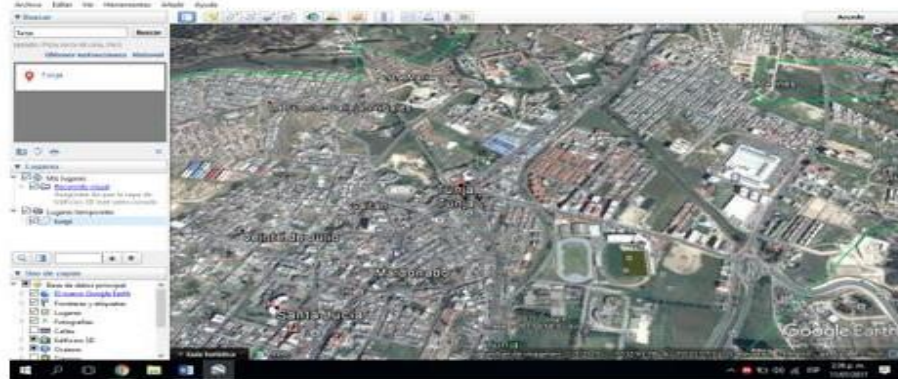


Fuente. Autor

Para crear las curvas de nivel se debe tener en cuenta el proceso enunciado para crear un polígono, se acuerdo a lo consignado en la guía, el primer paso es escoger un punto de referencia y seguir el proceso descrito.

Ilustración 15. Punto de referencia

Fotografía 6. Punto de referencia



Fuente. Autor

Ahora procedemos a abrir **global mapper** para elaborar las curvas de nivel; se selecciona la opción **configuration**; y aparece el siguiente menú se selecciona la opción **projection**; se configuran los siguientes datos; en zona se buscan las coordenadas obtenidas de google earth; seleccionando la zona que coincida con las coordenadas; se escoge la zona 18; pues va desde 72 este(W) a 78 W.



Fuente. Autor

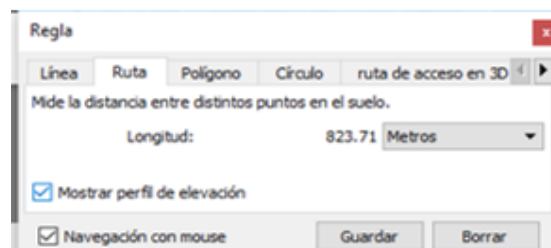
Para crear una ruta y un perfil de elevación el primer paso es el siguiente:

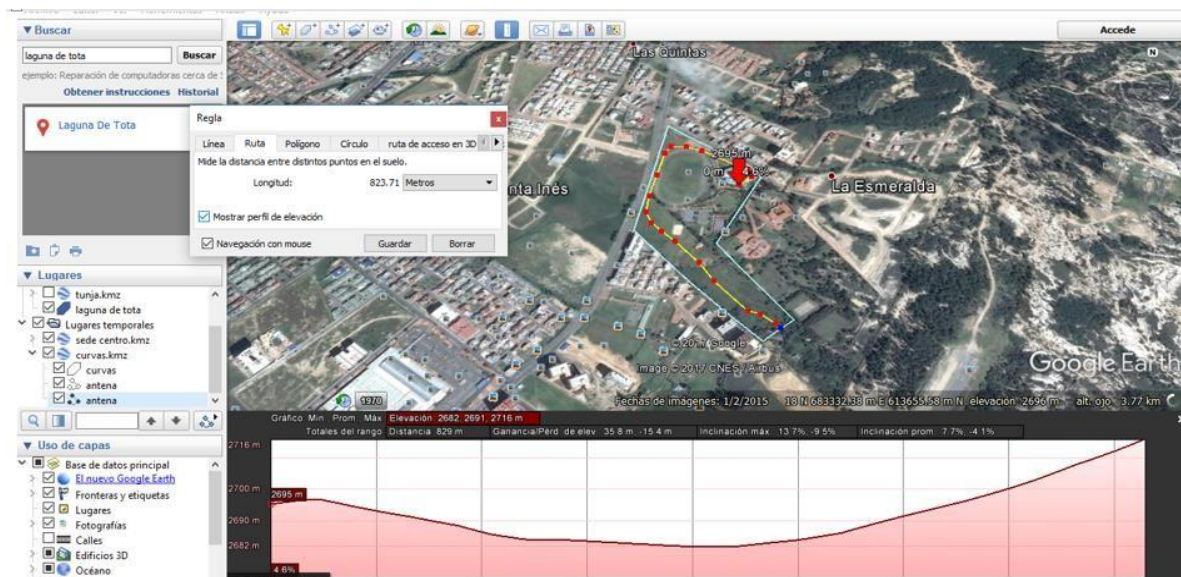
Ilustración 16. Creación ruta perfil paso 1.

CREAR UNA RUTA Y UN PERFIL DE ELEVACIÓN

1. Para crear una ruta y un perfil de elevación se selecciona la opción regla y se selecciona ruta; con el mouse se va seleccionando los puntos de la ruta y antes de guardarla se activa la opción mostrar perfil de elevación.

Fotografía 16. Perfil ruta.





Fuente. Autor

4.4.6. Uso de la estación

En esta guía se establecen algunas condiciones establecidas por el IGAC y el INCODER, esto le permitirá al estudiante tener claridad sobre el proceso a realizar en un levantamiento rural real, partes como la planeación; la verificación de equipos, la programación, resumen de actividades ,materialización; basándose en lo establecido en el documento “Metodología para levantamientos topográficos planimétricos de predios rurales”, presentado como trabajo de grado en la universidad distrital Francisco José de Caldas presentada en el año 2016.

También se puede encontrar la siguiente tabla se especificaciones elaborada en base al documento “Actualización del manual de levantamientos topográficos perteneciente al IGAC”

Tabla 13.Resumen de actividades

N	ACTIVIDAD	INSTRUCCIÓN	TIEMPO (Días)	ENCARGADO
1	Revisión de la información	Se debe verificar la información correspondiente al número de matrícula, código catastral, extensión parcial y ubicación.	1	Supervisor
2	Planeación del levantamiento	Se organizarán las actividades, preparado los recursos como equipos y documentos), los tiempos correspondientes de cada actividad.	7	Coordinador general y coordinador zonal
3	Trabajo de campo.	Independiente del método a emplear se debe materializar por lo menos un punto, levantar el lindero del predio, coberturas y otros detalles, y llenar los formatos correspondientes.	20 Ha/ día	Topógrafo y auxiliar de campo

4	Trabajo de oficina.	Para los levantamientos con estación total se requiere hacer un cálculo y ajuste a partir de los datos crudos verificándose que cumpla con los cierres exigidos para las poligonales.	3	topógrafo
5	Entrega de productos.	Los productos a entregar se debe presentar un informe técnico el cual resume todo el trabajo realizado y contiene análisis del resultado obtenido.	1	Topógrafo
6	Validación y análisis de Resultados.	Los productos entregados deben cumplir con los parámetros de calidad. Se debe verificar que el análisis de resultado sea coherente.	3	Supervisor y coordinador zona
7	Aclaración de cabida y linderos.	Se debe realizar una comparación entre el área de catastro, el área de títulos y el área del levantamiento, con el fin de identificar las diferencias. Si el predio presenta diferencias significativas, el proyecto no puede continuar el proceso y es necesario realizar un proceso de análisis para dar una propuesta de aclaración (D12-PM-OS-01 Protocolo para aclaración de cabida y linderos) .	1	supervisor
8	Entrega de resultados para	Se entrega el producto final a las personas competentes	1 día	Coordinador zonal

Fuente. Actualización del manual de levantamientos topográficos perteneciente al IGAC

En cuanto a las funciones de la estación total, se elaboró un cuadro donde se tiene el nombre de la función, la imagen y la describe la función que realiza el botón. También hay un cuadro con el proceso a realizar para mediciones con la estación de la siguiente forma.

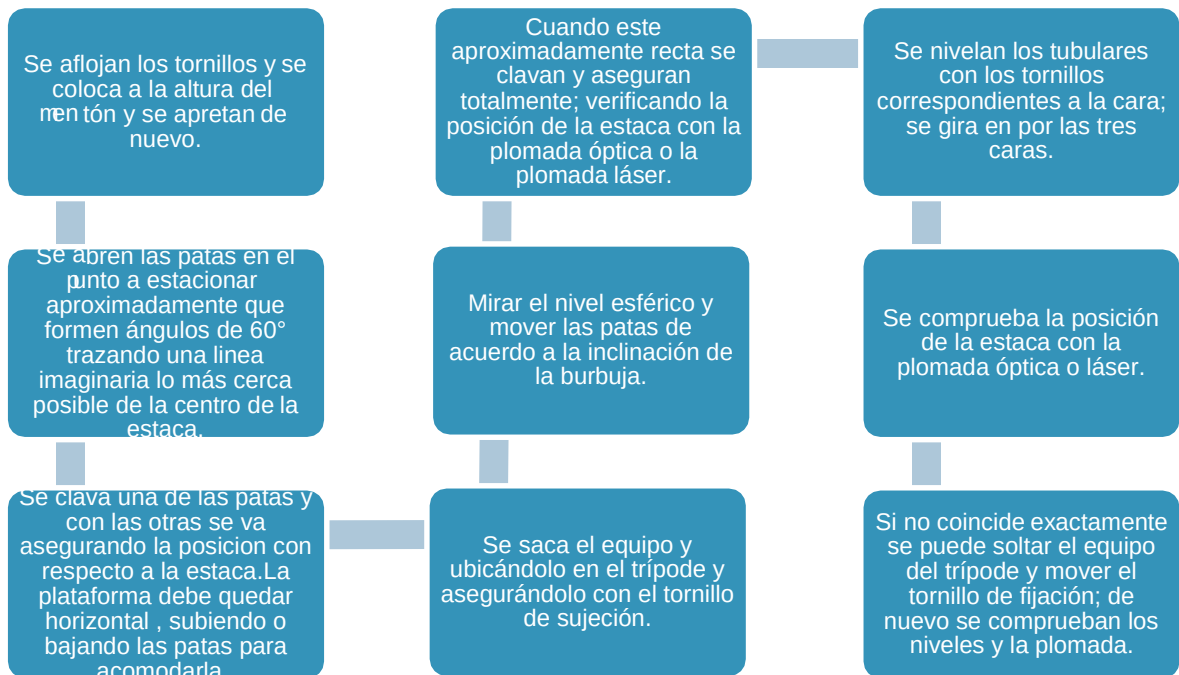
En esta guía se describe el funcionamiento, partes, proceso y materiales a usar durante un levantamiento con la estación total Nikon, se elaboraron ilustraciones del proceso recomendado a seguir para realizar una medición en campo y el proceso a realizar para un estacionamiento como se puede observar en la siguiente imagen y se reforzara también en el video realizado.

Ilustración 17. Proceso levantamiento con estación

Actividad	Fotografía	Recomendación
Encender el equipo ubicado en primer punto: El equipo debe estar estacionado correctamente (nivelado (tórico y tubular); la plomada óptica en el centro de la estaca, y establecido la vista atrás(BM), materializado.		Antes de estacionar es necesario asegurarse que las estaciones se vean entre sí.
En el punto 1000 Se enciende el equipo y se giran sus ejes para iniciarlo. Medición del ángulo de vista atrás. Se establece el tipo de norte a usar ,y se fija en 0, para luego visar atrás.		Se debe anotar este ángulo, se usara para definir la estación.

Fuente. Autor

Ilustración 18. Proceso de estacionamiento



Fuente. Autor

4.4.7. Errores

En esta guía se clasifican y describen los principales errores cometidos durante el desarrollo de las actividades que componen los levantamientos brindando ecuaciones para permitir el cálculo de los mismos para asegurar la exactitud y precisión del levantamiento; los anteriores errores se programaron en Excel ("errores") para facilitar el proceso, en esta guía también se encuentran límites de tolerancia angular, se puede encontrar también la siguiente tabla que ayudara en el proceso de planeación del levantamiento según las necesidades del trabajo en cuanto a precisión:

Tabla 14. Precisión según el método

METODO USADO	PRECISION	APLICACIÓN PRÁCTICA
A Pasos	1/100 – 1/200	Se utiliza para el reconocimiento y comparación entre medidas efectuadas con cinta.
Estadimétrico (indirecto)	1/1000 - 1/3000	Para el levantamiento de detalles, comprobación de medidas más precisas.
Cinta sencilla (directa)	1/10000 - 1/5000	Se utiliza en poligonales para levantamientos topográficos de construcción civil.
Cinta de precisión	1/10000- 1/30000	Para poligonales de planos de población, base de triangulación de mediana precisión y trabajos especiales de ingenierías
Electrónico	1/10000–1/300000	Para levantamiento de alta precisión en base de triangulación

Fuente. Manual de topografía-planimetría

4.4.8. GPS

Se describe que es el GPS, su funcionamiento, los principales errores, las ventajas e inconvenientes, se describe la ventana del promark 100, para explicar el procedimiento para el levantamiento stop&go y el cinemático se realizan 2 cuadros que contiene fotografías y descripción del proceso de la siguiente forma:

Ilustración 19. Procedimiento cinemático continuo

ACTIVIDAD	FOTOGRAFÍA
Arme el equipo conecte con la antena externa y ármelo en el bastón.	
Encienda-Inicio-Pro Mark Field-menú-Trabajo-Nuevo (introducir nombre)-Carpeta (escoger)-Tipo (la predeterminada "levantamiento")-Ubicación (Memoria sd)-Guardar.	

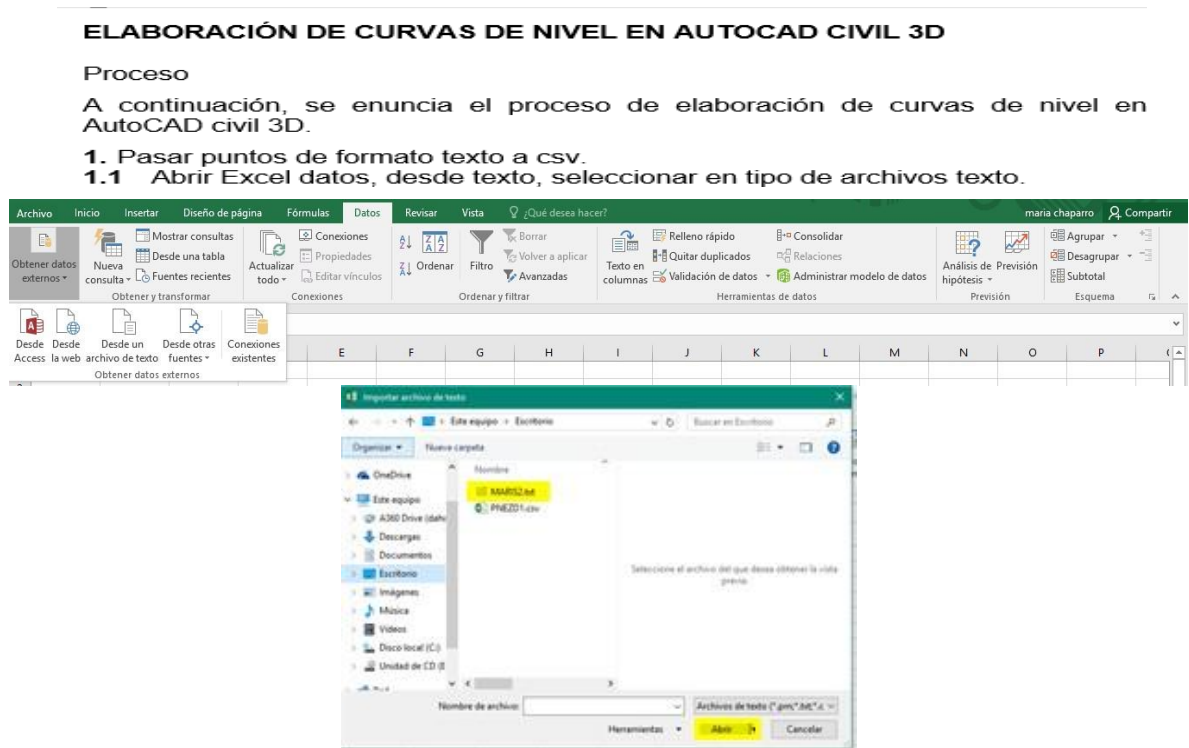
Fuente. Autor

4.4.9. Curvas de nivel en AutoCAD civil 3d

En esta guía se describen las curvas de nivel en un cuadro compuesto por, características, clases y precisión; también se puede encontrar una figura que relaciona, la equidistancia, las equidistancias y las curvas intermedias con la escala, además de tener ilustraciones de las principales geo formas.

En cuanto a la elaboración de curvas de nivel en AutoCAD civil 3d se explican los pasos y se muestran cómo se puede ver en la siguiente ilustración:

Ilustración 20. Ejemplo procedimiento curvas de nivel



Fuente. Autor

Como refuerzo, se elaboró una hoja de cálculo “curvas de nivel” de la siguiente forma.

Ilustración 21. Hoja de cálculo curvas

CURVAS DE NIVEL		
CÁLCULO DE PENDIENTES		
P(%)	25	
e (m)	5	
D(m)	20	
TRAZO DE LINEAS DE PENDIENTE CONSTANTE		
ESC	2500	
P(%)	5	
e (m)	5	
D(m)	100	
VAR(cm)	4	
LONGITUD TOTAL DE UN TRAMO		
e (m)	5	
D(m)	40	
TRAMO	L(m)	P%
A-1	18	27.778
1-2	24	20.833
2-3	33	15.152
3-B	8	62.5
Σ	83	

Fuente. Autor

4.4.10. Recomendaciones planos

Esta guía contiene el color aconsejado para las convenciones, angular recomendaciones para los planos y la elaboración en AutoCAD, y un cuadro de presentación de los planos, los tamaños de papel según la norma ISO, se clasifican los símbolos en cualitativos y cuantitativos; a su vez en la bibliografía recomendada se dan las paginas para buscar los símbolos y las convenciones.

4.5 VIDEO MANEJO DE LA ESTACIÓN

En este video se describen los equipos y su respectivo manejo para realizar medidas con la estación total; se encuentra en el video anexo.

Se encontrará en el link: <https://www.youtube.com/watch?v=IC89-kztv-w>

CONCLUSIONES

- Las principales falencias de los estudiantes durante estos cuatro semestres fueron: el manejo de escalas, el conocimiento de los equipos, la lectura de cintas métricas y miras, la conversión a rumbos y el manejo de los programas de cálculo.
- Las monitorias permitieron que los estudiantes despejaran dudas y mejoraran su desempeño en la asignatura y la ingeniería civil.
- Las elaboraciones de la guía anteriores permitirán al estudiante profundizar en temas relacionados con el levantamiento realizado y con la asignatura en general.

RECOMENDACIONES

- Establecer procesos para aumentar el pensamiento crítico del estudiante respecto a los procesos que está realizando.
- Implementar rangos de error permitidos en todos los levantamientos para que los estudiantes vayan mejorando.
- Buscar más programas que permitan apoyar el desarrollo de la asignatura.
- Comprar equipos más actualizados.

BIBLIOGRAFIA

ALCALDIA DE PEREIRA. Manual cartográfico. [En línea]. Pereira. Secretaria de planeación. ALCALDÍA DE PEREIRA,2007.[Citado 16 de Julio de 2017].Disponible en internet: <http://www.curaduria1pereira.com/doc/manualcartograficoV3.pdf>.

ALCALDIA DE SANTIAGO DE CALI. Catálogo de símbolos para el núcleo de datos fundamentales del IDESC [En línea]. Cali. IDESC, 2014 [citado 16 de Julio de 2017]. Disponible en internet:http://www.cali.gov.co/planeacion/publicaciones/46679/normatividad_idesc/

ALMAGRO. Antonio, LOPEZ. Gerardo. Sistemas topográficos para mediciones en arquitectura y manual de uso del programa CALCO. [En línea],2010. [citado 15 junio de 2017]. Disponible en Internet: https://www.google.com.co/url?sa=t&rctj&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKEwiAjNfe9rHWAhUHWSYKHZraBRMQFggI MA A&url=http%3A%2F%2Fdigital.csic.es%2Fbitstream%2F10261%2F29543%2F1%2FManualCALCO.pdf&usg=AFQjCNHdD2LVjoL_oYrwuVX9wlwC97Oz5Q

BALLESTEROS, José. Manual de auxiliar técnico de topografía. [En línea].
TRANING SEASON,2011. [Citado 15 julio 2017] Disponible en internet: https://www.google.com.co/url?sa=t&rctj&q=&esrc=s&source=web&cd=3&cad=rja ci&uact=8&ved=0ahUKEwiltrGMxK7VAhWJgZAKHUYkB6lQFggzMAI&url=https%3A%2F%2Fpublicaciones.unirioja.es%2Fcatalogo%2Fonline%2Ftopografia.pdf&usg=AFQjCNHI7LDPQCmrk8y0_gSaeMxueeu_g.

CAMACOL. Diez tramites de urbanismo y construcción en Bogotá [en línea]. Cámara Regional de la construcción Camacol Bogotá y Cundinamarca. Bogotá.CAMACOL.2014[Citado 16 de Julio de 2017]. Disponible en internet: http://ww2.camacolcundinamarca.co/documentos/Cartilla_Tramites.pdf.

CARDOZO, Juan y ARENAS, Jennifer. Metodología para levantamientos topográficos planimétricos de predios rurales. Bogota,2016, 74 p. Trabajo de grado

ingeniero Topográfico. Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Facultad de Medio Ambiente y Recursos Naturales, 2016. disponible en internet : <https://www.google.com.co/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKEwjrpelw67VAhUJGpAKHRIVAUlQFggkMAA&url=http%3A%2F%2Frepository.udistrital.edu.co%2Fbitstream%2F11349%2F3248%2F1%2FarenasAcostaJenifferAlexandraCardozoRojasJuanSebastian2016.pdf&usg=AFQjCNHjeV3gnXUG3b9jH6uEYZXkePnfJw>.

CASANOVA, Leonardo. Topografía plana. [En línea]. Mérida: Taller de publicaciones de ingeniería, ISBN 980-11-0672-7, 2002. [Citado 13 junio.2017]. Disponible en internet: http://www.serbi.ula.ve/serbiula/libros-electronicos/Libros/topografia_plana/pdf/topografia.pdf.

COMISIÓN NACIONAL DE RIEGO, Manual de procedimientos geodésicos y topográficos. Chile. División de estudios, desarrollo y políticas,2014.[citado 13 de Julio de 2017].Disponible en internet: <https://www.google.com.co/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKEwj3u6Kxi8DVAhUCJiYKHYERC8cQFggkMAA&url=http%3A%2F%2Fwww.cnr.gob.cl%2FDivisionDeEstudios%2FDocumentos%2520Licitacin%2520Tralcapulli%2FManual%2520de%2520Procedimientos%2520Geod%25C3%25A9sicos%2520y%2520Topogr%25C3%25A1ficos%2520de%2520la%2520CNR%2520al%252006-08-&usg=AFQjCNHx7L-Ulg9pvAPd9x2wCh3-fceFog>.

CÓRDOVA, Carlos y MEDIAVILLA, Oscar. Curso de topografía aplicada. [En línea]. 5a ed. Cumaná:2011. [Citado 15 jun 2017]. Disponible en internet: https://www.google.com.co/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=8&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKEwjqsYH6w67VAhXlvJAKHX_ND1UQFghIMAc&url=http%3A%2F%2Fwww.oscarmediavilla.com%2F&usg=AFQjCNGtxYVCSJg34gWRC2Kf77CMKCzM0g.

FARJAS, Mercedes. Levantamientos topográficos. [En línea].Madrid: Universidad politécnica de Madrid,2011.[Citado 14 de julio de 2017] .Disponible en internet:<URL <https://es.scribd.com/document/351864031/L-Topografia-M-Farjas>>.

IDEC. Datos fundamentales catálogo de símbolos geográficos. [en línea]. [Colombia]: IDEC, ago.2006 [citado 16 de Julio de 2017]. Disponible en internet:<URL.<https://es.scribd.com/document/261777076/Catalogo-de-Simbolos-cartografia>.

Instituto geográfico Agustín Codazzi. Módulo cartografía. [En línea]. Rioacha: IGAC,2007. [Citado 18 de agosto de 2017]. Disponible en internet. https://www.google.com.co/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKEwj3uezMgLLWAhWG6yYKHeGrCrEQFggIMAA&url=ftp%3A%2F%2Fftp.ciat.cgiar.org%2FDAPA%2Fplanificacion%2FGEOMATICA%2FGeodesia_Cartograf%25C3%25ADa%2FCartograf%25C3%25ADa_Modulo.pdf&usg=AFQjCNGdVAhTgskSrAhR8QcCe49aH3UnkA.

JIMENEZ, Gonzalo. Topografía para ingenieros civiles. [En línea]. Armenia, Quindío: Universidad del Quindío ,2007[Citado 15 marzo 2017]. Disponible en internet:[https://www.freelibros.org/topografia/topografia-para-ingenieroscivile s-gonzalo-jimenez-cleves.html](https://www.freelibros.org/topografia/topografia-para-ingenieroscivile-s-gonzalo-jimenez-cleves.html).

LOPEZ, David. Actualización del manual de levantamientos topográficos perteneciente al IGAC. Fusagasugá, 2016, 134p. Trabajo de grado presentado como requisito para obtener el título de Ingeniero topográfico. Universidad distrital Francisco José de Caldas. Facultad de medio ambiente y recursos naturales. Disponible en internet. <https://www.google.com.co/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKEwjhqOLmosDVAhWK6yYKHZfkCFUQFggkMAA&url=http%3A%2F%2Frepository.udistrital.edu.co%2Fbitstream%2F11349%2F4776%2F1%2FFern%25C3%25A1ndezL%25C3%25B3pezlv%25C3%25A1nDavid2016.pdf&usg=AFQjCNHrdx9QCdXOal2CYounQDDzZJag>.

MORA, Cristian y ROMERO, Emir. Levantamiento planimétrico y altimétrico de la universidad de Cundinamarca extensión Soacha. Fusagasugá, 75p.Trabajo de grado presentado como requisito para obtener el título de tecnólogo en cartografía. Universidad de Cundinamarca. Facultad ciencias agropecuarias tecnología en cartografía. Disponible en internet :<https://www.google.com.co/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=3&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKEwil1Oj6ksDVAhXG4yYKHVCvsQFgggMAI&url=http%3A%2F%2Fdspace.unicundi.edu.co%3A8080%2Fxmlui%2Fbitstream%2Fhandle%2F123456789%2F205%2FLEVANTAMIENTO%2520PLANIM%25C3%2589TRICO%2520Y%2520ALTIM%25C3%2589TRICO%2520DE%2520LA%2520UNIVERSIDAD%2520DE%2520CUNDINAMARCA%25>

20SECCIONAL%2520GIRARDOT.pdf%3Fsequence%3D1%26isAllowed%3Dy&usg=AFQjCNE_yQSI1xUjnrAX16ZAFZUDIWV1zg.

NAVARRO, Sergio. Manual de topografía-Planimetría. [En línea]. Merida.2008. [Citado 17 mar.2017]. Disponible en internet https://www.google.com.co/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKEwiYjoWixK7VAhWMIZAKHY7ZDz4QFggkMAA&url=https%3A%2F%2Fsjnavarro.files.wordpress.com%2F2011%2F08%2Fapuntes-topografia-i.pdf&usg=AFQjCNF-AzZ_s4d901XViEGFU2-AeuLEg.

PARKER, Harry. Ingeniería de campo simplificada. 2 Ed. Limusa, 1968.190p.

PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA. Norma Icontec. [En línea]. Cali. Centro de escritura javeriano,2014. [Citado 10 de agosto 2017]. Disponible en internet :<URL:https://www.google.com.co/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKEwjS8Z3Ww67VAhUBj5AKHculAgYQFggkMAA&url=http%3A%2F%2Fcentrodeescritura.javerianacali.edu.co%2Findex.php%3Foption%3Dcom_content%26view%3Darticle%26id%3D84%3Anormaicontec%26catid%3D45%3Areferenciasbibliograficas&usg=AFQjCNGMyS_vMiwz7cZH9TXJRwM7AUviQ>.

SANTAMARÍA, Jacinto: MENDEZ, Teófilo. Manual de prácticas de topografía y cartografía. [En línea]. Rioja: Universidad del rioja,2005. [Citado 13 jun, 2017]. Disponible en Internet: https://www.google.com.co/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKEwiz1YrDxK7VAhWHQpAKHYPGCAgQFggkMAA&url=https%3A%2F%2Fpublicaciones.unirioja.es%2Fcatalogo%2Fonline%2Ftopografia.pdf&usg=AFQjCNHI7LDPQCmrk8y0_gSaeMxueeuu_g.

SENCINCO. Curso completo de topografía. [En línea]. Lima: 2010. [Citado 13 jun, 2017]. Disponible en [Internet]:<URL:https://www.google.com.co/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=2&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKEwjtiqqi1pPVAhvFWCYKHQ6xALAQFggkMAE&url=https%3A%2F%2Fpublicaciones.unirioja.es%2Fcatalogo%2Fonline%2Ftopografia.pdf&usg=AFQjCNHI7LDPQCmrk8y0_gSaeMxueeuu_g>.

TORRES, Álvaro; VILLATE, Eduardo. Topografía. 1 ed. Bogotá D.C.: Norma, 1968. 307 pág.

VALENCIA, Waldo. Topografía para ingeniería. [En línea]. [Coquimbo, Chile]: UNIVERSIDAD DE LA SERENA, mar.2008[citado 10 feb.2017]. Disponible en internet<URL:https://www.google.com.co/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=5&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKEwiJ5NHdwa7VAhWBFJAKHbNHChgQFgg4MAQ&url=http%3A%2F%2Fs1410e4bc02b22547.jimcontent.com%2Fdownload%2Fversion%2F1324064508%2Fmodule%2F5650535019%2Fname%2FTOPOGRAFI A%2520MINERA_163.pdf&usg=AFQjCNF9PLfwX-ge9FxzErvB053UOUuQpw>.