

UCLV
Universidad Central
"Marta Abreu" de Las Villas



FC
Facultad de
Construcciones

Departamento de Ingeniería Civil

TRABAJO DE DIPLOMA

Título "Folleto de ejercicios resueltos y propuestos para la
disciplina Topografía

Autores Karelys Gómez Balado

Tutores Dra. Ing. Oleida María Simón Brito

Santa Clara , junio 2018
Copyright©UCLV

Este documento es Propiedad Patrimonial de la Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas, y se encuentra depositado en los fondos de la Biblioteca Universitaria “Chiqui Gómez Lubian” subordinada a la Dirección de Información Científico Técnica de la mencionada casa de altos estudios.

Se autoriza su utilización bajo la licencia siguiente:

Atribución- No Comercial- Compartir Igual



Para cualquier información contacte con:

Dirección de Información Científico Técnica. Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas. Carretera a Camajuaní. Km 5½. Santa Clara. Villa Clara. Cuba. CP. 54 830

Teléfonos.: +53 01 42281503-1419

Pensamiento

“Nadie está a salvo de las derrotas. Pero es mejor perder algunos combates en la lucha por nuestros sueños, que ser derrotado sin saber siquiera por qué se está luchando.”

Paulo Coelho

Dedicatoria

*A mi hijo Elliot Antonio por ser mi motivación y fuerza cada
día*

*A mis padres por su amor siempre, su apoyo incondicional y
principales responsables de que hoy este cumpliendo mi sueño,
que más que mío es suyo también.*

*A mi esposo por estar siempre a mi lado, apoyándome y
ayudándome en cada momento, por luchar a mi lado y hacer
suyos mis problemas.*

A mi hermana por estar siempre para mí,

*A mi tutora Oleida por ser una persona excepcional, por su
apoyo, comprensión y su valiosa ayuda,*

A mi familia toda, mis amigos y profesores.

Resumen

El presente trabajo consiste en la elaboración de un folleto de ejercicios propuestos y resueltos que facilite la preparación de los estudiantes que cursan las carreras de Arquitectura y Urbanismo, Ingeniería Civil, Ingeniería Hidráulica y Ambiental y Licenciatura en Educación para la Construcción, para la disciplina Topografía que se imparte en la Facultad de Construcciones de la Universidad Central “Marta Abreu” de las Villas.

Para su confección se utilizaron instrumentos de recogida de información como: revisión de documentos, encuestas a estudiantes, entrevistas a profesores de las diferentes carreras, siendo estos resultados la base del fundamento del análisis de las necesidades. La elaboración del folleto requirió de una minuciosa revisión de la bibliografía de la disciplina Topografía y este está ajustado a los temas según proponen los programas de la misma para el Plan de estudio E.

Se presenta además la valoración realizada por los especialistas que consideran que el folleto de ejercicios propuestos y resueltos de Topografía que se propone constituye un material de gran valía para el estudio independiente de los estudiantes.

Palabras Claves: Topografía, medios de enseñanza, folleto de ejercicios

Summary

The present work consists in the elaboration of a brochure of proposed and solved exercises that facilitate the preparation of the students who are studying the careers of Architecture and Urbanism, Civil Engineering, Hydraulic and Environmental Engineering and Degree in Construction Education, for the Topography discipline that is given in the Faculty of Constructions of the Central University "Marta Abreu" of Las Villas.

For its preparation, information collection instruments were used, such as document review, student surveys, interviews with professors from different careers, these results being the basis of the analysis of needs. The preparation of the brochure required a thorough review of the bibliography of the discipline Topography and this is adjusted to the topics as proposed by the programs of the same for the Study Plan E.

It also presents the assessment made by the specialists who believe that the brochure of suggested and solved proposed Topography exercises constitutes a material of great value for the independent study of the students.

Key Words: Topography, teaching aids, exercise booklet

Índice

Introducción	7
Capítulo 1: Los medios de enseñanza en la educación superior	12
1.1. Particularidades la Disciplina Topografía en la Facultad de Construcciones de la UCLV.....	12
1.2. El Trabajo independiente en el proceso de enseñanza aprendizaje universitario	17
1.3. Los Medios de enseñanza como categorías didácticas del proceso de enseñanza aprendizaje.....	22
1.4. Clasificación de los Medios de Enseñanza	24
1.5. El Folleto como medio de enseñanza – aprendizaje.....	27
Capítulo 2: Análisis de Necesidades	30
2.1 Metodología de la investigación.....	30
2.1.1 Escenario de investigación. Población y muestras.....	31
2.2 Análisis de los resultados de los instrumentos aplicados.....	35
2.2.1 Análisis de la encuesta aplicada a los profesores.....	35
2.2.2 Análisis de la encuesta aplicada a los estudiantes.....	36
2.2.3 Diagnóstico de necesidades.....	37
Capítulo 3: Diseño y valoración del Folleto de ejercicios	39
3.1. Diseño de Folleto de ejercicios resueltos y propuestos para la disciplina Topografía.....	39
3.2. Valoración de la propuesta según criterios de especialistas.....	40
Conclusiones.....	42
Recomendaciones.....	43
Bibliografía.....	44
Anexos.....	47

Introducción

La Educación Superior cubana se encuentra en un continuo proceso de perfeccionamiento de los Planes y Programas de Estudio. La Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas, no está ajena a este perfeccionamiento. En algunas carreras de las que en ella se imparten, en la actualidad, ya se ha implementado el Plan de Estudio E.

En la Facultad de Construcciones de la Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas, se estudian cuatro carreras: Ingeniería Civil, Ingeniería Hidráulica y Ambiental, Arquitectura y Urbanismo y Licenciatura en Educación Construcción, las cuales aún transitan por el Plan de Estudio D, pero sus Comisiones de Carrera ya se encuentran enfrascadas en el diseño de los Planes E.

En este escenario, se hace necesario perfeccionar aquellas disciplinas y asignaturas de las carreras, en todas sus categorías didácticas: Objetivos, Contenidos, Principios Didácticos, Métodos de enseñanza, Medios, Sistemas de Evaluación y Formas de enseñanza, para que el nuevo Plan de Estudio "Plan E", posibilite la formación de un profesional competente acorde a las exigencias de nuestra sociedad.

La disciplina Topografía constituye una de las bases fundamentales para la formación de los profesionales de la Construcción, pues brinda los conocimientos teóricos y prácticos básicos necesarios para obtener la información del terreno y confeccionar el plano topográfico sobre el cual se proyectan las obras civiles, arquitectónica e Hidráulicas, para el replanteo de las mismas y el control de ejecución.

A través de esta disciplina el estudiante adquiere uno de los primeros oficios básicos de su profesión y logra habilidades prácticas que le permiten incorporarse activamente al proyecto de obras a través de una función técnica específica.

El papel de esta disciplina en el plan de estudio consiste en brindar los conocimientos y desarrollar las habilidades necesarias para que un profesional de la construcción pueda dirigir, organizar y controlar los trabajos de levantamiento y replanteo topográfico que se requieran para una obra de poca complejidad en

condiciones topográficas favorables, según sus características técnicas, así como su formación en la interpretación y control de calidad de planos topográficos.

En el proceso de enseñanza – aprendizaje de la disciplina Topografía que se imparte en las carreras de la Facultad de Construcciones de la Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas, se han detectado insuficiencias en el desarrollo del trabajo independiente de los estudiantes para la resolución de problemas, lo cual incide en el desarrollo de habilidades para el cálculo de levantamientos Topográficos, replanteos de obras e interpretación de la información contenida en los planos topográficos, lo cual evidencia la necesidad de elaborar medios de enseñanza que orienten al estudiante y faciliten su estudio individual motivándolos para lograr el cumplimiento de los objetivos propuestos.

Esta problemática da origen a la presente investigación que se ha planteado como problema científico:

¿Cómo contribuir al trabajo independiente de los estudiantes en el proceso de enseñanza - aprendizaje de la disciplina Topografía en las carreras de la construcción que se estudian en la Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas? El objeto de la investigación es el trabajo independiente en el proceso de enseñanza - aprendizaje de la disciplina Topografía y el campo de acción los Medios de enseñanza aprendizaje.

El objetivo general de la investigación es elaborar un Folleto de ejercicios, que contribuya al trabajo independiente de los estudiantes en el proceso de enseñanza - aprendizaje de la disciplina Topografía en las carreras de la construcción que se estudian en la Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas.

De este modo la presente investigación está encaminada a dar respuesta a las siguientes interrogantes científicas:

1. ¿Cuál es la fundamentación teórica y metodológica del uso de los medios de enseñanza en el proceso de enseñanza – aprendizaje?
2. ¿Cuál es la situación actual y cuales las necesidades de perfeccionamiento de los medios de enseñanza que se emplean en el proceso de enseñanza -

aprendizaje de la disciplina Topografía en las carreras de la construcción que se estudian en la Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas?

3. ¿Cuál es la propuesta de Folleto de ejercicios, que contribuya al trabajo independiente de los estudiantes en el proceso de enseñanza - aprendizaje de la disciplina Topografía en las carreras de la construcción que se estudian en la Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas?
4. ¿Cuál es la valoración que se tiene a criterio de especialistas del Folleto de ejercicios propuesto?

Los objetivos específicos del Trabajo de Diploma son:

1. Elaborar los fundamentos científico-metodológicos que sustentan la temática de investigación a partir del estudio de la literatura e investigaciones realizadas sobre el tema.
2. Identificar las necesidades de perfeccionamiento de los medios de enseñanza que se emplean en el proceso de enseñanza - aprendizaje de la disciplina Topografía en las carreras de la construcción que se estudian en la Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas.
3. Confeccionar un Folleto de ejercicios que contribuya al trabajo independiente de los estudiantes en el proceso de enseñanza - aprendizaje de la disciplina Topografía en las carreras de la construcción que se estudian en la Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas.
4. Valorar mediante el criterio de especialistas el Folleto de ejercicios propuesto.

Para el desarrollo del trabajo se utilizan los siguientes métodos científicos de investigación.

De nivel teórico

1. El analítico sintético: A lo largo de todo el trabajo de investigación, durante el procesamiento de la información bibliográfica y el establecimiento de las generalizaciones y las conclusiones necesarias.
2. El histórico lógico: Está vinculado al conocimiento de las particularidades de

la disciplina Topografía, el trabajo independiente en proceso de enseñanza aprendizaje y los medios de enseñanza.

3. El inductivo deductivo: A través del cual se logran establecer generalidades en cuanto al diseño del Folleto.

De nivel empírico:

1. Revisión de documentos
2. Entrevista a profesores de la disciplina Topografía.
3. Encuestas a estudiantes del tercer año de las carreras de la construcción que se estudian en la Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas.

La Novedad Científica del trabajo radica en la elaboración de un Folleto de ejercicios que contribuya a perfeccionar el trabajo independiente de los estudiantes en el proceso de enseñanza - aprendizaje de la disciplina Topografía en las carreras de la construcción que se estudian en la Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas, a partir de la inclusión de ejercicios resueltos y propuestos con enfoque hacia la especialidad.

El aporte práctico del trabajo, es el Folleto de ejercicios creado para la disciplina Topografía.

La investigación se ha estructurado en tres capítulos:

Capítulo 1: Los Medios de enseñanza en la educación superior

En el capítulo 1 se presentan los fundamentos teóricos de la investigación, se analizan aspectos referentes al proceso de enseñanza – aprendizaje de la disciplina Topografía, se abordan además particularidades del empleo de los medios como categorías didácticas del proceso de enseñanza - aprendizaje , se plasman consideraciones acerca de los diferentes medios de enseñanza a partir del criterio de investigadores de la temática y de las Normas Cubanas Vigentes para este fin, valorándose las ventajas y desventajas de éstos y sus posibilidades didácticas para el estudio independiente, lo cual permita fundamentar la propuesta.

Capítulo 2: Análisis de necesidades

En el capítulo 2 se presenta el diseño empírico de la investigación, se identifica la población y se selecciona la muestra, se describen los instrumentos utilizados para determinar las necesidades de perfeccionamiento de los medios de enseñanza que se emplean en el proceso de enseñanza - aprendizaje de la disciplina Topografía en las carreras de la construcción que se estudian en la Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas.

Capítulo 3: Diseño y Valoración del Folleto de Ejercicios

En el capítulo 3 se diseña el Folleto de ejercicios que contribuya a perfeccionar el trabajo independiente de los estudiantes en el proceso de enseñanza - aprendizaje de la disciplina Topografía en las carreras de la construcción que se estudian en la Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas y la valoración que del mismo realizan los especialistas.

Se presentan además las conclusiones generales del trabajo de investigación, la bibliografía consultada y referenciada durante todo el trabajo de investigación y como anexo los instrumentos utilizados durante la identificación de necesidades y la valoración del Folleto que se propone, así como el Folleto de ejercicios en su primera versión.

Capítulo I: Los Medios de enseñanza en la Educación Superior

1.1. Particularidades de la Disciplina Topografía en la Facultad de Construcciones de la UCLV

La disciplina topografía en el plan de estudio tiene varias particularidades partiendo de objetivos educativos e instructivos, así como conocimientos y habilidades básicos a dominar por los estudiantes de la Facultad de Construcciones. (MES, 2007)

Objetivos educativos

- a) Expresar en su actividad profesional los valores éticos y estéticos en correspondencia con nuestro proyecto social dirigidos hacia el desarrollo sostenible de las construcciones, sobre la base del respeto al entorno natural y al patrimonio construido.
- b) Conocer la historia social y técnica de la profesión en el ámbito nacional e internacional para profundizar en la comprensión del objeto de su trabajo y el modo de actuación profesional, así como la responsabilidad social e individual en la asimilación, conservación y creación de una cultura de la profesión, profundizando en los conceptos de la ingeniería en general y de la ingeniería civil contemporánea en particular.
- c) Desarrollar el amor a la profesión como actividad socioeconómica dedicada fundamentalmente a la producción y conservación de las construcciones para el uso y beneficio del hombre, incentivando en los estudiantes capacidades para el trabajo independiente, una permanente auto superación, responsabilidad profesional, inquietudes investigativas, así como la originalidad y el ingenio creativo.
- d) Comunicarse correctamente en forma oral y escrita en su lengua materna con el dominio del vocabulario técnico de la profesión, siendo capaces de buscar y consultar información científico técnica en idioma español e inglés, así como emplear la computación y las TIC para el desarrollo de su actividad profesional y como medio de comunicación. Desarrollar un pensamiento lógicamente estructurado que le permita exponer y defender sus criterios.

- e) Contribuir al desarrollo de su personalidad como futuro profesional de la construcción formando hábitos de trabajo en equipo, combinando los intereses individuales y colectivos en la toma de decisiones, de cumplimiento de normas, regulaciones y disposiciones vigentes en la esfera constructiva y en especial con la protección y seguridad del hombre y las que aseguran calidad de los trabajos.
- f) Consolidar en los estudiantes el rol que como Ingenieros Civiles les tocará desempeñar en la defensa de la patria.

Objetivos Instructivos

- a) Realizar los trabajos de campo y de gabinete de un levantamiento topográfico de aplicación en Ingeniería Civil, aplicando las Normas e Instrucciones vigentes en el país.
- b) Interpretar un plano topográfico, evaluar su calidad técnica y las posibilidades de su utilización para la realización de trabajos de Ingeniería Civil y actividades de la defensa del país.
- c) Representar el relieve de una zona determinada del terreno, aplicando el método de las curvas de nivel, tanto en forma manual como mediante un programa de computación.
- d) Replantear una obra de Ingeniería Civil de mediana complejidad, valorando el instrumental y seleccionando el método más adecuado para las tareas más generales y frecuentes de la profesión.
- e) Controlar el proceso constructivo de una obra vial o estructural, utilizando para ello el instrumental y los métodos más adecuados a los requerimientos de la obra.
- f) Identificar la tecnología más avanzada en la Topografía, así como utilizar la computación en la solución de problemas de modelación del terreno y obras de tierras

Conocimientos básicos a adquirir.

- a) Introducción a la Topografía. Reseña histórica. Conceptos de Geodesia y Topografía. Límites de la Topografía. Aplicaciones en la Ingeniería Civil. Objetivos generales de la Disciplina.

- b) Planimetría. Mediciones fundamentales. Mediciones lineales y angulares. Teoría de Errores. Clasificación de los errores. Errores sistemáticos y accidentales. Conceptos de precisión. Selección de instrumental. Números aproximados. Reglas prácticas. Levantamientos planimétricos. Puntos de detalle. Orientación. Métodos de orientación. Acimut. Rumbo. Poligonales. Trabajo de campo. Reconocimiento. Monumentación. Error de cierre angular. Error de cierre lineal. Poligonal cerrada de rodeo. Poligonal cerrada de enlace. Red planimétrica del Levantamiento (RLP). Elaboración del plano planimétrico. Escala. Relación entre escala y precisión. Red de apoyo del levantamiento. Puntos de detalle. Ampliación y reducción de planos.
- c) Altimetría. Nivelación. Métodos generales de nivelación. Nivelación Geométrica. Nivelación simple y compuesta. Errores en la nivelación. Errores sistemáticos y accidentales. Error kilométrico. Precisión de las nivelaciones. Nivelación de rodeo. Nivelación de ida y vuelta. Nivelación por radiación. Registro de campo. Taquimetría. Teodolito como taquímetro. Taquímetro autorreductor. Estadía horizontal de invar. Distanciómetros electrónicos de ondas. Taquímetros electrónicos.
- d) Relieve. Métodos de representación del relieve. Curvas de nivel. Equidistancia. Revisión de un plano. Símbolos convencionales. Determinación de intersecciones de planos con el terreno. Determinación de perfiles y secciones transversales. Determinación de taludes. Determinación de cuencas topográficas. Evaluación de áreas. El planímetro. Precisión. Determinación de volúmenes de movimiento de tierras.
- e) Sistemas modernos para la determinación de puntos del terreno. Sistemas de Posicionamiento Global.
- f) Proyecto Técnico de un levantamiento topográfico. Proyecto Técnico de obras de fábrica menores.
- g) Replanteo. Replanteo de edificaciones. Documentación para el replanteo de edificaciones. Confección de la Red de Replanteo. Valla de replanteo. Replanteo de obras viales. Documentación para el replanteo de vías. Métodos de replanteo. Replanteo de los pies de talud. Replanteo de las obras de fábricas menores.

- h) Control de la ejecución. Control de la ejecución de las edificaciones y de obras viales. Control de las cotas de la explanación. Control de las cotas de cimentación. Control de la verticalidad de elementos. Control de la horizontalidad de elementos. Determinación de deformaciones. Determinación de asentamientos. Determinación de flechas.

Habilidades básicas a dominar

- i) Seleccionar los métodos e instrumentos necesarios para realizar redes de levantamientos planimétricos y altimétricos cerrados de enlace o rodeo
- j) Realizar un levantamiento topográfico y procesar e interpretar sus resultados
- k) Medir ángulos, distancias y desniveles con el empleo de instrumentos de topografía clásica (cintas, niveles y teodolitos).
- l) Realizar trabajos de relleno topográfico utilizando teodolitos y taquímetros autorreductores convencionales.
- m) Determinar los errores sistemáticos y accidentales que se producen en un levantamiento planimétrico y altimétricos, y la precisión de las mediciones realizadas.
- n) Aplicar métodos para corregir errores en las mediciones lineales y angulares.
- o) Aplicar los conceptos de cifras verdaderas, exactas y significativas de números aproximados en el tratamiento de los resultados de las mediciones planimétricas y altimétricas.
- p) Calcular los errores sistemáticos y accidentales que se producen y determinar la precisión de las mediciones realizadas.
- q) Calcular acimutes y rumbos a partir de ángulos de dirección.
- r) Calcular poligonales de rodeo y enlace.
- s) Calcular una nivelación geométrica diferencial.
- t) Calcular levantamientos taquimétricos.
- u) Calcular la precisión de poligonales, nivelaciones y levantamientos topográficos.
- v) Dibujar e interpretar planos topográficos por sus símbolos convencionales, teniendo en cuenta las escalas más frecuentes de levantamiento para una obra y las relaciones entre escalas y precisiones de las mediciones

- w) Dibujar e interpretar el relieve de una zona a partir del análisis de mapas con curvas de nivel a diferentes escalas.
- x) Determinar distancias, coordenadas $(x;y;z)$ y $(\varphi;\lambda)$, pendientes y áreas y volumen sobre un plano Topográfico con condiciones topográficas favorables.
- y) Determinar los datos para el replanteo planimétrico y altimétrico de una obra estructural o vial con Curva Circular simple en un terreno con condiciones topográficas favorables con la calidad y precisión requeridas.

Valores de la Disciplina a que tributa

La asignatura debe lograr que los estudiantes desarrollen modos de actuación y conviertan en hábitos de conducta los valores que se reconocen en el Modelo del Profesional, haciendo especial énfasis en los siguientes: Responsabilidad, Laboriosidad y Honradez.

Además, la Disciplina ha de contribuir a que con sus acciones se robustezca una conducta individual y colectiva que refuerce una aptitud ante la vida en las dimensiones intelectual, técnica, ética, estética y político ideológica:

- ✓ **En la dimensión intelectual:** El interés por el saber y la laboriosidad y consagración al trabajo.
- ✓ **En la dimensión técnica:** La responsabilidad e Intransigencia ante lo mal hecho.
- ✓ **En la dimensión ética:** Dignidad, Honestidad, Modestia, Humanismo y Colectivismo.
- ✓ **En la dimensión estética:** Amor por lo bien hecho, Sensibilidad.
- ✓ **En la dimensión político ideológico:** El ser revolucionario, patriotismo, espíritu crítico y auto crítico, sentido de pertenencia.

En el proceso de enseñanza – aprendizaje de la disciplina Topografía que se imparte en las carreras de la Facultad de Construcciones de la Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas, se han detectado insuficiencias en el desarrollo del trabajo independiente de los estudiantes para la resolución de problemas, lo cual incide en el desarrollo de habilidades para el cálculo de levantamientos

Topográficos, replanteos de obras e interpretación de la información contenida en los planos topográficos, lo cual evidencia la necesidad de elaborar medios de enseñanza que orienten al estudiante y faciliten su estudio individual motivándolos para lograr el cumplimiento de los objetivos propuestos.

1.2. El Trabajo independiente en el proceso de enseñanza aprendizaje universitario

Es la nuestra una época de explosión científico - técnica que se caracteriza por un desarrollo acelerado de los descubrimientos y su rápida aplicación práctica, por un extraordinario aumento del volumen de conocimientos en cualquier rama de la ciencia. Estas condiciones exigen a la educación superior contemporánea que el desarrollo de la independencia cognoscitiva en los estudiantes se convierta en uno de los problemas medulares del proceso enseñanza – aprendizaje.

Si se tiene en cuenta la brevedad con que la humanidad duplica sus conocimientos, se comprende la magnitud del problema a que se enfrenta la pedagogía de hoy, al abordar la contradicción entre sus posibilidades de información y la necesidad de mantener actualizada la docencia, desproporcionalidad que viene a resolverla en parte el trabajo independiente de los estudiantes y corresponda a los docentes su correcta motivación, orientación y control efectivo. Pero el trabajo independiente no sólo resuelve estas contradicciones tiene, además, la responsabilidad de educar al estudiante en capacidades para la independencia cognoscitiva y práctica que lo preparan para un enfrentamiento activo y creador con la realidad; tanto en su vida de estudiante como en su ejercicio profesional, lo cual es posible únicamente con el trabajo científico y sistemático del profesor. El trabajo independiente es uno de los medios más efectivos de actividad cognoscitiva del estudiante. La ciencia no hace sino ofrecer la base científico - metodológica para su ejecución y controlar sus resultados. Es en el trabajo independiente, por su nivel de independencia y concientización del proceso, donde el estudiante alcanza mayor nivel de profundización científica y desarrolla habilidades generales y profesionales que la docencia no puede darle de forma acabada.

La educación superior se distingue de la educación media no solo por la especialización de la preparación, el grado de complejidad y el gran volumen de material docente, sino también por la metodología del trabajo docente y por el grado de independencia que deben desarrollar los estudiantes. Además, en la enseñanza contenido y forma son partes de un sistema único, y el desconocimiento aquí de uno de ellos conduce al fracaso del proceso enseñanza - aprendizaje. Por estas razones debemos buscar métodos de trabajo que nos ayuden a formar a un profesional altamente calificado, activo y consciente de su valor social y la mejor forma de lograrlo es desarrollando las potencialidades creativas e independientes de cada estudiante.

Para la comprensión del significado y lugar del trabajo independiente de los alumnos en el proceso enseñanza - aprendizaje, es necesario partir de la revelación de su esencia, pues del concepto que se tenga dependerá mucho la proyección y el control por el profesor. Algunos autores ((57-08, 1982) (Bar75) (MarcadorDePosición1) (Klimberg., 1978) (Norma Estatal Cubana. Equipamiento Escolar y Medios de enseñanza. Términos y Definiciones., 1985) (Ortiz & Mariño Sánchez, 2004) (Autores, 1980) (Rodríguez Lamas, García de Vega, & González Chong, 2000) (Castro, 1986), señalan, y no sin razón, que existen diferencias en cuanto a la interpretación del concepto. El problema surge por el hecho de que el trabajo independiente puede caracterizarse por un gran número de aspectos internos y externos muy difíciles de integrar en una sola definición.

Se está realizando trabajo independiente cuando los estudiantes pueden coordinar adecuadamente las tareas con el método de solución, aplicando los conocimientos que poseen y desarrollando sus capacidades frente a las dificultades que hayan encontrado, bajo la orientación y el control del docente. Por tanto, su valor didáctico está dado por la forma en que el profesor motive, organice, dirija y controle este proceso. (Ortiz & Mariño Sánchez, 2004)

Para que el trabajo independiente se logre debe existir un cierto nivel de independencia del alumno, que está dado por los conocimientos básicos que éste tiene del asunto a tratar y por la experiencia acumulada en el método de trabajo. Es

necesario un balance correcto de los conocimientos teóricos - prácticos del alumno con la tarea planteada de modo que su realización exija un esfuerzo posible que al realizarlo lo conduzca a un nivel cognoscitivo superior.

La formación dirigida y planificada de la preparación para trabajar en cualquiera de las profesiones modernas es la tarea esencial y necesaria de la enseñanza en la Facultad de Construcciones, por lo que la formación de los futuros profesionales de la construcción debe estar encaminada a que interioricen la gran responsabilidad que el estado ha puesto en sus manos. El proceso de enseñanza aprendizaje surge como tal para satisfacer una necesidad social, un encargo social, un problema, es decir, la necesidad de la preparación de los ciudadanos de un país, de las nuevas generaciones, que es sin dudas, de naturaleza social. Se puede decir que el aprendizaje es la apropiación individual de los contenidos y formas de conocer, hacer convivir y ser construidos en la experiencia socio-histórico.

Es el resultado de la actividad del individuo y de su comunicación con otras personas produce cambios duraderos y generalizables que permiten adaptarse a la realidad, transformarla y crecer como personalidad. Se conoce por proceso a la sucesión de las etapas de un fenómeno o acontecimientos, métodos o forma de obrar que debe seguirse y la enseñanza como el conjunto de normas y disciplinas que se imparten en una escuela. (57-08, 1982) (Klimberg., 1978) (Norma Estatal Cubana. Equipamiento Escolar y Medios de enseñanza. Términos y Definiciones., 1985) (Ortiz & Mariño Sánchez, 2004) (Autores, 1980) (Rodríguez Lamas, García de Vega, & Gonzalez Chong, 2000) (Castro, 1986)

Todos los procesos de enseñanza aprendizaje no son iguales, ya que se debe considerar las características de la enseñanza, sus fines y las características de sus estudiantes, recuérdese que el aprendizaje parte de un diagnóstico inicial y se debe continuar su desarrollo con sistematicidad. En el proceso de enseñanza aprendizaje se puede apreciar, mediante la observación inmediata del mismo, la actividad del estudiante para instruirse: el aprendizaje. Es decir, el aprendizaje es la actividad que ejecuta el estudiante en su formación. Se puede apreciar, también, la actividad del profesor que guía ese aprendizaje; esa actividad se denomina enseñanza.

Ambos (estudiantes y profesor) actúan sobre una materia de estudio en el proceso de enseñanza aprendizaje.

En un gran porcentaje, la formación que se imparte en las aulas universitarias se lleva a cabo de forma presencial y empleando como apoyo medios didácticos tan tradicionales como la pizarra y el retroproyector y, ya recientemente, los sistemas de presentación con ordenador. Existen otros medios, también de carácter tradicional, pero de uso menos extendido, que forman parte de las ayudas a la enseñanza como son: la fotografía en cualquiera de sus soportes y modalidades, los carteles didácticos y el vídeo. (Ortiz & Mariño Sánchez, 2004)

El trabajo independiente en el proceso de enseñanza aprendizaje es fundamental en la disciplina Topografía, porque el estudiante debe ser capaz de aplicar los conocimientos recibidos en las clases y desarrollar las habilidades necesarias para que un profesional de la construcción pueda dirigir, organizar y controlar los trabajos de levantamiento y replanteo topográfico que se requieran para una obra de poca complejidad en condiciones topográficas favorables, según sus características técnicas, así como su formación en la interpretación y control de calidad de planos topográficos.

El profesor universitario debe comprender que su clase es fundamental para la creación y de motivos e intereses en sus estudiantes. Una clase científicamente estructurada y desarrollada con maestría pedagógica, estimula al futuro profesional y despierta en él las inquietudes necesarias para la realización del trabajo independiente orientado. El trabajo independiente del estudiante universitario no debe ser impuesto por el docente, no se resuelve con un horario de estudio obligatorio sino con una planificación científica que garantice su independencia cognoscitiva (Ortiz & Mariño Sánchez, 2004).

En la pedagogía cubana es indispensable vincular el trabajo independiente con los medios de enseñanza como un propósito esencial en la educación.

Los medios de enseñanza permiten elevar la efectividad del sistema escolar, permitiendo disminuir los esfuerzos del profesor y el estudiante, contribuyendo de forma especial a la formación de valores y convicciones. Además de reducir considerablemente el tiempo dedicado al aprendizaje porque objetivan la enseñanza.

Los medios de enseñanza tienen como misión fundamental facilitar el aprendizaje de los alumnos. En unos casos como refuerzo de la acción del profesor en clase y otras situaciones presenciales, facilitando y mejorando la comunicación con los alumnos. En otros, también seleccionados y controlados por el profesor, se pueden mostrar autosuficientes para la explicación de un contenido. Y, en una tercera posibilidad, facilitar la comunicación a distancia, continua y permanente entre los implicados en el proceso de Enseñanza-aprendizaje. Esta es la cuestión fundamental que queremos resaltar, pues la eficacia educativa de cada uno de los medios estará condicionada tanto por la situación educativa en la que se emplee como del uso que, en esa situación concreta, se le dé.

Los medios de enseñanza se desarrollan como consecuencia de las necesidades sociales del hombre y en especial, por el carácter científico del aprendizaje y la enseñanza, deben servir para mejorar las condiciones de trabajo independiente de los estudiantes y de vida de los profesores, en ningún momento para deshumanizar la enseñanza, deben contribuir a objetividad la enseñanza y al contacto directo con el mundo exterior, no puede sustituir la función educativa y humana del profesor ya que es el que dirige, organiza y controla el proceso docente educativo, deben contribuir a la formación de la personalidad y concientización del alumnado a la investigación y desarrollo de habilidades para la preparación individual.

El perfeccionamiento de la enseñanza es un fenómeno característico de la educación en cualquier país del mundo. Persigue el objetivo de adecuar la educación a las necesidades de la construcción del sistema imperante, a la luz de las condiciones históricas concretas del proceso revolucionario. El perfeccionamiento es una tarea compleja, que se realiza en el marco del trabajo científico metodológica. Las exigencias derivadas del perfeccionamiento del sistema

nacional de educación, demandan en la formación de los profesores, un aumento del nivel político, científico, ideológico y técnico pedagógico, para que responda cualitativamente a los requerimientos planteados por la revolución educacional.

1.3. Los Medios de enseñanza como categorías didácticas del proceso de enseñanza aprendizaje

Los medios de enseñanza han experimentado un gran desarrollo, esto está dado por el hecho de que estamos enmarcados en una Revolución Científico Técnica, lo cual se ha reflejado en la educación por la aparición de una tecnología novedosa; es evidenciado básicamente en el perfeccionamiento de los sistemas de enseñanza. En el campo de la educación cada día se exige más la preparación de los técnicos capaces de integrarse en el contexto tecnológico actual de los procesos sociales o productivos. Las tecnologías informáticas y las telecomunicaciones ofrecen amplias posibilidades que requieren aplicarse mediante el desarrollo metodológico que necesite.

Los medios de enseñanza son el componente materializado del proceso docente educativo que sirve para construir las representaciones esenciales de los conocimientos y habilidades a adquirir por el estudiante, para motivar y activar las relaciones que se dan en dicho proceso, así como para la apropiación de contenidos y acciones presentes en el mismo. Los medios de enseñanza se desarrollan como consecuencia de las necesidades sociales del hombre y en especial, por el carácter científico del aprendizaje y la enseñanza, deben servir para mejorar las condiciones de trabajo y de vida de los profesores y estudiantes.

A continuación, se hace referencia a algunos conceptos sobre medios de enseñanza destacados en diferentes bibliografías:

El pedagogo Lothar Klimberg define los medios de enseñanza como: "...todos los medios materiales necesitados por el profesor o el alumno para una estructuración y conducción efectiva y racional del proceso de instrucción y educación a todos los niveles, en todas las esferas de nuestro sistema educacional y para todas las

asignaturas para satisfacer las exigencias del plan de enseñanza” (Klimberg., 1978)

“...los medios de enseñanza son distintas imágenes y representaciones de objetos y fenómenos que se confeccionan especialmente para la docencia, también objetos naturales e industriales, tanto en su forma normal como preparada, que contienen información y se utilizan como fuente del conocimiento” (Autores, 1980)

Según el informe técnico para la elaboración de la norma estatal NC “equipamiento escolar y medios de enseñanza, términos y definiciones código 020.675.85” se define como medio de enseñanza: “...imágenes y representaciones de objetos y fenómenos que se confeccionan especialmente para ser utilizados en el proceso docente educativo, así como objetos naturales e industriales, tanto en su forma normal como preparada que contiene informaciones y se utilizan como fuentes de conocimientos para la formación de convicciones y para el desarrollo de hábitos y habilidades” (Norma Estatal Cubana. Equipamiento Escolar y Medios de enseñanza. Términos y Definiciones., 1985)

Una definición bastante acorde a la teoría de las acciones mentales expresa: “Entendemos como medios de enseñanza a todo componente material del proceso docente educativo con el que los estudiantes realizan en el plano externo las acciones físicas específicas dirigidas a la apropiación de los conocimientos y habilidades” (Rodríguez Lamas, Garcia de Vega, & Gonzalez Chong, 2000)

Otro concepto muy didáctico sobre los medios de enseñanza plantea: “Medios de enseñanza son todos los componentes del proceso docente educativo que actúan como soporte material de los métodos (instructivos y educativos) con el propósito de lograr los objetivos planteados” (Castro, 1986)

En criterio de todos los autores consultados la importancia de los Medios de Enseñanza es indiscutible e incluso algunos los incluyen como un componente esencial del proceso docente educativo, pero el autor se acoge al concepto que

propone Vicente González Castro por el carácter sistémico y didáctico del mismo en relación con el resto de los componentes de este proceso.

Los medios de enseñanza han dejado de ser auxiliares de la labor del profesor para convertirse en componente del proceso de enseñanza aprendizaje. Se debe resaltar que, de un recurso auxiliar se puede prescindir sin consecuencias mayores que las de realizar un esfuerzo para lograr lo que se pretende; sin embargo, de un componente no puede decirse lo mismo. Componentes son también los objetivos, los métodos, las formas de organización docente, la evaluación y de ellos resulta imposible prescindir.

El empleo de cada medio de enseñanza ha de dar respuesta a todos y cada uno de los objetivos planteados. Pero para hacer un acercamiento riguroso a los diferentes medios debemos plantearnos la tipología de medios didácticos que existen e incluir aquellos que, desde un planteamiento realista, pueden ser utilizados por los profesores en sus diseños formativos.

De acuerdo con (Ramos, 2004) las características fundamentales de los medios de enseñanza en el proceso de enseñanza aprendizaje son:

- ✓ Logran una mejor retención de los conocimientos adquiridos en la memoria. Permiten una racionalización del tiempo necesario para el aprendizaje. Disminuyen el agotamiento intelectual de los estudiantes.
- ✓ Sintetizan un volumen de información.
- ✓ Hacen más productivo el trabajo del profesor.
- ✓ Aumentan el nivel de asimilación de los conocimientos por parte de los estudiantes.
- ✓ Establecen un alto grado de comprensión y comunicación entre el profesor y los estudiantes.

1.4. Clasificación de los Medios de Enseñanza

No todos los autores coinciden en la clasificación de los medios de enseñanza, en la revisión bibliográfica realizada se encontraron las siguientes clasificaciones:

Según Castellanos, desde el punto de vista teórico, caracteriza los medios de enseñanza de la siguiente forma:

“El proceso dialéctico de apropiación de los contenidos y las formas de conocer, hacer, convivir y ser construidos en la experiencia socio histórica, en el cual se producen, como resultado de la actividad del individuo y de la interacción con otras personas, cambios relativamente duraderos y generalizables, que le permiten adaptarse a la realidad, transformarla y crecer como personalidad”. En esta definición queda claro que este proceso abarca lo motivacional, lo afectivo y lo cognitivo, además de la experiencia social e individual, la enseñanza y el aprendizaje, resultan inseparables, manifestándose entre ellos, una unidad dialéctica (D.CASTELLANOS, 2002).

Lothar R. Klingberg, agrupa los medios de enseñanza en 5 familias: (Klingberg., 1978)

- ✓ Objetos originales
- ✓ Reproducciones de objetos originales
- ✓ Representaciones gráficas, orales y escritas
- ✓ Símbolos
- ✓ Medios cibernéticos de enseñanza

Según la definición de (Ramos, 2004):

Los medios de enseñanza tienen como misión fundamental facilitar el aprendizaje de los alumnos. En unos casos como refuerzo de la acción del profesor en clase y otras situaciones presenciales, facilitando y mejorando la comunicación con los alumnos. En otros, también seleccionados y controlados por el profesor, se pueden mostrar autosuficientes para la explicación de un contenido. Y, en una tercera posibilidad, facilitar la comunicación a distancia, continua y permanente entre los implicados en el proceso de Enseñanza aprendizaje. Esta clasificación no es estanca y los diferentes medios pueden figurar en más de una categoría en función del uso que el profesor haga de él. Y esta es la cuestión fundamental que queremos

resaltar, pues la eficacia educativa de cada uno de los medios estará condicionada tanto por la situación educativa en la que se emplee como del uso que, en esa situación concreta, se le dé (Ramos, 2004)

Según la Norma Cubana: 57-08 de 1982 se forman en 10 grupos de determinadas tareas técnico-organizativas: (57-08, 1982)

- ✓ Libros de texto y otros medios impresos
- ✓ Medios planos
- ✓ Medios naturales
- ✓ Medios técnicos
- ✓ Herramientas e instrumentos
- ✓ Medios sonoros
- ✓ Medios de proyección
- ✓ Medios Audiovisuales
- ✓ Representación de Objetos y Fenómenos
- ✓ Tecnologías Informática

La Norma cubana: 57-08 de 1982 en su primer grupo incluye los libros de texto y otros medios impresos. Según la Norma Cubana el libro de texto, es el medio de enseñanza fundamental pues en él se consideran los requisitos necesarios para el nivel de conocimiento, habilidades y hábitos requeridos por los estudiantes en determinada asignatura.

Por su parte destaca que los materiales impresos constituyen una fuente de información científica y práctica que sirve para organizar y sintetizar el conocimiento, para dirigir la actividad cognoscitiva del estudiante para permitir el trabajo independiente y como guía ideológica y educativa, y dentro de ellos hace referencia a los Materiales de Estudio, el Cuaderno de Trabajo y los folletos.

Por todo lo anterior podemos concluir que la clasificación de los medios de enseñanza difiere según los puntos de vista del autor pues unos tienen en cuenta sus funciones pedagógicas, otros se apoyan más en su naturaleza física y algunos

con apreciaciones que constituyen clasificaciones no declaradas. El autor se acoge a la clasificación que propone la Norma Cubana. En esta clasificación la Norma cubana en su primer grupo incluye los libros de texto y otros medios impresos dentro de los cuales se encuentra el folleto que es el objetivo de la presente investigación.

1.5. El Folleto como medio de enseñanza aprendizaje

Al realizar un análisis de los diferentes medios de enseñanza agrupados en los materiales impresos, según la NC 57-08 de 1982, se define:

Material de estudio: Es un texto voluminoso pues desarrolla varios contenidos diferentes, permite sintetizar el contenido porque desarrolla ejercicios y de los ejercicios propuestos que permiten controlar la marcha del proceso de aprendizaje, o sea, que a diferencia de un folleto los materiales de estudio posibilitan el estudio independiente como método y su control por parte del interesado bajo ciertas condiciones. Tiene a su vez inconvenientes como el no lograr un estudio autodidáctico y el no permitir trabajar sobre él, cuestión tal que resuelve el cuaderno de trabajo. Puede definirse que un material de estudio es un material complementario impreso que posibilita el estudio independiente como método y su control por parte del interesado bajo ciertas orientaciones.

Cuaderno de trabajo: Es un material impreso complementario que reúne las características didácticas, sirve para organizar y sistematizar el conocimiento además de dirigir la actividad cognoscitiva del alumno, permite el trabajo independiente, el estudio autodidáctico, así como propicia el desarrollo del trabajo sobre el punto en el cuaderno de trabajo, el texto va dirigido a las orientaciones, el objetivo como función didáctica permanente, por ello son eficientes en el proceso dirigido a la otra preparación, compara operaciones, como la auto superación. Los cuadernos de trabajo pueden ser tan largos como material de estudio o tan cortos los folletos, en dependencia de los temas a desarrollar.

Folletos: Al abordar las características que presentan este tipo de material impreso, la norma cubana expresa que un folleto es un material complementario impreso de

volumen generalmente pequeño, dirigido a la actualización y profundización de conocimiento y cuya estructura didáctica no permite el uso de trabajo independiente como método. Generalmente son materiales impresos que desarrollan mono-contenidos y se presentan en intenciones pequeñas. Además, son textos complementarios que permiten la actualización de conocimiento y fortalece en los alumnos los hábitos que se requieren para el trabajo independiente y el estudio permanente. No tiene que presentar actividades a realizar por el lector. (Equipamiento Escolar y medios de enseñanza. terminos y definiciones., 1982)

Un folleto es menos voluminoso que un cuaderno de trabajo porque es monotemático. Permite sintetizar el contenido porque propone ejercicios que permiten controlar la marcha del proceso de enseñanza aprendizaje. Se puede plantear que un folleto es un material complementario e impreso que posibilita el estudio independiente como método y su control por parte del interesado bajo ciertas orientaciones. Sin embargo, a pesar de lograr un estudio autodidacta, no permite trabajar sobre él, como si lo logra el cuaderno de trabajo. En la elaboración del folleto se tuvieron en cuenta diferentes funciones como son:

- ✓ Propicia el trabajo independiente de los estudiantes.
- ✓ Hacer cumplir las funciones del profesor como facilitador de la enseñanza.
- ✓ Propicia la autopreparación del estudiante para dar cumplimiento a los objetivos de la clase práctica.
- ✓ Garantiza el aprovechamiento de las horas de la clase que le asignen a los temas en el programa.
- ✓ Brinda una metodología lógica que va de lo simple a lo complejo.
- ✓ Propicia el estudio individual y colectivo.

En el perfeccionamiento de los planes de Estudio en Cuba, ante la implementación del Plan de estudio E, que tiene como premisas la reducción del número de horas de las asignaturas y un mayor estudio independiente por parte de los estudiantes, el folleto como medio de enseñanza puede contribuir al trabajo independiente de los estudiantes en el proceso de enseñanza - aprendizaje de la disciplina Topografía

en las carreras de la construcción que se estudian en la Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas.

Capítulo 2: Análisis de necesidades

2.1. Metodología de la investigación

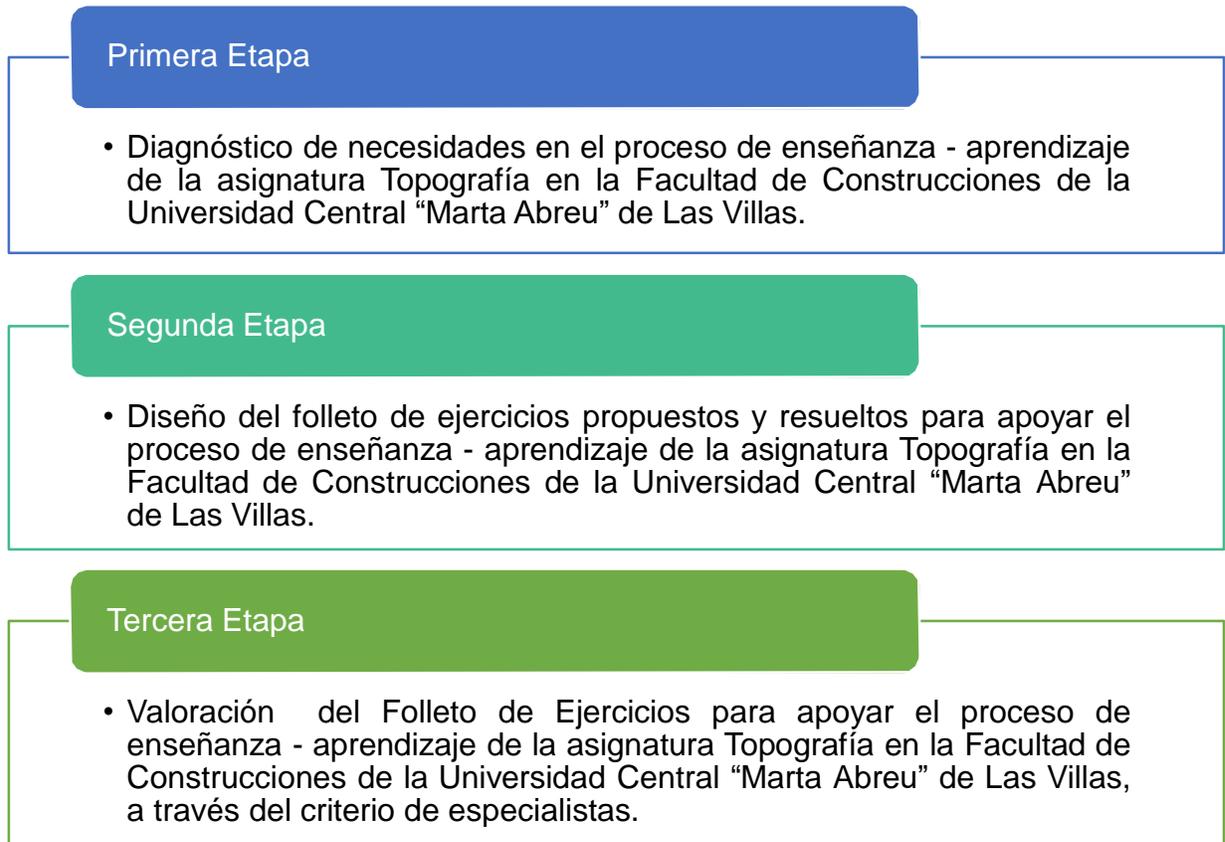
Las diversas metodologías que se utilizan en la investigación educativa, proporcionan el marco de referencia, la justificación lógica para examinar los principios y procedimientos por los que se formulan, responde y evalúan los problemas de investigación. El conocimiento de las diversas metodologías permite al investigador seleccionar la más adecuada para abordar el problema de investigación.

La presente investigación, se concibe desde una metodología mixta, donde se combinan técnicas de recogida de datos, tanto cualitativas como cuantitativas, que permiten explorar y diagnosticar la situación de la problemática existente en el proceso de enseñanza aprendizaje de la asignatura Topografía, para llegar a la toma de decisiones. Para el análisis de los resultados, de igual manera se utilizan elementos cualitativos y cuantitativos, a partir de análisis sencillos, que permiten interpretar la realidad, de acuerdo con los significados para las personas implicadas, a partir de la recogida de puntos de vista mediante las técnicas utilizadas. Todo esto permite afirmar que se realizará una investigación integral, de carácter no experimental.

El método científico determina la metodología a seguir a través del desarrollo de las etapas de la investigación:



Fig. 2.1. Etapas de la Investigación



2.1.1 Escenario de Investigación. Población y Muestras

La investigación se desarrolla en la Facultad de Construcciones de la Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas. (Fig. 2.1)



Figura 2.2 Facultad de Construcciones.

La población objeto de investigación es equivalente a la matrícula de estudiantes de la Facultad de Construcciones de la Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas (826 estudiantes) y al claustro de profesores del Colectivo de la asignatura Topografía (4 profesores)

Para seleccionar la muestra se utilizó un muestreo no probabilístico intencional, pues los estudiantes seleccionados, son los estudiantes que en el pasado curso recibieron la asignatura Topografía y los profesores, aquellos que imparten o han impartido alguna vez, la asignatura.

La muestra corresponde a 30 estudiantes de la facultad (10 de Ingeniería Civil, 8 de Arquitectura, 8 de Ingeniería Hidráulica de tercer año y 4 de Licenciatura en educación construcción de 4to año) y cuatro profesores.

Como métodos empíricos en la investigación se utilizan:

La entrevista: Es uno de los métodos empleados por tratarse de una conversación intencionada entre dos o más personas a través de una relación cara a cara, se orienta hacia objetivos precisos, constituyendo un proceso de recolección de datos mediante los cuales se obtienen informaciones relevantes. Cumple distintas funciones, entre las que destacan la función diagnóstica, la investigadora, la orientadora y la terapéutica; esta se les realizó a profesores de la asignatura Topografía

GUIÓN PARA LA ENTREVISTA A LOS PROFESORES DE LA DISCIPLINA TOPOGRAFÍA

Estimado profesor:

Como parte de una investigación que estamos realizando con vistas a la elaboración de un Folleto de ejercicios resueltos y propuestos para la disciplina Topografía, solicitamos su colaboración. A continuación le haremos algunas preguntas que serán de mucha ayuda para nuestro trabajo:

1. Nombre y Apellidos
2. Categoría Docente y Científica

3. ¿Es profesor de la asignatura Topografía I o Topografía II o lo ha sido alguna vez?
4. ¿Cuántos años de experiencia tiene en la impartición de la asignatura?
5. ¿Cómo se orienta el estudio independiente en la asignatura?
6. ¿Dónde pueden encontrar los estudiantes ejercicios para realizar su estudio independiente? ¿Son suficientes?
7. ¿Considera Ud. que los ejercicios que se orientan, garantizan el estudio independiente en la asignatura?
8. ¿Considera Ud. pertinente y necesaria la propuesta de un Folleto de ejercicios resueltos y propuestos para la disciplina Topografía? Argumente.

MUCHAS GRACIAS POR SU COLABORACIÓN

La entrevista a profesores de la asignatura Topografía permitió constatar las necesidades y problemas que se presentan a la hora de preparar el tema, la calidad y magnitud de tareas docentes desarrolladas en función de la autogestión del conocimiento y conocer su criterio sobre el diseño de un folleto de ejercicios para apoyar el proceso de enseñanza - aprendizaje en la asignatura.

La encuesta: El empleo de la encuesta suele asociarse a enfoques y diseños de investigación típicamente cuantitativos. No obstante, como técnica de recogida de datos puede prestar un importante servicio en la investigación cualitativa; constituyendo una herramienta imprescindible, al ser considerada un procedimiento de exploración de ideas y creencias generales sobre un aspecto de la realidad, y admitiendo que el análisis de los datos se comparta con los integrantes de la investigación, mediante un proceso en el que se evita rechazo alguno, lo que permite en definitiva se le considere útil en el acercamiento a la realidad estudiada; esta se le aplicó a estudiantes del segundo año de la carrera Ingeniería Civil.

ENCUESTA A ESTUDIANTES

Estudiante, con el objetivo de perfeccionar el proceso de enseñanza – aprendizaje de la disciplina Topografía, se está realizando una investigación para lo cual tu participación es muy importante. Necesitamos que respondas a las siguientes preguntas con la mayor sinceridad posible.

Nº	Preguntas	Siempre	A veces	Nunca
1.	Cuando recibiste la asignatura Topografía I y Topografía II ¿Te fue necesario dedicar tiempo de estudio independiente para resolver ejercicios de los abordados en Clases?			
2.	¿Contaste con ejercicios resueltos y propuestos para la asignatura Topografía I?			
3.	Fueron suficientes los ejercicios propuestos y resueltos a los que tuviste acceso?			
4.	¿Contaste con ejercicios resueltos y propuestos para la asignatura Topografía II?			
5.	Fueron suficientes los ejercicios propuestos y resueltos a los que tuviste acceso?			
6.	¿Consideras que la existencia de un Folleto de ejercicios propuestos y resueltos de las asignaturas favorecería el estudio independiente de la misma?			

Diga tres razones por las cuales considera que un Folleto de ejercicios propuestos y resueltos de las asignaturas favorecería el estudio independiente de la misma

- 1.
- 2.
- 3.

MUCHAS GRACIAS POR TU COLABORACIÓN

En la encuesta a estudiantes se constató el comportamiento de la autogestión del aprendizaje en la asignatura Topografía y la necesidad del empleo de un folleto de ejercicios.

La información obtenida en las técnicas fue sometida a la triangulación de fuentes, partiendo del principio de recoger y analizar los datos provenientes de los docentes y los estudiantes, a fin de contrastarlo e ir interpretando, para comprobar si las informaciones aportadas por las fuentes son confirmadas por otras y en qué medida surgen nuevas.

También se emplea la triangulación metodológica a partir de la diversidad de métodos empleados, dándonos una perspectiva distinta en el estudio del problema. Se utiliza además la triangulación entre especialistas, donde se intercambia la información y se dan consideraciones sobre el diseño del folleto de ejercicios que se propone.

Los resultados más significativos del diagnóstico, después de aplicar estas técnicas y métodos se analizan a continuación.

2.2 Análisis de los resultados de los instrumentos aplicados

Los métodos e instrumentos aplicados permiten diagnosticar las necesidades de los estudiantes en la búsqueda del conocimiento de forma independiente, el trabajo que realizan los profesores de la asignatura Topografía para lograr en los estudiantes la aplicación de procedimientos y habilidades en la obtención del conocimiento y el estado de satisfacción del estudiante con el proceso de enseñanza - aprendizaje.

2.2.1. Análisis de la entrevista aplicada a los profesores

Se aplica la entrevista a cuatro profesores de la asignatura Topografía con el objetivo de constatar la calidad y magnitud de las tareas docentes realizadas por los estudiantes en la asignatura en función del desarrollo de la autonomía del aprendizaje de los estudiantes y la pertinencia de elaborar un folleto de ejercicios para apoyar el proceso de enseñanza aprendizaje de la asignatura.

De la entrevista a profesores se constata que:

1. El trabajo independiente en la asignatura Topografía es muy importante dadas las propias características de la asignatura, que necesita que él estudiante vaya más allá de lo que el profesor puede impartir en el aula, este se planifica y controla fundamentalmente a través de tareas extraclases, en las cuales el estudiante amplía y desarrolla el conocimiento y las habilidades a través del trabajo independiente en ejercicios propuestos y evaluados, con un grado de complejidad acorde a su aprendizaje, y complementa los problemas prácticos desarrollados en las actividades presenciales prácticas de la asignatura. También se orienta el estudio independiente a través de las tareas extraclases y seminarios.
2. Actualmente cada estudiante tiene una versión en impresión del texto básico de la asignatura, aunque este presenta errores de impresión por lo que no supe las necesidades de los mismos y no favorece el estudio independiente. Existen las guías de preparación previa de cada actividad práctica, se orientan o comentan en conferencia correspondiente y se colocan en la intranet de facultad con acceso de estudiantes. Estas guías son únicas para todos los estudiantes.
3. La bibliografía existente garantiza el desarrollo de la autonomía del aprendizaje de los estudiantes si el estudiante es capaz de aprovechar y lograr con eficiencia el estudio por el material en sus manos y siguiendo las orientaciones y guías del profesor en las actividades docentes, aunque solo garantizan los conocimientos básicos, siendo necesaria la implementación de nuevo material como forma para aplicar en la cotidianidad del ingeniero.
4. La elaboración de un folleto de ejercicios sobre la asignatura serviría de apoyo a los estudiantes en el estudio independiente de la temática sobre todo si se enfoca al método de estudio y orientación al estudiante para un mejor aprovechamiento del tiempo de estudio.

2.2.2. Análisis de la encuesta aplicada a los estudiantes

La encuesta aplicada, se realizó con el objetivo de constatar el comportamiento de la autogestión del aprendizaje en la asignatura Topografía.

Se encuestaron 30 estudiantes de tercer año de las carreras y los resultados se analizan a continuación:

El análisis de la encuesta a los estudiantes arrojó los siguientes resultados:

1. El 80% de los estudiantes plantea que solo a veces necesita dedicar un tiempo de estudio independiente para profundizar en los temas de la asignatura y un 20% que siempre.
2. Existe un 17% que expresa que nunca contó con ejercicios propuestos y resueltos para la asignatura Topografía, un 63% que dice contar con estos solo a veces y un 20% de los estudiantes que plantea siempre.
3. En referencia a esta interrogante en la opinión de los estudiantes hay un 30% que dice que los ejercicios no le fueron suficientes para suplir sus necesidades en el trabajo independiente, el 40% que solo a veces y un 30% expresa que siempre.
4. El 100% de los encuestados coincide en que la existencia de un folleto de ejercicios propuestos y resueltos favorecería el estudio independiente.

2.2.3. ico de Necesidades

Los instrumentos aplicados permitieron identificar las necesidades:

1. La bibliografía básica existente impresa y digital, garantiza el estudio independiente de los estudiantes siempre y cuando este sea capaz de aprovechar y lograr con eficiencia el estudio por el material en sus manos y siguiendo las orientaciones y guías del profesor en las actividades docentes.
2. Es necesario elaborar otros medios de enseñanza para potenciar el trabajo independiente de los estudiantes y desarrollar en ellos habilidades de cálculo en la asignatura.
3. La elaboración de un folleto de ejercicios para la enseñanza y el aprendizaje de la asignatura Topografía puede apoyar el estudio independiente y garantizar la autonomía en el aprendizaje, pero se hace necesario propiciar que el mismo sea consultado por los estudiantes.

A partir de las necesidades identificadas, se toma como decisión elaborar un folleto de ejercicios para la asignatura Topografía. El folleto de ejercicios se denominará

“Folleto de ejercicios resueltos y propuestos para la disciplina Topografía” y se confeccionará en forma de folleto impreso, por la facilidad de trabajo que estos ofrecen, también se contará con el mismo en formato digital por su gran accesibilidad.

Capítulo 3: Diseño y Valoración del Folleto de Ejercicios

3.1. Diseño de Folleto de ejercicios resueltos y propuestos para la disciplina Topografía

El folleto de ejercicios resueltos y propuestos para la disciplina Topografía tiene como objetivos:

- ✓ Permitir la autopreparación del estudiante.
- ✓ Desarrollar el estudio individual y el trabajo independiente para dar respuesta al trabajo orientado por el profesor durante las clases.

El folleto presenta la siguiente estructura:

- ✓ Portada.
- ✓ Prólogo.
- ✓ Índice.
- ✓ Desarrollo: Ejercicios para el trabajo independiente.
- ✓ Bibliografía.

Para el trabajo con el folleto se tiene en cuenta tres momentos fundamentales:



Los ejercicios están relacionados con los objetivos de cada tema para el plan E: Introducción a la Topografía, Planimetría, Altimetría, Replanteo y Control de Ejecución, ofreciendo la posibilidad de desarrollar las habilidades básicas como explicar, identificar, organizar, aplicar y calcular, lo que permite al estudiante trabajar de forma independiente interpretando el contenido y aplicándolo a situaciones prácticas.

Se propone la utilización de los ejercicios para los tres momentos (antes expuestos) del proceso de enseñanza-aprendizaje del tema, dejando a la elección del profesor la selección de ejercicios para el desarrollo de las clases y para el estudio independiente, teniendo en cuenta las características individuales y colectivas del grupo. Estos ejercicios transitan por los diferentes niveles cognitivos.

El Folleto estará a disposición de los estudiantes en la biblioteca de la Facultad para facilitar el estudio independiente; también se contará con un número de ejemplares para el trabajo en la clase, además podrá ser consultado en su versión digital en la carpeta de las asignaturas en las carreras: Ingeniería Civil, Ingeniería Hidráulica y Ambiental, Arquitectura y Urbanismo y Licenciatura en Educación Construcción.

3.2. Valoración de la propuesta según criterios de especialistas

En la valoración de la propuesta, se aplicó el criterio de especialistas (ver anexo 3) a una cantidad de 5 profesionales, dado el prestigio y experiencia en esta temática.

- ✓ Un Dr. C. Ing. Geodesta profesor adjunto con más de 30 años de experiencia.
- ✓ Un MSc. Ing. Hidrogeodesta profesor adjunto con más de 20 años de experiencia.
- ✓ Un Dr. C. ing. Aerofotogeodesta profesor de la asignatura con más de 30 años de experiencia.
- ✓ Un MSc. Ing. Civil, profesor de la asignatura con más de 5 años de experiencia.
- ✓ Un Topógrafo con más de 40 años de experiencia.

Se solicitaron sus valoraciones sobre 5 indicadores en los que reflejaron sus consideraciones sobre:

- ✓ La estructura Metodológica del Folleto de ejercicios

- ✓ Correspondencia de los ejercicios con el Programa de la Disciplina Topografía
- ✓ Suficiencia de los ejercicios resueltos
- ✓ Suficiencia de los ejercicios propuestos
- ✓ Rigor científico del folleto

Análisis de los resultados:

El 100 % de los especialistas considera adecuada en gran medida la estructura del Folleto de ejercicios y su correspondencia con el Programa de la asignatura, pues se ofrecen ejercicios para los cuatro temas de la misma, teniendo en cuenta sus objetivos, contenidos y habilidades a desarrollar.

El 90% de los especialistas considera que en gran medida lo ejercicios resueltos son suficientes y el 10% en alguna medida.

En cuanto a los ejercicios propuestos el 85% plantea que son suficientes en gran medida mientras el 15 % opina que en alguna medida.

El 100% considera que el folleto de ejercicios en gran medida presenta rigor científico.

Los especialistas hicieron valiosas sugerencias para perfeccionar el folleto, por ejemplo, propusieron:

- ✓ Incrementar ejercicios dónde se relacionen rumbo y azimut, en el tema I
- ✓ Añadir ejercicios de interpretación de planos en el tema I
- ✓ Anadir ejercicios de Curvas de nivel, en el tema III

Todas las recomendaciones y criterios fueron tenidas en cuenta para terminar el Folleto y realizar la propuesta que hoy se presenta como resultado del Trabajo de Diploma.

Conclusiones

1. Los fundamentos teóricos metodológicos evidenciaron la importancia de la utilización de los medios de enseñanza como soporte material del método en función de facilitar el aprendizaje de los estudiantes, sentaron las bases para la elaboración y utilización de materiales de estudio por su ventaja como mediador en el proceso de enseñanza aprendizaje del profesional de la construcción, en la asignatura Topografía.
2. En el diagnóstico realizado se detectaron como debilidades que los estudiantes presentan insuficiencias en el estudio independiente de la disciplina Topografía, por lo que es necesario un material complementario que le permita a los estudiantes lograr un mayor aprendizaje relacionado con la asignatura.
3. El folleto elaborado está diseñado para facilitar la preparación previa para el desarrollo de las clases, durante la clase y posterior a ésta, de forma independiente, para obtener un mayor aprendizaje en la asignatura Topografía, a través de ejercicios propuestos y resueltos que propician la autoevaluación.
4. En el criterio de los especialistas el Folleto de ejercicios propuestos y resueltos que se ha puesto a su consideración, es un material muy adecuado y útil para que los estudiantes de pregrado desarrollen el estudio independiente de la asignatura y perfeccionen su formación en la temática.

Recomendaciones

- ✓ Utilizar el Folleto propuesto por estudiantes para el aprendizaje de la disciplina Topografía,
- ✓ Que el Folleto (Anexo 4) se encuentre a disposición de los estudiantes en la biblioteca de la Facultad para facilitar la preparación previa y el estudio independiente.
- ✓ Generalización de la propuesta a todos los estudiantes de la Facultad de Construcciones

Bibliografía

Abreu Regueiro, Roberto.(1993). Acerca del Objeto de Estudio de la Pedagogía Profesional en Cuba. - ISPEPT, La Habana.

Abreu Regueiro, R. (2004). Modelo teórico de la pedagogía de la ETP. La Habana. p. 445.

Addine Fernández, F. (1997).Didáctica y optimización del proceso de EnseñanzaAprendizaje. La Habana: IPLAC.

Álvarez De Zayas, Carlos.(2004). La escuela en la vida/ Carlos. M. Álvarez de Zayas. La Habana: Editorial Pueblo y Educación. Colección Didáctica (Sexta Edicion)

Bencosme Arias, J.(1982). El trabajo independiente del estudiante. En Revista Varona (La Habana). No 8 enero – junio.

Benítez, O. R. (1987). *Topografía para ingenieros civiles*. Tercera edición. 2 tomos, Editorial Pueblo y Educación, La Habana, Cuba.

Benítez, O. R.1986. *Trazado de Vías*. Editorial ISPJAE. La Habana, Cuba.

Bermúdez Morriz, R. (2001). Modelo Integral del Proceso Pedagógico Profesional (texto teórico - metodológico) La Habana, S.A.

Castellano Simón, Doris. (1990). Capacitación para Bibliotecarias Escolares. Aprender y enseñar en la escuela. La Habana: Editorial Pueblo y Educación.

Castro Ruz, Fidel. (2000). Periódico Granma. Discurso del 28 de septiembre del 2000.

Carbonell, R. B.; Simón B. O. (2013.) "Control Ingeniero Geodésico en las vías de Montaña" X Simposio de Geotecnia, Estructuras y Materiales de la Construcción. 2013. ISBN 976-959-250-929-0.

Colectivo de autores (1980):IV Seminario Nacional a Dirigentes, Metodólogos e Inspectores de las direcciones Provinciales y Municipales de Educación Parte II, MINED, La Habana

Domínguez, G. T., F. (1990). *Topografía General y Aplicada*. 9na. Edición. Editorial DOSSAT S.A. Madrid, España.

Galarza, Luis (1996): "El estudio independiente en una visión sistémica de la educación a distancia", en Patricia Ávila y Cesáreo Morales: Estudio independiente, ILCE/OEA/PROMESUP, México D. F., 1996, pp. 21-35.

González, C. V. (1986): Teoría y práctica de los medios de Enseñanza. Editorial Pueblo y Educación, La Habana. 1986

Gutiérrez Moreno, Rodolfo Bernardo (2005). Hacia una Didáctica Formativa.

Horruitiner Silva, Pedro (2005): La nueva universidad cubana, Editorial Pueblo y Educación, La Habana, 2005

Klimberg., L. (1978). *Introducción a la Didáctica General. p447*. La Habana : Pueblo y Educación.

Jiménez, S. G., León G. JC. (2012). Topografía para Ingenieros Civiles, Tomo I. Editorial Félix Varela, La Habana, Cuba.

Martínez, S. O. (1987). Guías de estudio Topografía para Ingenieros Civiles (CRPE). Sección de publicaciones docentes UCLV, Santa Clara, Cuba.

MES. (2007). Plan de Estudio D Carrera Ingeniería Civil. Ciudad de La Habana. Cuba

MET 30-01: 2005. Metodología para la ejecución de los levantamientos topográficos a las escalas 1:2 000, 1:1 000 y 1:500 con el uso de las estaciones totales electrónicas. GEOCUBA. 2005. Cuba.

NC 57-08-1982. "Equipamiento escolar y medios de enseñanza. Términos y definiciones.

NC 57-08-1985. "Equipamiento escolar y medios de enseñanza. Términos y definiciones.

Ortiz, E. A., & Mariño Sánchez, M. d. (2004). Revista electrónica de la dirección de formación de profesionales ministerio de educación superior, cuba. *Pedagogía universitaria, 9(5)*.

Pérez L. (2016). Folletos de ejercicios propuestos para el tema Organización de obras. Trabajo de Diploma. UCLV. 2016.

Puig Rosell Washington Dr., Lic. Alina González Hourruitiner (2012). Artículo De Revisión Criterios de clasificación y selección de los medios de enseñanza

(Classification criteria and selection of teaching means). Editorial Ciencias Médicas. Inicio Vol. 26 Número.

Radietskii, L. A.; Cabrera M.P. (1987). Geodesia Ingeniera. Editorial Pueblo y Educación. La Habana. Cuba.

Ramos, J. L. (2004). Los medios de enseñanza: clasificación, selección y aplicación. *Pixel-Bit. Revista de Medios y Educación*(24),

Rodríguez R. E. (2008). Curso teórico-práctico sobre los sistemas globales de navegación por satélites (GNSS) Dpto. Geodesia y Topografía. Agencia Geomática. UCT GEOCUBA Investigación y Consultoría. Cuba.

Rodriguez Lamas, R., Garcia de Vega, D., & Gonzalez Chong, O. (2000): *Introducción a la informática educativa*

ANEXO 1

ENCUESTA A ESTUDIANTES

Estudiante, con el objetivo de perfeccionar el proceso de enseñanza – aprendizaje de la disciplina Topografía, se está realizando una investigación para lo cual tu participación es muy importante. Necesitamos que respondas a las siguientes preguntas con la mayor sinceridad posible

Nº	Preguntas	Siempre	A veces	Nunca
1.	Cuando recibiste la asignatura Topografía I y Topografía II ¿Te fue necesario dedicar tiempo de estudio independiente para resolver ejercicios de los abordados en Clases?			
2.	¿Contaste con ejercicios resueltos y propuestos para la asignatura Topografía I?			
3.	Fueron suficientes los ejercicios propuestos y resueltos a los que tuviste acceso?			
4.	¿Contaste con ejercicios resueltos y propuestos para la asignatura Topografía II?			
5.	Fueron suficientes los ejercicios propuestos y resueltos a los que tuviste acceso?			
6.	¿Consideras que la existencia de un Folleto de ejercicios propuestos y resueltos de las asignaturas favorecería el estudio independiente de la misma?			

Diga tres razones por las cuales considera que un Folleto de ejercicios propuestos y resueltos de las asignaturas favorecería el estudio independiente de la misma

- 1.
- 2.
- 3.

MUCHAS GRACIAS POR TU COLABORACIÓN

ANEXO 2

GUIÓN PARA LA ENTREVISTA A LOS PROFESORES DE LA DISCIPLINA TOPOGRAFÍA

Estimado profesor:

Como parte de una investigación que estamos realizando con vistas a la elaboración de un Folleto de ejercicios resueltos y propuestos para la disciplina Topografía, solicitamos su colaboración. A continuación le haremos algunas preguntas que serán de mucha ayuda para nuestro trabajo:

1. Nombre y Apellidos
2. Categoría Docente y Científica
3. ¿Es profesor de la asignatura Topografía I o Topografía II o lo ha sido alguna vez?
4. ¿Cuántos años de experiencia tiene en la impartición de la asignatura?
5. ¿Cómo se orienta el estudio independiente en la asignatura?
6. ¿Dónde pueden encontrar los estudiantes ejercicios para realizar su estudio independiente? ¿Son suficientes?
7. ¿Considera Ud. que los ejercicios que se orientan, garantizan el estudio independiente en la asignatura?
8. ¿Considera Ud. pertinente y necesaria la propuesta de un Folleto de ejercicios resueltos y propuestos para la disciplina Topografía? Argumente.

ANEXO 3

CRITERIO DE ESPECIALISTAS

Nombre: _____

Categoría docente y/o científica: _____

Especialidad: _____

Años de experiencia _____ En

su condición de especialista, solicitamos su valoración acerca del Folleto de ejercicios propuestos y resueltos para la disciplina Topografía. De antemano agradecemos su valiosa colaboración.

Valore en su opinión, como el Folleto, refleja los siguientes indicadores teniendo en cuenta la siguiente escala de medida:

3 – En gran medida

2 – En alguna medida.

1 – En ninguna medida

No	indicadores	3	2	1
1	¿Considera adecuada la estructura Metodológica del Folleto de ejercicios?			
2	¿Se corresponden los ejercicios con el Programa de la Disciplina Topografía?			
3	¿Considera suficientes los ejercicios resueltos?			
4	¿Considera suficientes los ejercicios propuestos?			
4	¿El Folleto presenta rigor científico?			

¿Considera necesario adicionar o variar alguno de los ejercicios propuestos en el Folleto? Diga cuál o cuáles.

1. Si tiene una opinión favorable o desfavorable acerca de del Folleto de ejercicios propuestos y resueltos para la disciplina Topografía. Exprese su criterio.

MUCHAS GRACIAS

FOLLETO DE EJERCICIOS RESUELTOS Y PROPUESTOS DE TOPOGRAFÍA



Ad Dra. Ing. Oleida M. Simón Brito, Ing. Karelys Gómez Balado min
UNIVERSIDAD CENTRAL "MARTA ABREU" DE LAS VILLAS

PRÓLOGO

La disciplina Topografía constituye una de las bases fundamentales para la formación de los profesionales de la Construcción, pues brinda los conocimientos teóricos y prácticos básicos, necesarios para obtener la información del terreno y confeccionar el plano topográfico sobre el cual se proyectan las obras civiles, arquitectónica e Hidráulicas, para el replanteo de las mismas y el control de ejecución.

El Folleto de ejercicios resueltos y propuestos que hoy se pone a disposición de los estudiantes constituye una útil herramienta para el estudio independiente de la Topografía. Los ejercicios están relacionados con los objetivos de cada tema: Introducción a la Topografía, Planimetría, Altimetría, Replanteo y Control de Ejecución, ofreciendo la posibilidad de desarrollar las habilidades básicas como explicar, identificar, aplicar y calcular, lo que permite al estudiante trabajar de forma independiente interpretando el contenido y aplicándolo a situaciones prácticas.

Agradecemos a todos aquellos que, de una forma u otra, contribuyeron en la realización de este material y a todos los que emitieron valiosos criterios en aras de perfeccionarlo para que finalmente llegue a sus destinatarios.

Los autores

ÍNDICE

	Pág.
PRÓLOGO	2
TEMA I: INTRODUCCIÓN A LA TOPOGRAFÍA	5
I. Objetivos, contenidos y habilidades a desarrollar.....	5
II. Ejercicios resueltos.....	6
III. Ejercicios propuestos.....	15
IV. Consolidación de conocimientos.....	18
TEMA	II: 19
PLANIMETRÍA	
V. Objetivos, contenidos y habilidades a desarrollar.....	19
VI. Ejercicios resueltos.....	20
VII. Ejercicios propuestos.....	38
VIII. Consolidación de conocimientos.....	38
TEMA	III: 43
ALTIMETRÍA	
IX. Objetivos, contenidos y habilidades a desarrollar.....	44
X. Ejercicios resueltos.....	45
XI. Ejercicios propuestos.....	55
XII. Consolidación de conocimientos.....	61
TEMA IV: REPLANTEO Y CONTROL DE EJECUCIÓN	63
XIII. Objetivos, contenidos y habilidades a desarrollar.....	63
XIV. Ejercicios resueltos.....	63
XV. Ejercicios propuestos.....	69
XVI. Consolidación de conocimientos.....	70
BIBLIOGRAFÍA	71
...	

TEMA I: INTRODUCCIÓN A LA TOPOGRAFÍA

Contenidos

Reseña histórica. Ciencias que se relacionan. Geodesia, Fotogrametría y Cartografía. Conceptos fundamentales. Límites de la Topografía. Aplicaciones a la Ingeniería Civil. Objetivos generales de la disciplina. Sistemas de coordenadas. Unidades de medida empleadas en Topografía. Teoría de errores. Conceptos fundamentales (medición, magnitud, precisión, exactitud). Errores sistemáticos y accidentales en las mediciones topográficas. Probabilidad de ocurrencia de los errores accidentales. Curva de Gauss. Estadígrafos. Error medio cuadrático. Confianza en las mediciones.

Objetivo

1. Calcular la precisión de las mediciones aisladas teniendo en cuenta la teoría de los errores y las ecuaciones para el cálculo del valor promedio, error probable de una medición aislada y error probable del valor promedio, motivando en los estudiantes el interés por la especialidad, y desarrollando en ellos la honestidad y la responsabilidad en los resultados de las mediciones.

Habilidades a desarrollar

1. Determinar los errores sistemáticos y accidentales y la precisión de las mediciones realizadas.
2. Aplicar métodos para corregir errores en las mediciones lineales y angulares.
3. Aplicar los conceptos de cifras verdaderas, exactas y significativas de números aproximados en el tratamiento de los resultados de las mediciones planimétricas.

I. Ejercicios resueltos

Ejercicio 1

Se han hecho 3 observaciones de la misma magnitud:

$$X_1 = 110.20\text{m}$$

$$X_2 = 110.18\text{m}$$

$$X_3 = 110.24\text{m}$$

- a) Obtenga la precisión del trabajo de medición.
- b) ¿Cómo usted evalúa la calidad del trabajo realizado si se exige una $P = \frac{1}{9000}$?

Como sabemos: $P = \frac{1}{V_p/E_v}$

Cálculo de V_p :

$$V_p = \frac{\sum X_i}{n} = 110.21m$$

Para calcular E_v , tengo que conocer E_p

$$E_p = \pm \frac{2}{3} \sqrt{\frac{\sum r^2}{n-1}}$$

$r_1 = V_p - V_{obs}$	r	$r(cm)$	r^2
$r_1 = 110.21 - 110.20 = +0.01$		1cm	1
$r_2 = 110.21 - 110.18 = +0.03$		3cm	9
$r_3 = 110.21 - 110.24 = -0.03$		3cm	9

$$\sum r^2 = 19cm^2$$

$$E_p = \pm \frac{2}{3} \sqrt{\frac{19}{3-1}} = \pm \frac{2}{3} \sqrt{\frac{19}{2}} = \pm 2.05cm = \pm 0.02m$$

$$E_v = \pm \frac{E_p}{\sqrt{n}} = \pm \frac{0.02}{\sqrt{3}} = \pm 0.01m$$

$$VMP = 110.21 \pm 0.01m$$

$$Pr\text{ ecisión} = P = \frac{1}{V_p/E_v} = \frac{1}{110.21/0.01} = \frac{1}{11021} = \frac{1}{11000}$$

Rta: La calidad de trabajo fue buena ya que $P_{exig} < P_{obt}$

Ejercicio 2

1) Se ha medido una distancia AC en dos tramos, obteniéndose los datos siguientes:

.A .B .C

La distancia AB se midió cinco ocasiones, obteniéndose los resultados siguientes:

$X_1 = 200.38\text{m}$
 $X_2 = 200.47\text{m}$
 $X_3 = 200.25\text{m}$
 $X_4 = 200.43\text{m}$
 $X_5 = 200.32\text{m}$

La distancia BC fue medida también en cinco ocasiones, obteniéndose los resultados siguientes:

$Z_1 = 100.43\text{m}$
 $Z_2 = 100.48\text{m}$
 $Z_3 = 100.53\text{m}$
 $Z_4 = 100.38\text{m}$
 $Z_5 = 100.33\text{m}$

Se desea calcular:

- a) VMP_{AC}
- b) Precisión de la distancia AC.

Solución:

El valor de VMP_{AC} está dado por $VMP_{AC} = VP_{AC} - EV_{AC}$ por lo que hay que calcular VP_{AC} y EV_{AC} , lo que permite calcular también la precisión de AC. Como las distancias AB y BC son medidas independientes, el valor promedio de AC será la suma de los valores promedios de AB y BC.

$$VP_{AC} = VP_{AB} + VP_{BC}$$

$$VP_{AB} = \frac{X_1 + X_2 + X_3 + X_4 + X_5}{5} = 200.37\text{m}$$

$$VP_{BC} = \frac{Z_1 + Z_2 + Z_3 + Z_4 + Z_5}{5} = 100.43\text{m}$$

$$VP_{AC} = VP_{AB} + VP_{BC} = 200.37 + 100.43 = 300.80\text{m}$$

$$VP_{AC} = 300.80\text{m}$$

Para calcular EV_{AC} , como es obtenido a partir de dos mediciones independientes de AB y BC, se aplicará la expresión siguiente:

$$EV_{AC} = \pm \sqrt{(EP_{AB}^2 + EP_{BC}^2)}$$

Se debe recordar del ejemplo 2 de la guía y del ejemplo 3 del texto complementario que estos valores de EP_{AB} y EP_{BC} que aparecen en esta fórmula no son más que los errores probables de los valores promedios en las mediciones de AB y BC respectivamente, por lo que estos

valores se obtienen de forma igual a la utilizada en el ejemplo resuelto 1 del texto complementario, aplicado a cada tramo. Para el caso AB ya se tiene el VP_{AB} , por lo que resta calcular el error residuo para cada medición aislada.

$$r_1 = X_1 - VP = 200.38 - 200.37 = 0.01\text{m} = 1\text{cm}$$

$$r_2 = X_2 - VP = 200.47 - 200.37 = 0.10\text{m} = 10\text{cm}$$

$$r_3 = X_3 - VP = 200.25 - 200.37 = -0.12\text{m} = -12\text{cm}$$

$$r_4 = X_4 - VP = 200.43 - 200.37 = 0.06\text{m} = 6\text{cm}$$

$$r_5 = X_5 - VP = 200.32 - 200.37 = -0.05\text{m} = -5\text{cm}$$

$$r_1^2 = 1\text{cm}^2 \quad Ep = \pm 2/3 \sqrt{(\sum r^2/n-1)} = \pm 2/3 \sqrt{(306/4)}$$

$$r_2^2 = 100\text{cm}^2 \quad \mathbf{Ep = \pm 2/3 \sqrt{76.5} \quad Ep = \pm 6\text{cm}}$$

$$\mathbf{r_3^2 = 144\text{cm}^2 \quad Ep_{AB} = \pm 0.06\text{m}}$$

$$\mathbf{r_4^2 = 36\text{cm}^2 \quad E_{\max} = 4Ep}$$

$$\mathbf{r_5^2 = 25\text{cm}^2}$$

$$\mathbf{r^2 = 306\text{cm}^2}$$

$$\mathbf{E_{\max} = 4(0.06) = 0.24\text{m}}$$

Se cumple que los errores residuos $r_i < E_{\max}$, por tanto todas las mediciones son válidas.

$$\mathbf{EV_{AB} = \pm Ep_{AB} = \pm 0.06 = \pm 0.06 = \pm 0.03}$$

$$\sqrt{n} \quad \sqrt{5} \quad 2.25$$

$$\mathbf{EV_{AB} = \pm 0.03\text{m} \quad VMP_{AB} = VP_{AB} \pm EV_{AB} = 200.37 \pm 0.03\text{m}}$$

$$\mathbf{P_{AB} = 1/(VP_{AB}/EV_{AB}) = 1/(200.37/0.03) \quad P_{AB} = 1/6679}$$

$$\mathbf{Aproximando dicho valor: P_{AB} = 1/6600}$$

Para el tramo BC se tiene que calcular también EV_{AC} que se sustituirá por el valor de EP_{BC} de la fórmula de EV_{AC}

$$\mathbf{r_1 = X_1 - VP_{BC} = 100.43 - 100.43 = 0 \quad = 0\text{cm}}$$

$$\mathbf{r_2 = X_2 - VP_{BC} = 100.48 - 100.43 = \pm 0.05\text{m} = 5\text{cm}}$$

$$\mathbf{r_3 = X_3 - VP_{BC} = 100.53 - 100.43 = \pm 0.10\text{m} = 10\text{cm}}$$

$$\mathbf{r_4 = X_4 - VP_{BC} = 100.38 - 100.43 = -0.05\text{m} = -5\text{cm}}$$

$$\mathbf{r_5 = X_5 - VP_{BC} = 100.33 - 100.43 = -0.10\text{m} = -10\text{cm}}$$

$$\mathbf{r_1^2 = 0 \quad EP_{BC} = \pm 2/3 \sqrt{(\sum r^2/n-1)}}$$

$$\mathbf{r_2^2 = 25\text{cm}^2 \quad EP_{BC} = \pm 2/3 \sqrt{(\sum 250/4)}}$$

$$\mathbf{r_3^2 = 100\text{cm}^2}$$

$$r_4^2=25\text{cm}^2 \quad EP_{BC}=\pm 4.13\text{cm}$$

$$\underline{r_5^2=100\text{cm}^2} \quad \underline{EP_{BC}=\pm 0.04\text{m}}$$

$$r_i=250$$

$$E_{\max}=4Ep \quad E_{\max}=\pm 0.16$$

Se cumple por tanto que $r_i \leq E_{\max}$, por lo tanto todas las mediciones son válidas.

$$EV_{BC}=\pm \frac{Ep_{BC}}{\sqrt{n}} = \pm \frac{0.04}{\sqrt{5}} \quad EV_{BC}=\pm 0.02\text{m}$$

$$\sqrt{n} \quad \sqrt{5}$$

$$VMP_{BC}=10.45\pm 0.02\text{m}$$

$$P_{BC}=1/(VP_{BC}/EV_{BC}) = 1/(100.43/0.02) = 1/5021.5 = 1/500$$

Con el valor de EV_{AB} y EV_{BC} que pasaron a ser los errores probables de cada medición aislada del tramo AC se puede calcular el EV_{AC} por la fórmula siguiente:

$$EV_{AC}=\pm \sqrt{(EP_{AB}^2+EP_{BC}^2)}$$

$$EV_{AC}=\pm \sqrt{(0.03^2+0.02^2)}$$

$$EV_{AC}=\pm \sqrt{(0.011)}=\pm 0.034\text{m}$$

$$EV_{AC}=\pm 0.03\text{m}$$

Por tanto, el valor más probable de la distancia AC será:

$$VMP_{AC}=300.80\pm 0.03\text{m}$$

El valor de la precisión en la medición será:

$$P_{AC}=1/(VP_{AC}/EV_{AC})=1/(300.80/0.03)=1/10026$$

$$\text{Aproximado queda: } P_{AC}=1/10000$$

Ejercicio 3

Se han realizado tres observaciones en la medición de un ángulo, obteniéndose los siguientes resultados:

$$\alpha_1 = 30^\circ 25' \quad \alpha_2 = 30^\circ 26' \quad \alpha_3 = 30^\circ 27'$$

- Determine el VMP.
- Determine la precisión.

Solución:

$$VMP_{\alpha} = Vp_{\alpha} \pm Ev_{\alpha}$$

$$Vp_{\alpha} = \frac{30^{\circ}25' + 30^{\circ}26' + 30^{\circ}27'}{3} = 30^{\circ}26'$$

$$Ev = \pm \frac{2}{3} \sqrt{\frac{\sum r^2}{n-1}}$$

$$r_1 = 30^{\circ}26' - 30^{\circ}25' = +0^{\circ}01'$$

$$r_2 = 30^{\circ}26' - 30^{\circ}26' = 0^{\circ}00'$$

$$r_3 = 30^{\circ}26' - 30^{\circ}27' = -0^{\circ}01'$$

$$\sum r = 0$$

$$\sum r^2 = 0^{\circ}02'$$

$$Ep = \pm \frac{2}{3} \sqrt{\frac{02'}{2}} = \pm 0',7$$

$$Ev = \pm \frac{0',7}{\sqrt{3}} = \pm 0',4$$

$$VMP = Vp \pm Ev$$

$$VMP_{\alpha} = 30^{\circ}26' \pm 0',4$$

$$P = 0',4$$

Ejercicio 4

Conociendo que la distancia V1 V2 fue medida en tres observaciones

$$X1 = 43.12 \text{ m}$$

$$X2 = 43.14 \text{ m}$$

$$X3 = 43.13 \text{ m}$$

a) Calcule el valor más probable de dicha alineación.

Solución:

$$Vp = \frac{\sum Xi}{n} = \frac{129.39}{3} = 43.13 \text{ m}^2$$

Error residuo

$r_i = X_i - X_p$	$r(\text{cm})$	r^2
$r_1 = 43.12 \text{ m} - 43.13 \text{ m} = -0.01 \text{ m}$	-1	1
$r_2 = 43.14 \text{ m} - 43.13 \text{ m} = 0.01 \text{ m}$	1	1
$r_3 = 43.13 \text{ m} - 43.13 \text{ m} = 0 \text{ m}$	0	0

Error probable de medición aislada

$$Ep = \pm \frac{2}{3} \sqrt{\sum (r_i)^2 / n - 1}$$

$$Ep = \pm \frac{2}{3} \sqrt{\sum (2/3 - 1)}$$

$$Ep = \pm \frac{2}{3} = 0.667 \text{ cm} = 0.00667 \text{ m}$$

Error probable del error promedio

$$E_v = \pm \frac{E_p}{\sqrt{n}} = \pm \frac{0.00667m}{\sqrt{3}} = \pm 3.85 \cdot 10^{-3}m = \pm 0.00385m$$

Precision

$$P = 1 / \frac{43.13}{0.00385} = \frac{1}{11202} = \frac{1}{11200}$$

II. Ejercicios propuestos

Ejercicio 1

Convertir a grados, minutos y segundos centesimales los siguientes valores de grados, minutos y segundos sexagesimales.

1. $26^{\circ} 36' 46''$
2. $220^{\circ} 26' 38''$
3. $10^{\circ} 10' 10''$
4. $126^{\circ} 36' 26''$
5. $146^{\circ} 61' 18''$

Respuestas

1. $29^{\text{g}} 56^{\text{m}} 97^{\text{s}}$
2. $244^{\text{g}} 93^{\text{m}} 76^{\text{s}}$
3. $11^{\text{g}} 29^{\text{m}} 94^{\text{s}}$
4. $140^{\text{g}} 67^{\text{m}} 47^{\text{s}}$
5. $163^{\text{g}} 35^{\text{m}} 74^{\text{s}}$

Ejercicio 2

Convertir los siguientes radianes a grados, minutos y segundos centesimales y sexagesimales.

1. **3.4625**
2. **4.3061**
3. **4.2261**
4. **6.2432**
5. **0.1414**

Respuestas

1. $198^{\circ} 23' 10,3'' = 220^{\text{g}} 42^{\text{m}} 91^{\text{s}}$
2. $246^{\circ} 43' 14,9'' = 274^{\text{g}} 13^{\text{m}} 42^{\text{s}}$

3. $242^{\circ} 08' 13,6'' = 269^{\text{g}}.04^{\text{m}} 12^{\text{s}}$

4. $357^{\circ} 42' 30'' = 397^{\text{g}}.45^{\text{m}} 35^{\text{s}}$

5. $8^{\circ} 6' 6'' = 9^{\text{g}}.00^{\text{m}} 18^{\text{s}}$

Ejercicio 3

Se ha medido una distancia AB, cinco veces, obteniéndose los siguientes valores observados:

$$X_1=280.32\text{m}$$

$$X_2=280.47\text{m}$$

$$X_3=280.25\text{m}$$

$$X_4=280.38\text{m}$$

$$X_5=280.43\text{m}$$

Se desea conocer:

a) Valor más probable de la medición.

b) Precisión alcanzada en la medición.

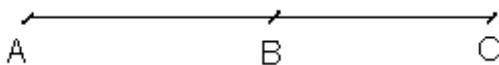
Respuestas

$$\text{VMP}_{AB}=280.37\pm 0.03\text{m}$$

$$P_{AB}=1/9345.6$$

Ejercicio 4

Se ha medido una base dividiéndola en dos tramos. Calcule las precisiones parciales y la precisión total:



Tramo AB: $X_1 = 100.42\text{m}$

$$X_2 = 100.44\text{m}$$

Tramo BC: $X_1 = 200.13\text{m}$

$$X_2 = 200.15\text{m}$$

Respuestas

$$P_{AB} = \frac{1}{10000} \quad P_{BC} = \frac{1}{28000} \quad P_{AC} = \frac{1}{23100}$$

Ejercicio 5

Se ha medido un ángulo en 6 ocasiones, dando los siguientes resultados. Calcula la Precisión.

$$\alpha_1 = 53^\circ 44'$$

$$\alpha_2 = 53^\circ 45'$$

$$\alpha_3 = 53^\circ 44'$$

$$\alpha_4 = 53^\circ 46'$$

$$\alpha_5 = 53^\circ 43'$$

$$\alpha_6 = 53^\circ 45'$$

Respuestas

$$P = 0',3$$

Ejercicio 6

Se han realizado tres observaciones en la medición de un ángulo, obteniéndose los siguientes resultados:

$$\alpha_1 = 30^\circ 25' \quad \alpha_2 = 30^\circ 26' \quad \alpha_3 = 30^\circ 27'$$

- c) Determine el VMP.
- d) Determine la precisión.

Respuestas

- a) $VMP_\alpha = 30^\circ 26' \pm 0',4$
- b) $P = 0',4$

- ❖ Se orienta realizar los ejercicios 8, 9 y 10 de la pág.124 a 127 de libro de texto básico Tomo I.

III. Consolidación de conocimientos teóricos

1. ¿Qué es la Geodesia?
2. ¿Qué es la Topografía?
3. ¿Qué importancia tiene el levantamiento topográfico en la proyección y ejecución de las obras de ingeniería?
4. Defina los conceptos siguientes:
 - a) Meridiano
 - b) Paralelo
 - c) Círculo máximo
 - d) Latitud
 - e) Longitud
5. Deduzca las expresiones que se utilizan para hacer conversiones entre los diferentes sistemas de medidas angulares.
6. ¿Por qué es sumamente importante el cuidado en la medición angular? Mencione ejemplos.
7. Señale las diferencias fundamentales entre los errores y las equivocaciones.
8. ¿Cómo se clasifican los errores?
 - De acuerdo a las causas que lo originan.
 - Para su estudio.
9. ¿Cuáles son los errores que realmente se estudian y por qué?
10. ¿Por qué usted considera que no se estudien los errores sistemáticos?
11. ¿Qué diferencias presentan en comparación con las denominadas equivocaciones?.
12. Ponga ejemplo de un error sistemático constante.
13. ¿Qué importancia tiene el estudio de la teoría de errores?
14. ¿Qué significa el Error probable de una medición aislada (E_p)? ¿Qué utilidad tiene conocer su valor?
16. ¿Qué significa el Error probable del valor promedio (E_v)? ¿Qué utilidad tiene conocer su valor?
17. ¿Qué significa el VMP de una medición?
18. Defina los conceptos siguientes:
 - a) Cifras exactas
 - b) Cifras verdaderas

c) Cifras significativas

d) Error residuo

19. Mencione tres reglas prácticas de aproximación

20. ¿Qué condiciones deben cumplirse para obtener el valor promedio de una serie de observaciones realizadas?

21. ¿Qué posibilidad tiene el hombre de conocer la magnitud en que se ha afectado una medición?

22. ¿Qué precisión creen ustedes que sea mayor $1/2000$ o $1/4000$?

TEMA II: PLANIMETRÍA

Contenidos

Métodos planimétricos de medición. Mediciones lineales y angulares. Métodos de Medición con teodolito y cinta métrica. Métodos de orientación. Acimut. Métodos para la creación de redes planimétricas. Red planimétrica del levantamiento. Clasificación de las poligonales. Medición y cálculo de poligonales cerradas. Interpretación de mapas y planos topográficos. Escala y precisión de mapas y planos. Símbolos convencionales. Empleo de mapas topográficos en la solución de problemas de ingeniería civil

Objetivo

1. Calcular las coordenadas planimétricas de los vértices, la precisión y la escala para las poligonales cerradas de rodeo y de enlace como base de apoyo para levantamientos topográficos teniendo en cuenta su medición y los requisitos técnicos para poligonales de 1ra y 2da clase, incentivando en los estudiantes el trabajo en equipo y cumplimiento de las normas, regulaciones y disposiciones vigentes para los trabajos topográficos en la esfera construcción que aseguran la calidad de los trabajos y la protección y seguridad en el trabajo.

Habilidades a desarrollar

1. Seleccionar los métodos e instrumentos necesarios para realizar redes de levantamientos planimétricos cerrados de enlace o rodeo.
2. Realizar un levantamiento planimétrico y procesar e interpretar sus resultados.
3. Medir ángulos, distancias con el empleo de instrumentos de topografía clásica (cintas y teodolitos).
4. Calcular acimutes a partir de ángulos de dirección.
5. Determinar las escalas más frecuentes de un levantamiento de una obra vial o estructural y las relaciones entre la escala y la precisión de las mediciones.
6. Interpretar planos topográficos a partir de los símbolos convencionales.

I. Ejercicios resueltos

Ejercicio 1

Hallar el acimut directo e inverso y el rumbo directo e inverso de la línea AB, en grados, minutos y segundos sexagesimales (Fig.1).

Datos: coordenadas $X_A=245.21$ coordenadas $X_B=196.30$

$Y_A=200.00$

$Y_B=101.10$

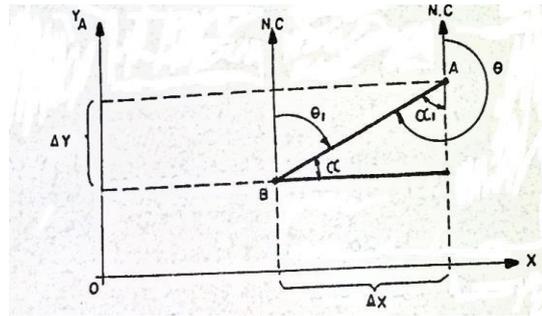


Fig. 1

Solución:

$$\Delta x = 245.21 - 196.30 \rightarrow \Delta x = 48.91$$

$$\Delta y = 200.00 - 101.10 \rightarrow \Delta y = 98.90$$

$$\tan \alpha = \frac{\Delta y}{\Delta x} = \frac{98.90}{48.91} = 2.022081 \quad \text{No cumple}$$

$$\tan \alpha_1 = \frac{48.91}{98.90} = 0.494540 \rightarrow \alpha_1 = 26^\circ 18' 51''$$

$$\text{Pero como } \alpha + \alpha_1 = 90^\circ \quad \alpha = 63^\circ 41' 09''$$

$$180^\circ + \alpha_1 = 180^\circ + 26^\circ 18' 51'' \quad \theta = 206^\circ 18' 51''$$

$$AZ_{AB} = 206^\circ 18' 51''$$

$$AZ_{BA} = 26^\circ 18' 51''$$

$$R_{AB} = \alpha_1 \rightarrow R_{AB} = S 26^\circ 18' 51'' W \quad \text{y} \quad R_{AB} = \theta_1 = N 26^\circ 18' 51''$$

Ejercicio 2

Hallar el acimut directo e inverso y el rumbo directo e inverso de la línea AB, en grados, minutos y segundos sexagesimales (Fig.2).

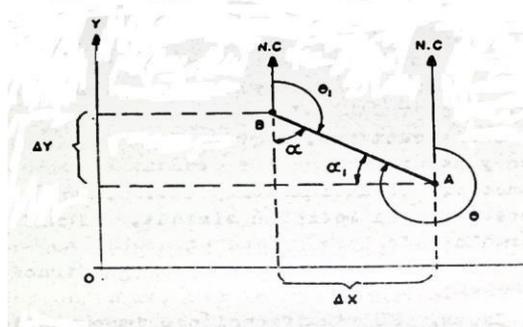


Fig. 2

Coordenadas $X_A=192.36$

coordenadas $X_B=146.25$

$Y_A=215.26$

$Y_B=290.77$

Solución:

$$\Delta x=46.11\text{m}$$

$$\Delta y=75.51\text{m}$$

$$\tan \alpha = \frac{X}{Y} = \frac{46.11}{75.51} = 0.610648$$

$$\frac{X}{Y} = \frac{46.11}{75.51}$$

$$\text{arc tan } 0.610648 = 31.4102$$

$$0.4102 * 60 = 24.6120 \Delta \rightarrow \alpha = 31^\circ 24' 37''$$

$$0.6120 * 60 = 36.72$$

$$\alpha + \alpha_1 = 90^\circ \rightarrow \alpha_1 = 90 - \alpha \rightarrow \alpha_1 = 58^\circ 31' 23''$$

$$\Theta_1 + \alpha = 180^\circ \rightarrow \Theta_1 = 180^\circ - \alpha \rightarrow \Theta_1 = 148^\circ 35' 23''$$

$$\alpha_1 + 270^\circ = \Theta \rightarrow \Theta = 328^\circ 35' 23''$$

$$AZ_{AB} = \Theta = 328^\circ 35' 23''$$

$$AZ_{BA} = \Theta_1 = 148^\circ 35' 23''$$

$$R_{AB} = 360^\circ - 328^\circ 35' 23'' \rightarrow R_{AB} = N 31^\circ 24' 37'' W$$

$$R_{AB} = \alpha = 31^\circ 24' 37'' \rightarrow R_{BA} = S 31^\circ 24' 37'' E$$

Ejercicio 3

Para realizar el levantamiento topográfico de una zona donde se construirán edificios para vivienda se tomara como base el polígono de rodeo que se muestra, pidiendo a la comisión que la precisión a obtener sea:

$$P_{EXIG.} \geq 1/5000$$

Conociendo que las coordenadas ajustadas del punto A son:

$X_A = 800,00$ m y $Y_A = 600,00$ m, determinar:

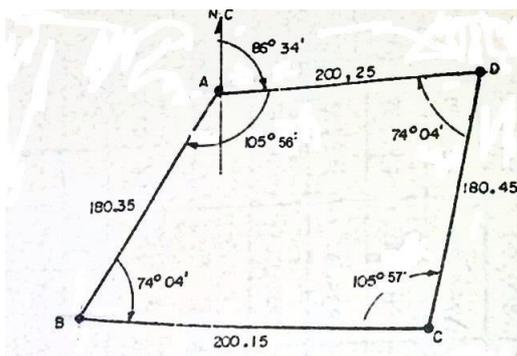
a) Coordenadas ajustadas del resto de los puntos del polígono.

b) Precisión obtenida en el trabajo de campo.

c) Determine la escala para el dibujo del plano conociendo que las escalas recomendables,

son: $E_1=1/200$ $E_2=1/250$ $E_3=1/300$

Croquis



Solución:

Primeramente se elabora el Registro de Gabinete, y en él se colocan todos los datos de campo.

Vértice	Línea	α	α_c	Az	R	D (m)	Sen Az	Cos Az
N.C	NC-A							
A	A-B	105°56'	105°56'	192°30'	S 12°30' W	180.35	0.21643	0.97629
B	B-C	74°04'	74°04'	86°34'	N 86°34' E	200.15	0.99820	0.05988
C	C-D	105°57'	105°56'	12°30'	N 12°30' E	180.45	0.21643	0.97629
D	D-A	74°04'	74°04'	266°34'	S 86°34' W	200.25	0.99820	0.05988
A								
Σ		360°02'	360°01'			761.20		

ΔX obs	ΔX obs	C ΔX	C ΔY	ΔX_c	ΔY_c	X (m)	Y(m)
						800	600
-39,03	-176,1	0,02	-0,02	-39,01	-176,09	760,99	423,91
199,79	11,98	0,02	-0,02	199,81	11,96	960,8	435,87
39,5	176,17	0,02	-0,02	39,07	176,15	999,87	612,02
-199,9	-11,99	0,02	-0,03	-199,87	-12,02	800	600
-0,08	0,09	0,08	-0,09	0	0		

1. Cálculo y ajuste del error de cierre angular

Lo primero que se hace una vez concluido el trabajo de campo es verificar el cierre angular de las mediciones. Como en este caso estamos ante una poligonal de rodeo, el error de cierre angular se determina de la forma siguiente:

$$e_e = \sum \text{ang.int.} - 180^\circ(n-2)$$

$$e_e = \sum \text{ang.ext.} - 180^\circ(n+2)$$

Como en nuestro ejemplo trabajamos con ángulos interiores, utilizamos la primera expresión:

$$e_c = \sum \text{ang.int.} - 180^\circ(n-2)$$

$\sum \text{ang.int.}$: Suma de los ángulos interiores del polígono observados en la medición.

$180^\circ(n-2)$: Suma de los ángulos interiores de un polígono de acuerdo al número de vértices.

$$e_c = 360^\circ 02' - 180^\circ(4-2)$$

$$e_p \leq 1' \sqrt{n}$$

$$e_c = 360^\circ 02' - 360^\circ 00'$$

$$e_p = 0^\circ 2'$$

$$e_c = 0^\circ 02'$$

$$e_c = e_p \text{ Podemos ajustar}$$

Esto quiere decir que la medición en el terreno excedió en dos minutos al valor real que debía dar la suma de los ángulos interiores para este polígono. Para ajustar estas mediciones angulares existen varios criterios que evalúan la comisión de estudio y decide los vértices a los cuales se aplicara la corrección, velando siempre que esta no sea inferior a la precisión del instrumento. En este ejemplo se decidió asignar dicha corrección a los vértices A y C por ser los ángulos mayores, por lo que se le restará un minuto a cada ángulo según se muestra en la columna de ángulos corregidos del registro mostrado.

El propósito del ajuste angular no es eliminar el error que ya irremediablemente se cometió en el campo, sino preparar las condiciones para evitar que este error se transmita a los próximos cálculos numéricos. Posteriormente pasamos a realizar los restantes cálculos del registro.

2. Cálculo de los acimutes

Como puede apreciarse en el croquis del polígono (Fig. 17) la alineación que fue orientada fue la AD, siendo su valor de acimut de $86^\circ 34'$. Es importante analizar el sentido en que está dado el acimut de dato para incorporarla al resto de los lados del polígono.

Para poder usar los ángulos interiores en el cálculo en este ejemplo tendremos que seguir un sentido de cálculo contrario a las manecillas del reloj, por lo que la primera alineación a calcular el acimut será la AB.

$$AZ_{AB} = AZ_{\text{dato}} + 105^\circ 56' = 86^\circ 34' + 105^\circ 56'$$

$$AZ_{AB} = 192^\circ 30' \quad R_{AB} = S12^\circ 30' W \text{ (III cuadrante)}$$

En este caso el acimut se obtiene directamente sin restar ni sumar 180° , por lo que aclaramos que en el cálculo del acimut de la primera alineación no se cumple siempre la expresión de cálculo del acimut en función del ángulo de dirección, o sea, la que

plantea que $AZ = AZ_{\text{anterior}} + \text{ang. dirección} \pm 180^\circ$, a menos que hagamos una inversión del sentido del acimut.

Para el caso de este ejemplo, si el acimut de dato $AZ_{AD} = 86^\circ 34'$ lo transformo en $AZ_{DA} = 266^\circ 34'$, teniendo en cuenta el concepto de acimut inverso, entonces se puede aplicar el cálculo de la forma siguiente:

$$AZ_{AB} = AZ_{DA} + 105^\circ 56' \pm 180^\circ = 266^\circ 34' + 105^\circ 56' - 180^\circ$$

$$AZ_{AB} = 192^\circ 30'$$

Como puede verse el valor obtenido tiene que ser igual por cualquiera de los dos procedimientos. Para **el resultado** de las alineaciones se cumple en todos los casos la expresión citada anteriormente.

$$AZ_{BC} = AZ_{AB} + \alpha \pm 180^\circ$$

$$AZ_{BC} = 192^\circ 30' + 74^\circ 04' - 180^\circ$$

$$AZ_{BC} = 86^\circ 34' \rightarrow R_{BC} = N86^\circ 34' E \text{ (1er cuadrante)}$$

$$AZ_{CD} = AZ_{BC} + \alpha \pm 180^\circ$$

$$AZ_{CD} = 86^\circ 34' + 105^\circ 56' - 180^\circ$$

$$AZ_{CD} = 12^\circ 30' \rightarrow R_{CD} = N12^\circ 30' E \text{ (1er cuadrante)}$$

$$AZ_{DA} = AZ_{CD} + \alpha \pm 180^\circ$$

$$AZ_{DA} = 12^\circ 30' + 74^\circ 04' + 180^\circ 00'$$

$$AZ_{DA} = 266^\circ 34' \rightarrow R_{DA} = S 86^\circ 34' W \text{ (3er cuadrante)}$$

Este cálculo queda comprobado si se compara AZ_{AD} con el AZ_{DA} , los cuales difieren en 180° , ya que son acimutes inversos. Posteriormente se calculan todos los senos y cosenos de los rumbos, los cuales aparecen en el registro mostrado.

3. Cálculo de ΔX y ΔY

$$\Delta X = D \sin Az$$

$$\Delta Y = D \cos Az$$

$$\Delta X_{AB} = 180.35(0.21643) = -39.03\text{m (3er cuadrante)}$$

$$\Delta X_{BC} = 200.15(0.99820) = \pm 199.79\text{m (1er cuadrante)}$$

$$\Delta X_{CD} = 180.45(0.21643) = 39.05\text{m (1er cuadrante)}$$

$$\Delta X_{DA} = 200.25(0.99820) = -199.89\text{m (3er cuadrante)}$$

$$\Delta Y_{AB} = 180.35(0.97629) = -176.07\text{m (3er cuadrante)}$$

$$\Delta Y_{BC} = 200.15(0.05988) = 11.98\text{m (1er cuadrante)}$$

$$\Delta Y_{CD} = 180.45(0.97629) = 176.17\text{m (1er cuadrante)}$$

$$\Delta Y_{DA} = 200.25(0.05988) = -11.99\text{m (3er cuadrante)}$$

El signo del valor se obtiene por el convenio de signo de acuerdo al cuadrante de ubicación de la alineación:

Rumbo	ΔY	ΔY
NE	+	+
SE	+	-
SW	-	-
NW	-	+

4. Cálculo del error en los ejes $E\Delta x$ y $E\Delta y$

Como trabajamos en una poligonal de rodeo debe cumplirse que:

$$\sum \Delta X_{\text{obs}} = 0 \quad \text{y} \quad \sum \Delta Y_{\text{obs}} = 0$$

$$\sum \Delta X_{\text{obs}} = -0.08\text{m} \quad \sum \Delta Y_{\text{obs}} = 0.09\text{m}$$

En la poligonal de rodeo debe cumplirse que :

$$\sum \Delta x = 0$$

$$\sum \Delta y = 0$$

La no coincidencia de estos valores es precisamente el $E\Delta x$ y $E\Delta y$.:

$$E\Delta x = \sum \Delta x \quad E\Delta x = -0.08\text{m}$$

$$E\Delta y = \sum \Delta y \quad E\Delta y = 0.09\text{m}$$

Este error determinado en cada eje significa que de acuerdo a los cálculos realizados el punto A quedo desplazado de su posición original **8 cm** hacia el oeste y **9 cm** hacia el norte.

Es necesario determinar las correspondientes correcciones para cada lado en cada uno de los ejes con el objetivo de llevar el punto A' hacia su verdadera posición A. En este error que hemos determinado se debe solamente a la medición de distancias, ya que los ángulos fueron corregidos antes de hacer este cálculo. Es importante que el estudiante aprecie el sentido físico opuesto del error y la corrección, de ahí su signo contrario.

5. Cálculo de las correcciones en los ejes $C\Delta x$ y $C\Delta y$

Aplicando la regla de la Brújula para cada eje se obtienen los resultados siguientes:

Correcciones en ΔX

$$C\Delta x = \frac{-E\Delta x}{D} \cdot l$$

El término $e\Delta x/D = \text{cte} = 0.08\text{m}/761.2\text{m} = 1.0509721 \times 10^{-4}$, el cual multiplicando por cada lado nos da el resultado siguiente:

$$C\Delta x_{AB} = 0.02\text{m}$$

$$C\Delta x_{BC} = 0.02\text{m}$$

$$C\Delta x_{CD} = 0.02\text{m}$$

$$C\Delta x_{DA} = 0.02\text{m}$$

Al terminar este cálculo se debe realizar la comprobación siguiente: $\sum \text{Correcciones } \Delta X = -E\Delta x$, o que indica que el error en este eje ha quedado completamente distribuido. Esto aparece realizado en el registro de cálculo.

Correcciones en ΔY

$$C\Delta y = \frac{-E\Delta y}{D} \cdot l$$

El término $E\Delta y/D = \text{cte} = -0.09\text{m}/761\text{m} = -1.1823436 \times 10^{-4}$, el cual multiplicado por los lados nos da los resultados siguientes:

$$C\Delta y_{AB} = -0.02\text{m}$$

$$C\Delta y_{BC} = -0.02\text{m}$$

$$C\Delta y_{CD} = -0.02\text{m}$$

$$C\Delta y_{DA} = -0.03\text{m}$$

Al igual que en el cálculo anterior, al terminar debemos comprobar que $\sum \text{Correcciones} = -E\Delta y$, lo que indica que el error en este eje ha quedado completamente distribuido. Esto aparece realizado en el registro de cálculo. Si estas comprobaciones en ambos ejes no se cumplen, no se debe proseguir el cálculo hasta no detectar el error, pues al final el cálculo no cerrará. Es sumamente importante en esta etapa del cálculo tener sumo cuidado en el proceso de aproximación, realizando esta operación sobre el resultado final de la operación.

6. Cálculo de los AX y AY corregidos

En esta etapa del cálculo se aplican las correcciones calculadas a las AX y AY correspondientes.

ΔX corregidos

$$\Delta X_{AB} \text{ corregido} = \Delta X_{AB} + C\Delta x_{AB}$$

$$\Delta X_{AB} \text{ corregido} = -39.03 + 0.02 = -39.01\text{m}$$

$$\Delta X_{BC} \text{ corregido} = 199.79 + 0.02 = 199.81\text{m}$$

$$\Delta X_{CD} \text{ corregido} = 39.05 + 0.02 = 39.07\text{m}$$

$$\Delta X_{DA} \text{ corregido} = -199.89 + 0.02 = -199.87\text{m}$$

En este paso la comprobación a realizar es que $\sum \Delta x \text{ corregido} = 0$, ya que se trata de una poligonal de rodeo.

Esta comprobación se muestra en el registro de cálculo.

ΔY corregidos

$$\Delta Y_{AB} \text{ corregido} = \Delta Y_{AB} - C\Delta y_{AB}$$

$$\Delta Y_{AB} \text{ corregido} = -176.07 - 0.02 = -176.09\text{m}$$

$$\Delta Y_{BC} \text{ corregido} = 11.98 - 0.02 = 11.96\text{m}$$

$$\Delta Y_{CD} \text{ corregido} = 176.17 - 0.02 = 176.15\text{m}$$

$$\Delta Y_{DA} \text{ corregido} = -11.99 - 0.03 = -12.02\text{m}$$

Al igual que en el caso anterior, la comprobación a realizar es $\sum \Delta x \text{ corregido} = 0$, ya que estamos en una poligonal de rodeo. Esta comprobación aparece en el registro de cálculo del ejercicio.

7. Cálculo de las coordenadas ajustadas

En este ejercicio el punto de partida para calcular las coordenadas de los restantes puntos es el punto A al cual se le conocen sus coordenadas,

$X_A = 800,00\text{m}$ y $Y_A = 600,00\text{m}$, las cuales ya son coordenadas ajustadas.

Cálculo de las X ajustadas

$$X_B = X_A \pm \Delta X_{AB} \text{ corregido}$$

$$X_B = 800.00 - 39.01 = 760.99\text{m}$$

$$X_C = 760.99 + 199.81 = 960.80\text{m}$$

$$X_D = 960.80 + 39.07 = 999.87\text{m}$$

$$X_A = 999.87 - 199.87 = 800.00\text{m (Comprobación)}$$

Cálculo de las Y ajustadas

$$Y_B = Y_A \pm \Delta Y_{AB} \text{ corregido}$$

$$Y_B = 600.00 - 176.09 = 423.91\text{m}$$

$$Y_C = 423.91 + 11.96 = 435.87\text{m}$$

$$Y_D = 435.87 + 176.15 = 612.02\text{m}$$

$$Y_A = 612.02 - 12.02 = 600.00\text{m (Comprobación)}$$

Esta comprobación final es importante, pues se puede detectar cualquier error numérico en las coordenadas anteriores.

8. Precisión obtenida en el trabajo de campo

Recordando este concepto debemos plantear que la precisión es la relación existente entre el error cometido y la distancia medida, y es por esto que decimos que es el factor que puede

dar un criterio preciso de la calidad del trabajo realizado. En el caso de la poligonal estos factores son el error lineal o total (E_L) y el perímetro o suma de todos los lados.

$$P_{\text{obtenida}}=1/(761.20/e_L)$$

$$P_{\text{obtenida}}=1/(761.20/0.12)$$

$$P_{\text{obtenida}}=1/6343.3$$

$$P_{\text{obtenida}}=1/6300$$

$$e_{cL}=\sqrt{(e\Delta x^2 + e\Delta y^2)}$$

$$e_{cL}=\sqrt{(0.08^2) + (0.09^2)}$$

$$e_{cL}=\sqrt{(0.0064+0.0081)}$$

$$e_{cL}=\sqrt{0.0145}$$

$$e_{cL}=0.12\text{m}$$

Como la precisión obtenida $P = 1/6300$ es mayor que la que exige el trabajo de campo $P = 1/5000$, se puede decir que la calidad del mismo es buena. En este ejemplo este cálculo lo hemos realizado al final, pero realmente una vez que conocemos los estamos en condiciones de calcular la precisión, cuestión que es más oportuna, pues de no cumplir con la precisión exigida nos ahorramos el resto de cálculo, ya que tendríamos que realizar las mediciones lineales de nuevo.

9. Cálculo de la Escala del Plano

Debemos recordar que los términos Escala y Precisión están íntimamente relacionados, por lo que para cada precisión obtenida en un trabajo de campo existirá una escala acorde para el dibujo del plano. Las escalas a usar en el dibujo de los planos topográficos están normadas de acuerdo al fin que persigue el levantamiento, por lo que en ocasiones la escala que resulte de aplicar la expresión $M = \frac{Px D}{0.0005}$ para una precisión determinada no

es la que debemos utilizar realmente, por lo que se impone el análisis siguiente:

De acuerdo a la precisión obtenida $P = 1/6300$ si aplicamos la expresión citada obtenemos lo siguiente:

$$M=1(761.20)/6300(0.0005)$$

$$M=1/241.6$$

$$M=1/242$$

Para la precisión obtenida, la escala que se requiere es la calculada, pero en nuestro ejemplo, aunque de forma ilustrativa se limitan los valores de escala a usar, por lo que tendremos que decidir cuál de las tres escalas tomar para el dibujo. Nos basaremos para ello en la misma expresión mencionada anteriormente, valorando la precisión que requiere el uso de estas escalas.

Para $M_1= 200$

$$P_1 = 1/761.20/0.0005(200) = 1/7612 = 1/7600$$

Para $M_2=250$

$$P_2 = 1/761.20/0.0005(250) = 1/6089 = 1/6000$$

De acuerdo a los resultados obtenidos se puede plantear que para dibujar un plano a escala **1/200** se requiere haber obtenido una precisión de campo igual a $P_1=1/7600$ o mayor, como la obtenida en el ejemplo que de $P=1/6300$ por tanto no se puede usar esa escala. Cuando vemos el resultado para la escala **1/250**, la precisión exigida es de $P_2=1/6000$, valor inferior al obtenido en el campo de $P=1/6300$, por tanto se puede escoger esta para el dibujo del plano.

Como conclusión de este aspecto referente a la selección de una escala determinada podemos resumir que siempre se podrá optar por una escala que requiere una precisión inferior que la obtenida en el campo, ya que los resultados obtenidos en la medición son más precisos que los que verdaderamente requiere el dibujo del plano, quedando un margen del lado de nuestra seguridad.

Ejercicio 4

Se ha realizado una poligonal de enlace entre los **vértices** A y B, a los cuales se les conoce sus datos coordenadas, deseándose conocer lo siguiente: (Fig. 3)

- Coordenadas de los puntos intermedios V_1, V_2, V_3 .
- Escala propuesta para el dibujo del plano.

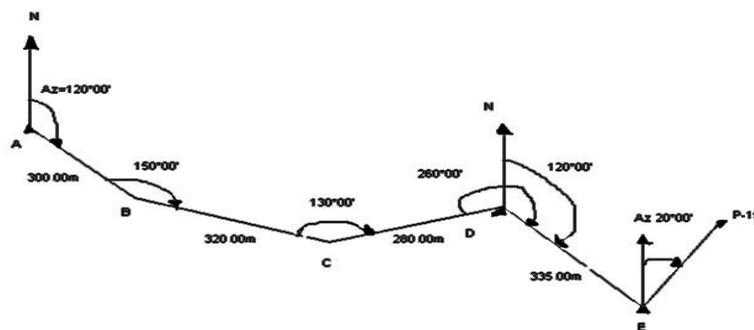


Fig. 3

Datos:

Áng. Dirección	Distancias	Coordenadas de A
< B =150*00'	AB =300.00m	X=1000.00m
<C =130*00'	BC=320.00m	Y=1500.00m
<D = 260*00'	CD=280.00m	Coordenadas de E
<E = 80*01'	DE=335.00m	X=2049.80m
Az AB =120*00'		Y=1397.10m
Az EP15=20*00'		P exig =1/7000

Solución:

Se elabora el Registro de Gabinete, y en él se colocan todos los datos de campo.

Vert.	Línea	α	Az	α_c	Azc	Dist.(m)	R	sen Az	cos Az
A	AB	-	120° 00	-	120°00'	300.00	S60°00'E	+0.8660	-0.5000
B	BC	150°00'	90° 00'	150°00'	90°00'	320.00	E FCO	+1.0000	+0.0000
C	CD	130° 00'	40° 00'	130°00'	40°00'	280.00	N40°00'E	+0.6428	+0.7660
D	DE	260° 00'	120°00'	260°00'	120°00'	335.00	S60° 00'E	+0.8660	-0.5000
E	E-P15	80° 01'	20°01'	80°00'	20°00'	-	-	-	
Σ	AB	-	120° 00	-	120°00'	300.00	S60°00'E	+0.8660	-0.5000

ΔX	ΔY	C. ΔX	C. ΔY	ΔX_c	ΔY_c	X	Y
+259.81	-150.00	-0.02	+0.03	+259.79	-149.97	1000.00	1500.00
+320.00	+0.00	-0.03	+0.03	+319.97	+0.03	1259.79	1350.03
+179.98	+214.48	-0.02	+0.02	+179.95	+214.51	1579.76	1350.06
+290.11	-167.50	-0.03	+0.03	+290.09	-167.47	1759.71	1564.57
						2049.80	1397.10
1049,9	-103	-0,1	0,11	1049,8	-102,9	0	

La metodología de trabajo para solución de este problema es similar a la utilizada en el caso de la poligonal de rodeo, teniendo en cuenta solamente los cambios que ocurren en el cálculo del error de cierre angular y en el E ΔX y E ΔY por las características propias de este tipo de polígono. Sobre estos aspectos el alumno debe hacer énfasis en el estudio de este ejemplo.

1. Cálculo error de cierre angular.

$$E_{CA} = Az \text{ final} - Az \text{ fijo}$$

$$E_{CA} = 20^{\circ}01' - 20^{\circ}00'$$

$$Az \text{ final} = Az_{DE}$$

$$E_{CA} = +01'$$

$$Az BC = Az AB + \angle B \pm 180^*$$

$$E_p = \pm 1' \sqrt{n}$$

$$Az BC = 120^*00' + 150^*00' - 180^*00' = 90^*00'$$

$$E_p = \pm 2'$$

$$Az CD = Az BC + \angle C \pm 180^*$$

$$Az CD = 90^*00' + 130^*00' \pm 180^*$$

$$Az CD = 40^*00'$$

$$E_{ca} < E_p$$

$$Az DE = 40^*00' + 260^*01' \pm 180^*$$

$$C \text{ ang} = \frac{\square E_{ca}}{N}$$

$$Az DE = 120^*01'$$

$$C \text{ ang} = \frac{1'}{4} = \frac{60''}{4} = 15''$$

$$= \frac{1'}{1} = 1'$$

(se corrige en el vértice E)

2. Cálculo de los azimutes corregidos.

Se calculan los azimutes nuevamente, pero con el error de cierre angular corregido.

3. Cálculo de los incrementos Δx y Δy .

➤ Cálculo de los Δx

$$\Delta x = D \text{ sen } R$$

$$\Delta x AB = 300.00\text{m} \times 0.86.60$$

$$\Delta x AB = +259.81\text{m}$$

$$\Delta x BC = 320.00\text{m} \times 1$$

$$\Delta x BC = +320.00\text{m}$$

$$\Delta x CD = 280.00\text{m} \times 0.6428$$

$$\Delta x CD = +179.97\text{m}$$

$$\Delta x DE = 335.00\text{m}$$

$$\Delta x DE = +290.12\text{m}$$

➤ Cálculo de los Δy .

$$\Delta y AB = 300.00\text{m} \times 0.5000$$

$$\Delta y AB = -150.00\text{m}$$

$$\Delta y BC = 320.00\text{m} \times 0$$

$$\Delta y BC = 0$$

$$\Delta y CD = 280.00\text{m} \times 0.7660$$

$$\Delta y CD = 214.49\text{m}$$

$$\Delta y DE = 335.00\text{m} \times 0.5000$$

$$\Delta y DE = -167.5\text{m}$$

Una vez calculados los incrementos se procede al cálculo del $E\Delta x$ y $E\Delta y$.

¿Cómo se calculaban estos parámetros en la poligonal cerrada de rodeo?

¿Podrán calcularse de igual forma en la cerrada de enlace?

4. Cálculo de los $E\Delta x$ y $E\Delta y$

$$E\Delta x = \sum \Delta x - \Delta x \text{ real}$$

$$\Delta x \text{ real} = x \text{ final} - x \text{ inicial}$$

$$\Delta x \text{ real} = X_E - X_A$$

$$\Delta x \text{ real} = 2049.80\text{m} - 1000.00\text{m}$$

$$\Delta x \text{ real} = 1049.80\text{m}$$

$$E\Delta x = +1049.90 - 1049.80$$

$$E\Delta x = +0.10$$

$$E\Delta y = \sum \Delta y - \Delta y \text{ real}$$

$$\Delta y \text{ real} = 1397.10 - 1500.00$$

$$\Delta y \text{ real} = -102.9$$

$$E\Delta y = -103.01 - (-102.9)$$

$$E\Delta y = -0.11$$

5. Cálculo del error de cierre lineal.

$$Ecl = \sqrt{(E\Delta x)^2 + (E\Delta y)^2}$$

$$Ecl = 0.15 \text{ m.}$$

6. Correcciones de los incrementos.

$$C\Delta x = \frac{-E\Delta x}{D} \times l$$

$$C\Delta x_{AB} = \frac{-0.10}{1235} \times 300.00 = -0.02$$

$$C\Delta x_{AB} = \frac{-0.10}{1235} \times 320.00 = -0.03$$

$$C\Delta x_{AB} = \frac{-0.10}{1235} \times 280.00 = -0.02$$

$$C\Delta x_{AB} = \frac{-0.10}{1235} \times 335.00 = \frac{-0.3}{\Sigma = -0.10}$$

$$C\Delta y = \frac{-E\Delta y}{D} \times l$$

$$C\Delta y_{AB} = \frac{+0.11}{1235} \times 300.00 = +0.03$$

$$C_{\Delta x_{AB}} = \frac{+0.11}{1235} \times 320.00 = +0.03$$

$$C_{\Delta x_{AB}} = \frac{+0.11}{1235} \times 280.00 = +0.02$$

$$C_{\Delta x_{AB}} = \frac{+0.11}{1235} \times 335.00 = \frac{+0.03}{\Sigma = +0.11}$$

Como comprobación:

$$\begin{aligned} \sum C_{\Delta x} &= \sum \Delta x && \text{con signo contrario} \\ \sum C_{\Delta y} &= \sum \Delta y \end{aligned}$$

7. Cálculo de las Δx y Δy corregidos.

$$\Delta x_{corr} = \Delta x \text{ observados} \pm C \Delta x$$

$$\Delta y_{corr} = \Delta y \text{ observados} \pm C \Delta y$$

Luego se realiza el cálculo de las coordenadas de igual manera que en la poligonal de Rodeo.

Como comprobación

$$\sum \Delta x_{corr} = \Delta x \text{ real}$$

$$\sum \Delta y_{corr} = \Delta y \text{ real}$$

Y las coordenadas del punto final calculadas y las conocidas deben coincidir.

8. Precisión del Levantamiento.

$$P = \frac{1}{D/ecl} = \frac{1}{1235/0.15} = \frac{1}{8233} = \frac{1}{8200}$$

9. Recomendación de la escala del plano.

Una vez realizado el cálculo de la poligonal se procede al dibujo del mismo para lo cual recomendaremos una escala.

$$P = \frac{0.0005 \cdot M}{D}$$

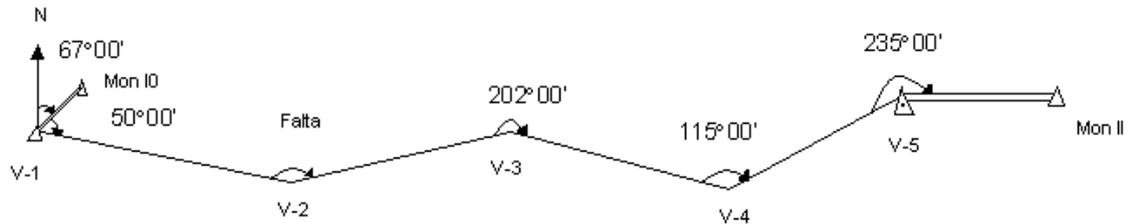
$$M = \frac{P \cdot D}{0.0005}$$

$$M = \frac{1}{8200} \times 1235 / 0.0005 = 301.2$$

$$E = 1/300$$

Ejercicio 5

a) Se ha medido en el terreno la siguiente poligonal.



a) Calcular el valor del ángulo VI V2 V3, conociendo las mediciones realizadas en el terreno.

Estación	Punto. Observado.	Anteojo	Lectura	Promedio	Ángulo
	V1	D	0° 02'	3'0''	
V2		I	180° 04'		142°30'0''
	V3	D	142° 32'	33'0''	
		I	322° 34'		

❖ Consultar ejercicios resueltos 1 y 2 de cálculo de poligonal cerrada de enlace en las páginas 170 y 171, y los ejercicios 3 y 4 de cálculo de poligonal cerrada de rodeo en las páginas 172 y 173 del libro de texto **básico** Tomo I.

II. Ejercicios propuestos

Ejercicio 1

Convertir en rumbos los siguientes azimutes.

$$Az = 45^{\circ}00'$$

$$Az = 282^{\circ}00'$$

$$Az = 126^{\circ}00'$$

Respuestas:

1. R= N45°00' E

2. R=N78°00' W

3. R=S 54°00' E

Ejercicio 2

Convertir en azimut los siguientes rumbos.

$$R=N76^{\circ}00'E$$

$$R=N60^{\circ}00'E$$

$$R=N20^{\circ}00'W$$

$$R=S54^{\circ}00'E$$

Respuestas:

1. $Az = 76^{\circ}00'$

2. $Az = 60^{\circ}00'$

3. $Az = 340^{\circ}00'$

4. $Az = 126^{\circ}00'$

Ejercicio 3

Hallar el Az directo e Inverso y el Rumbo directo e inverso de la línea AB.

1. A (142.27; 196.82) B (120.15; 1042.16)

2. A (245.21; 200.00) B (196.30; 101.10)

3. A (346.25; 192.00) B (215.26; 15.32)

4. A (192.36; 215.26) B (146.25; 290.77)

Respuestas:

1. $AZ_{AB} = 358^{\circ} 30' 04''$
 $216^{\circ} 33.11''$

3. $AZ_{AB} =$

2. $AZ_{ab} = 206^{\circ}17'28''$

4. $AZ_{ab} = 328^{\circ} 25' 24''$

Ejercicio 4

Se tiene una Distancia D en el terreno. Se quiere representar esa distancia en un plano a una Escala 1/M. determine la distancia d en el plano.

<u>Nº</u>	<u>D</u>	<u>1/M</u>
<u>1</u>	<u>140.26</u>	<u>1/100</u>
<u>2</u>	<u>5.60</u>	<u>1/700</u>

Respuestas:

1. 1.40m

2. 0.008m

Ejercicio 5

Se ha realizado el trabajo de campo con los datos del levantamiento planimétrico según se muestra en el croquis adjunto.

Usted debe desarrollar el proceso de cálculo de gabinete de forma tal que demuestre saber como se obtienen las coordenadas ajustadas de los vértices de la poligonal.

Información obtenida del proyecto y del registro de campo:

Coordenadas del punto A: X ___ 729.90 m
Y ----- 643.00 m

Error permisible angular durante los trabajos de campo --- $\pm 2' \sqrt{n}$

Azimut AB --- $275^{\circ} 00'$

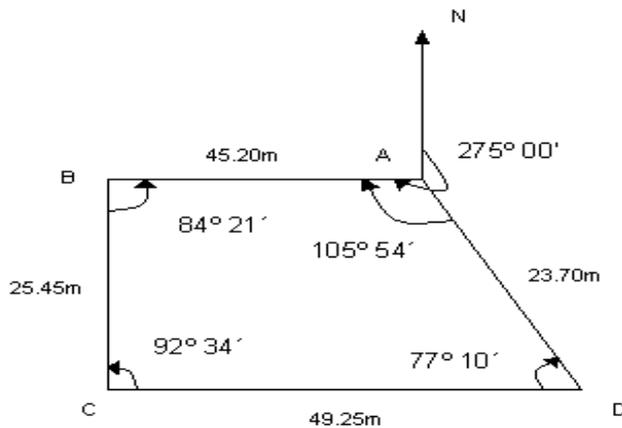
Ángulos DAB --- $105^{\circ} 54'$ ABC --- $84^{\circ} 21'$

BCD --- $92^{\circ} 34'$ CDA --- $77^{\circ} 10'$

Distancias AB --- 45.20m BC --- 25.45m

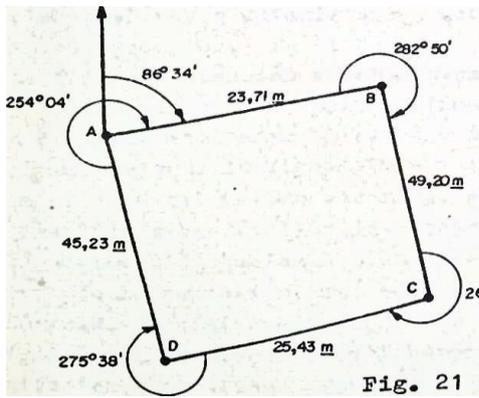
CD --- 49.25m DA --- 23.70m

Croquis



Ejercicio 6

Con los datos que se muestran en el croquis .Calcule:



$$E_p = 1' \sqrt{n}$$

$$X_A = 800.00 \text{ m}$$

$$Y_A = 600.00 \text{ m}$$

croquis

- a) Coordenadas ajustadas en los puntos B, C y D.
- b) Precisión del trabajo de campo.
- c) Escala requerida para el dibujo del plano

Ejercicio 7

Para establecer la base de apoyo topogeodésica de un levantamiento topográfico, una comisión ha realizado los trabajos de campo, cuyos datos obtenidos se presentan a continuación:

$$AZ_{AV_1} = 120^\circ 00' \quad AZ_{V_3B} = 120^\circ 00' \quad (X_A, Y_A) = (1000,00; 2500,00)m \\ (X_B, Y_B) = (2049,80; 2397,10)m$$

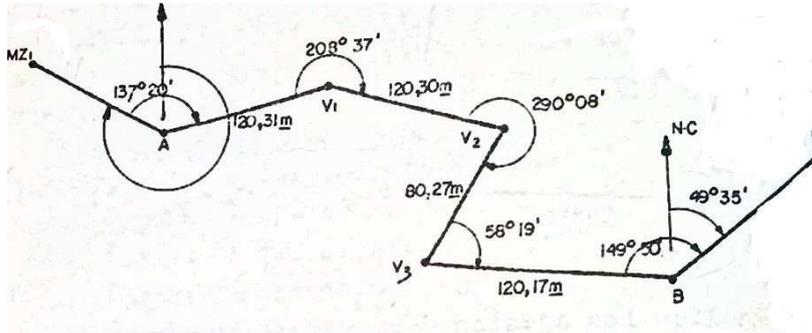
$$P_{exig.} = 1:1000 \quad Eca_{perm.} = 1 \sqrt{n}$$

Ángulos de dirección medidos	Distancias Medidas
$AV_1V_2 = 150^\circ 00'$	$AV_1 = 300,00m$
$V_1V_2V_3 = 260^\circ 01'$	$V_1V_2 = 320,00m$
$V_2V_3B = 260^\circ 01'$	$V_2V_3 = 280,00m$
	$V_3B = 335,00m$

- a) Realice el esquema de la poligonal y clasifíquela.
- b) Determine las coordenadas de los vértices V_1, V_2, V_3
- c) Determine la precisión del levantamiento y valore su calidad
- d) ¿Podrá ser dibujado el plano a escala 1:2000? Justifique analíticamente. De no ser posible ¿Qué escala recomendaría? ¿Por qué?

Ejercicio 8

1. Con los datos que se muestran en el croquis. Calcule:
 - a) Coordenadas ajustadas de los puntos V_1, V_2, V_3 .
 - b) Precisión del trabajo de campo.
 - c) Escala a la que debe dibujarse el plano.



$$X_A = 120502.16\text{m}$$

$$X_B = 120812.30\text{m}$$

$$Y_A = 100245.15\text{m}$$

$$Y_B = 100245.08\text{m}$$

Croquis

Ejercicio 9

Si la Precisión obtenida en un levantamiento fue $1/P$, calcule la escala a que debe dibujarse el plano correspondiente, si la Distancia máxima medida fue D (m).

<u>Nº</u>	<u>1/P</u>	<u>D</u>
<u>1</u>	<u>1/2500</u>	<u>192.16</u>
<u>2</u>	<u>1/5000</u>	<u>186.27</u>
<u>3</u>	<u>1/3500</u>	<u>136.45</u>

Respuestas:

1. $E=1/100$

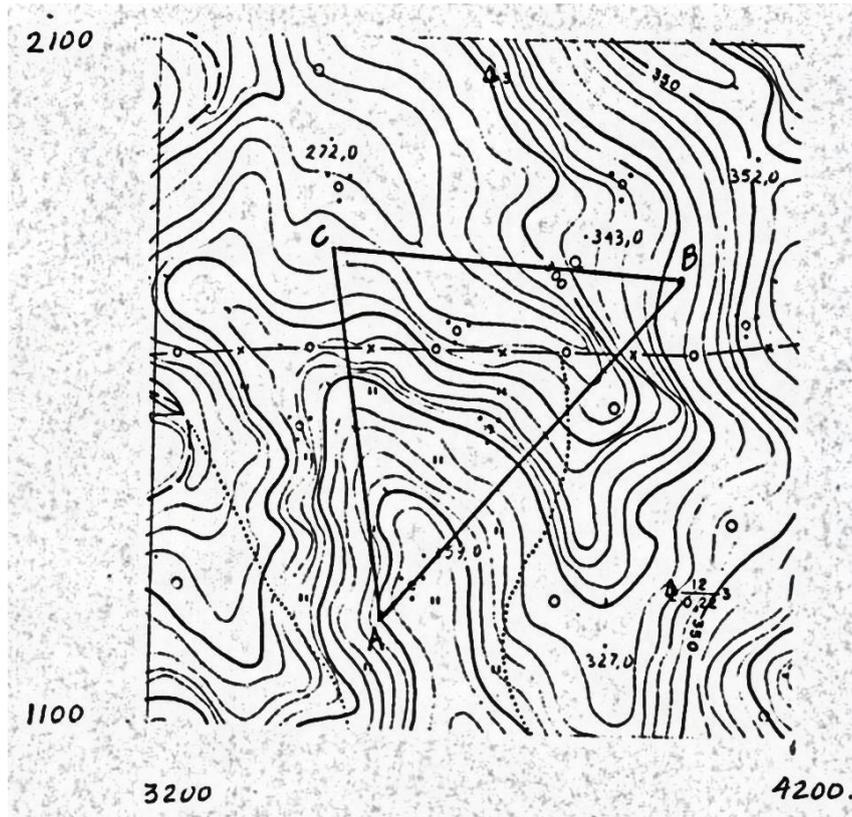
2. $E=1/100$

3. $E=1/100$

Ejercicio 10

En el siguiente fragmento de plano topográfico, identifique:

- Tres detalles planimétricos a partir de sus símbolos convencionales.
- Si se conoce que la distancia entre los puntos A y B es de 670 m ¿Cuál es la escala del plano?
- Determine las coordenadas gráficas de los puntos A, B y C.



- ❖ Realizar los ejercicios 5, 6, 7 y 8 de las pag.145 – 148 del libro de texto básico Tomo I.

III. Consolidación de conocimientos teóricos

1. Defina los conceptos siguientes:
 - a) Alineación.
 - b) Ángulos de dirección.
 - c) Ángulos de inflexión.
2. ¿Qué importancia tiene conocer la orientación de una alineación en el terreno?
3. ¿Cómo se determina la orientación de una alineación conociendo las coordenadas de su punto inicial y final?
4. ¿Cómo se pueden definir el rumbo y el acimut de una alineación? ¿Qué relación existe entre sus valor directos e inversos?
5. ¿Cómo se pudiera determinar la escala de un plano si esta no apareciera reflejada en el mismo?

6. ¿Qué significa para Ud. el término precisión del trabajo de campo? ¿Qué relación tiene con la escala en la que se dibujará el plano? Explique basándose en la fórmula. $P=0.0005M/D_{max}$
7. ¿Qué significa que la precisión de un trabajo de campo fue de $P = 1/3000$ y la de otro de $P = 1/2000$? ¿Cuál es más preciso y por qué?
8. ¿Qué significa que la escala de un plano fue de $E= 1/1000$, y la de otro plano de $E=1/2000$? ¿Cuál ofrece la información más detallada? ¿Cuál adquirió la mayor precisión, suponiendo que en ambos la D_{max} medida fue igual?
9. ¿Cuáles son los métodos fundamentales de levantamiento planimétrico?
10. Defina los conceptos siguientes:
- Angulo de dirección.
 - Angulo de inflexión.
 - Angulo de elevación.
 - Angulo de depresión.
 - Error de cierre angular.
 - Error de cierre lineal.
11. ¿Cómo se determina el error en los ejes X; Y, en poligonales de rodeo y enlace?
12. ¿Cómo se determinan las correcciones en X e Y en cada lado del polígono?
13. ¿Qué comprobaciones de cálculo se deben realizar en las poligonales de rodeo y enlace?
14. Cite las diferencias fundamentales que existen en el proceso de cálculo entre las poligonales de rodeo y enlace.
15. Para la construcción de un embalse, la información cartográfica existente del área, está desactualizada y es necesario realizar un levantamiento topográfico.
- De los métodos generales para los levantamientos planimétricos. ¿Cuál usted recomienda? Explique.
 - De realizar una poligonal ¿Cuál usted propone atendiendo a su forma y precisión? ¿Por qué?

TEMA III: ALTIMETRÍA

Contenidos

Métodos altimétricos de medición. Nivelación. El nivel. Métodos generales de nivelación. Nivelación Geométrica. Nivelación simple y compuesta. Errores en la nivelación. Error kilométrico. Precisión de las nivelaciones. Medición y cálculo de líneas de nivelación. Medición y cálculo de la nivelación por radiación. Levantamiento topográfico. Puntos de detalle. Métodos para su medición y representación. Taquimetría. Empleo del Teodolito como taquímetro. Taquímetro autorreductor. Relieve. Métodos de representación del relieve. Curvas de nivel. Equidistancia. Dibujo del plano topográfico. Obtención de perfiles longitudinales y secciones transversales del terreno. Modelo digital del terreno. Identificación de vaguadas y divisorias. Determinación de cuencas topográficas, determinación de distancias, desniveles, pendientes y coordenadas en el plano. Determinación de línea de pendiente uniforme.

Objetivos

1. Calcular nivelaciones geométricas diferenciales teniendo como premisa su medición en el terreno y los requisitos establecidos por las instrucciones técnicas para la nivelación técnica incentivando en los estudiantes la responsabilidad, honestidad e independencia.
2. Dibujar un pequeño levantamiento topográfico taquimétrico partiendo de las mediciones realizadas en el terreno y las instrucciones técnicas establecidas para levantamiento directo con taquímetro desarrollando en los estudiantes el trabajo en equipo y cumplimiento de las normas, regulaciones y disposiciones vigentes en la esfera construcción.
3. Dibujar perfiles longitudinales y secciones transversales del terreno a partir de un plano topográfico para un anteproyecto de correteras demostrando responsabilidad, honestidad, independencia.

Habilidades a desarrollar

1. Seleccionar los métodos e instrumentos necesarios para realizar redes de levantamientos altimétricos cerrados de enlace o rodeo
2. Realizar un levantamiento topográfico y procesar e interpretar sus resultados
3. Medir desniveles con el empleo de instrumentos de topografía clásica (cintas, niveles y taquímetros).

4. Realizar trabajos de relleno topográfico utilizando teodolitos y taquímetros autorreductores convencionales.
5. Dibujar planos topográficos con Curvas de Nivel.
6. Interpretar planos topográficos a partir de las características de las Curvas de Nivel.

I. Ejercicios resueltos

Ejercicio 1

Se quiere determinar la diferencia de elevación entre los puntos A y D, realizándose una nivelación compuesta entre ellos, obteniéndose los datos siguientes:

Pto	ME	MF	ΔZ	Cota	Observ.
A	1,601			100	P.C.F
B	0,3	0,2			
C	1,505	1,702			
D		2,02			

Solución:

1. Calculo del desnivel de cada tramo

$$\Delta Z_{AB} = ME_A - MF_B = 1.601 - 0.200 = 1.401\text{m}$$

$$\Delta Z_{BC} = ME_B - MF_C = 0.300 - 1.702 = -1.402\text{m}$$

$$\Delta Z_{CD} = ME_C - MF_D = 1.505 - 2.020 = -0.515\text{m}$$

2. Calculo del desnivel total entre A y D

$$\Delta Z_{AD} = \sum \Delta Z \text{ de los tramos}$$

$$\Delta Z_{AD} = 1.401 - 1.402 - 0.515$$

$$\Delta Z_{AD} = -0.516\text{m}$$

Esto indica que el punto D esta 0.516m más bajo que el punto A. Si quisiéramos conocer la cota de cada uno de los puntos medidos aplicaríamos el procedimiento siguiente:

$$\text{Cota punto} = \text{Cota punto anterior} \pm \Delta Z \text{ entre ambos}$$

$$\text{cota}_B = \text{cota}_A + \Delta Z_{AB} = 100.000 + 1.401 = 101.401\text{m}$$

$$\text{cota}_C = \text{cota}_B + \Delta Z_{BC} = 101.401 - 1.402 = 99.999\text{m}$$

$$\text{cota}_D = \text{cota}_C + \Delta Z_{CD} = 99.999 - 0.515 = 99.484\text{m}$$

Si quisiéramos comprobar el proceso numérico realizado, bastara con comparar la suma de los ΔZ de los tramos con la diferencia de cotas entre A y D.

$$\sum \Delta Z_{\text{OBSERVADOS}} = \text{cota}_D - \text{cota}_A$$

Insistimos en que esta comprobación solo está encaminada al proceso de cálculo y que no es capaz de aportar ningún criterio sobre la calidad del trabajo de campo.

Ejercicio 2

Se ha realizado el proceso de nivelación de una poligonal de enlace existente en el terreno, con el objetivo de determinar las cotas de sus vértices, asumiéndose para el trabajo un valor de $CK = 60\text{mm}$. Los datos obtenidos en el trabajo de campo se muestran en el registro siguiente. Se quiere obtener:

a) Cotas ajustadas de los puntos PC - 1 ,PC - 2 ,PC - 3 ,conociendo que las cotas de los puntos de partida y llegada son $PCF1=100.000\text{m}$ y $PCF2=100.401\text{m}$ respectivamente.

Punto	Interv.	Hilos	ME	MF	Hilos	Interv.	
PCF - 1	272	2,029	1,757				100
		1,757					
	273	1,484					
PC - 1	294	1,14	0,846	2,16	2,424	264	99,597
		0,846			2,16		
	295	0,551			1,896	264	
PC - 2	301	1,53	1,229	1,388	1,687	299	99,055
		1,229			1,388		
	300	0,929			1,089	299	
PC - 3	281	2,443	2,162	0,876	1,207	331	99,408
		2,162			0,876		
	281	1,881			0,544	332	
PCF - 2				1,149	1,387	238	100,42
					1,149		
					0,911	238	
Σ	2297					2265	

Solución:

1. Calculo de los ΔZ observados ($\Delta Z = ME - MF$)

$$\Delta Z_{PCF1 - PC - 1} = 1.757 - 2.160 = - 0.403\text{m}$$

$$\Delta Z_{PC - 1 - PC - 2} = 0.846 - 1.388 = - 0.542\text{m}$$

$$\Delta Z_{PC - 2 - PC - 3} = 1.229 - 0.876 = 0.353\text{m}$$

$$\Delta Z_{PC - 1 - PC - 2} = 2.162 - 1.149 = 1.013\text{m}$$

$$\Sigma \Delta Z_{\text{obs}} = 0.421$$

Como se está trabajando en una nivelación de enlace cuya característica es que parte en parte de un punto de cota conocida y llega a otro de cota conocida también, se tiene la posibilidad de determinar el valor y signo del error cometido, en el trabajo de campo por causas no imputables al hombre, como pueden ser errores de apreciación, etcétera, de

características accidentales. Si el trabajo está perfectamente realizado se tiene que cumplir lo siguiente:

$$\sum \Delta Z_{\text{obs}} = \Delta Z_{\text{fijo}} \quad \Delta Z_{\text{fijo}} = \text{cota final} - \text{cota inicial}$$

$$\sum \Delta Z_{\text{obs}} = 0.421$$

$$\Delta Z_{\text{fijo}} = 0.401$$

Por tanto: $e_c = \sum \Delta Z_{\text{obs}} - \Delta Z_{\text{fijo}} = 0.421 - (0.401) = 0.020\text{m}$

El paso inmediato es comprobar si este error de cierre es permisible para la nivelación que se está desarrollando donde se planteó un $e_k = 60\text{mm}$.

$$e_p = e_k \sqrt{k}$$

$$e_k = 60\text{mm}$$

k: Longitud total de nivelación.

Para calcular la longitud de nivelación nos apoyaremos en un proceso taquimétrico, el cual veremos posteriormente con mayor profundidad, donde se puede determinar la distancia entre el instrumento y los puntos de ME y MF de la forma siguiente:

$$D_{\text{inst-pto. ME}} = (HS - HI)_{\text{ME}} \cdot 100$$

$$D_{\text{inst-pto. MF}} = (HS - HI)_{\text{MF}} \cdot 100$$

Recordando que la distancia en nivelación se determina por el punto donde está colocado el instrumento, procederemos al cálculo de la distancia total de nivelación, la cual se debe expresar en kilómetros.

$$K = l_1 + l_2 + l_3 + l_4 + l_5 + l_6 + l_7 + l_8$$

$$l_1 = (HS - HI)_{\text{ME}_{\text{PCF1}}} \cdot 100 = (2.029 - 1.484) \cdot 100 = 54.5\text{m}$$

$$l_2 = (HS - HI)_{\text{MF}_{\text{PC-1}}} \cdot 100 = (2.424 - 1.896) \cdot 100 = 52.8\text{m}$$

$$l_3 = (HS - HI)_{\text{ME}_{\text{PC-1}}} \cdot 100 = (1.140 - 0.551) \cdot 100 = 58.9\text{m}$$

$$l_4 = (HS - HI)_{\text{MF}_{\text{PC-2}}} \cdot 100 = (1.687 - 1.089) \cdot 100 = 59.8\text{m}$$

$$l_5 = (HS - HI)_{\text{ME}_{\text{PC-2}}} \cdot 100 = (1.530 - 0.929) \cdot 100 = 60.1\text{m}$$

$$l_6 = (HS - HI)_{\text{MF}_{\text{PC-3}}} \cdot 100 = (1.207 - 0.544) \cdot 100 = 66.3\text{m}$$

$$l_7 = (HS - HI)_{\text{ME}_{\text{PC-3}}} \cdot 100 = (2.443 - 1.881) \cdot 100 = 56.2\text{m}$$

$$l_8 = (HS - HI)_{\text{MF}_{\text{PC-2}}} \cdot 100 = (1.387 - 0.911) \cdot 100 = 47.6\text{m}$$

$$K = 54.5 + 52.8 + 58.9 + 59.8 + 60.1 + 66.3 + 56.2 + 47.6 = 456.2\text{m} = 0.456\text{Km}$$

Corrección de los ΔZ de los tramos

$$C_{\text{PCF1-PC-1}} = \frac{-0.020}{K} \cdot (54.5 + 52.8) = -0.005\text{m}$$

$$456.2$$

$$C_{PC-1 - PC-2} = \frac{-0.020}{456.2} \times (58.9 + 59.8) = -0.005m$$

$$456.2$$

$$C_{PC-2 - PC-3} = \frac{-0.020}{456.2} \times (60.1 + 66.3) = -0.004m$$

$$456.2$$

$$C_{PC-3 - PCF2} = \frac{-0.020}{456.2} \times (56.2 + 47.6) = -0.004m$$

Para comprobar el cálculo realizado se efectúa la operación siguiente

$$\sum \text{corr} = -ec$$

$$(-0.005 - 0.005 - 0.006 - 0.004) = -0.020$$

$$-0.020 = -0.020$$

Esto indica que la totalidad del error fue distribuido.

A continuación serán determinados los ΔZ corregidos:

$$\Delta Z_{\text{correg}} = \pm \Delta Z_{\text{obs}} \pm \text{corr} \Delta Z$$

$$\Delta Z_{\text{correg}_{PCF1 - PC2}} = -0.403 - 0.005 = -0.408m$$

$$\Delta Z_{\text{correg}_{PC1 - PC2}} = -0.542 - 0.005 = -0.547m$$

$$\Delta Z_{\text{correg}_{PC2 - PC3}} = 0.353 - 0.006 = 0.347m$$

$$\Delta Z_{\text{correg}_{PC3 - PCF2}} = 1.013 - 0.004 = 1.009m$$

Para comprobar el cálculo debe cumplirse que:

$$\sum \Delta Z_{\text{corr}} = \Delta Z_{\text{fijo}}$$

$$0.401m = 0.401m$$

Calculo de las cotas ajustadas:

$$Cot_{PC-1} = Cot_{PCF-1} - \Delta Z_{\text{corr}_{PCF-1 - PC-1}} = 100.00 - 0.408 = 99.592m$$

$$Cot_{PC-2} = Cot_{PC-1} - \Delta Z_{\text{corr}_{PC-1 - PC-2}} = 99.592 - 0.547 = 99.045m$$

$$Cot_{PC-3} = Cot_{PC-2} - \Delta Z_{\text{corr}_{PC-2 - PC-3}} = 99.045 + 0.347 = 99.392m$$

$$Cot_{PCF-2} = Cot_{PC-3} - \Delta Z_{\text{corr}_{PC-3 - PCF-2}} = 99.392 + 1.009 = 100.401m (\text{Comprobación})$$

Estos datos se muestran en el registro siguiente:

Pto	Tramo	ME	MF	Z	corr Z	Z corr	Cota (m)
PCF-1		1,757					100
PC-1	PCF-1 - PC-1	0,846	2,160	-0,403	-0,005	-0,408	99,592
PC-2	PC-1 - PC-2	1,229	1,388	-0,542	-0,005	-0,547	99,045
PC-3	PC-2 - PC-3	2,162	0,876	0,353	-0,006	0,347	99,392
PCF-2	PC-3 - PCF-2		1,149	1,013	-0,004	1,009	100,4
					-0,02		

Ejercicio 3

Se ha colocado un teodolito Theo-020 a, en un vértice de un polígono y se quiere hacer una comparación rápida de los resultados obtenidos anteriormente

- ΔZ_{AB}
- Cota B si cota A = 100.000m
- Distancia AO y OB

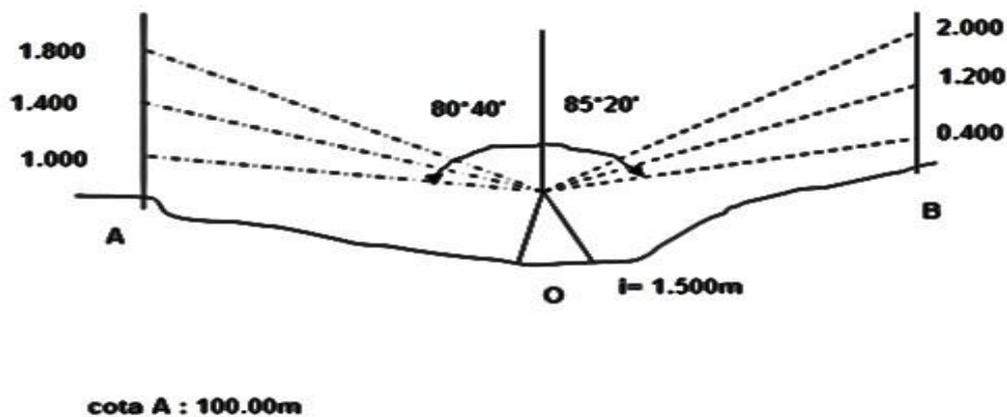


Fig. 45

Solución:

- Calculo del ΔZ_{AB}

$$\Delta Z_{AB} = \Delta Z_{AD} + \Delta Z_{OB}$$

$$\Delta Z_{AO} = -\Delta Z_{OA}$$

$$\Delta Z_{AO} = \pm t_A + (i_O - m_A)$$

$$t_A = \frac{Kl}{2} \text{sen}2\alpha = \frac{100(HS - HI)}{2} \text{sen}2\alpha$$

$$l = (HS - HI) = 1.800 - 1.000 = 0.800m$$

$$\alpha = 90^{\circ} - 80^{\circ}40' = 9^{\circ}20'$$

$$t_A = \frac{100(0.800)}{2} \text{sen}2(9^{\circ}20') = 40 \times (0.32)$$

$$t_A = +12.80m$$

$$i_O = 1.500m$$

$$m_A = 1.400m$$

$$\Delta Z_{OA} = \pm 12.80 + (1.500 - 1.400) = +12.90m$$

$$\Delta Z_{AO} = -12.90m$$

$$\Delta Z_{OB} = \pm t_B + i_O - m_B$$

$$t_B = \frac{Kl}{2} \sin 2\alpha = \frac{100(1.600)}{2} \sin(9^\circ 20') = +12.97m$$

$$l = (2.000 - 0.400) = 1.600m$$

$$\alpha = 90^\circ - 85^\circ 20' = 4^\circ 40'$$

$$i_O = 1.500$$

$$m_B = 1.200$$

$$\Delta Z_{OB} = +12.97 + (1.500 - 1.200) = +13.27m$$

$$\Delta Z_{AB} = -12.90 + 13.27$$

$$\Delta Z_{AB} = +0.37m$$

b) Cálculo de la Cota de B

$$CotaB = CotaA + \Delta Z_{AB}$$

$$CotaB = 100.000 + 0.370m$$

$$CotaB = 100.37m$$

c) Cálculo de la Distancia OA

$$D_{OA} = Kl \cdot \cos^2 \alpha$$

$$D_{OA} = 100 \cdot (0.800) \cdot \cos^2(9^\circ 20')$$

$$D_{OA} = 77.89m$$

d) Cálculo de la Distancia OB

$$D_{OB} = Kl \cdot \cos^2 \alpha$$

$$D_{OB} = 100 \cdot (1.600) \cdot \cos^2(4^\circ 40')$$

$$D_{OB} = 158.94m$$

Registro de Campo

Estación (i)	Vértice Obs.	Angulo cenital(δ)	Hilos			Cota (m)
			HS	HM	HI	
O I = 1.50	A	80 40	1.800	1.400	1.000	100.00
	B	85 20	2.000	1.200	0.400	100.37

Analicemos el mismo ejemplo utilizando las tablas

Conocemos que $\delta_A = 80^{\circ}40'$ ---- $\alpha = 90^{\circ} - 80^{\circ}40' = 9^{\circ}20'$
(elevación)

$$\delta_B = 85^{\circ}20' \text{ ---- } \alpha = 90^{\circ} - 85^{\circ}20' = 4^{\circ}40' \text{ (elevación)}$$

a) Cálculo de la Distancia AB.

$$D(OA) = DH \times I$$

$$D(OA) = 99.34 \times [1.800 - 1.000]$$

$$D(OA) = 99.37 \times 0.800 = 77.89\text{m}$$

$$D(OB) = DH \times I$$

$$D(OB) = 99.34 \times [2.000 - 0.400]$$

$$D(OB) = 99.34 \times 1.600 = 158.94$$

$$D(AB) = 77.89 + 158.94 = 236.83\text{m}$$

b) Cálculo del Desnivel AB.

$$\Delta Z_{AB} = \Delta Z_{AO} + \Delta Z_{OB}$$

$$\Delta Z_{OA} = DE \times I + (i-m)$$

$$\Delta Z_{OA} = 16.00 \times [1.800 - 1.000] + [1.500 - 1.400]$$

$$\Delta Z_{OA} = 16.00 \times 0.800 + 0.1$$

$$\Delta Z_{OA} = -12.9\text{m}$$

$$\Delta Z_{OB} = DE \times I + (i-m)$$

$$\Delta Z_{OB} = 8.11 \times [2.000 - 0.400] + [1.500 - 1.200]$$

$$\Delta Z_{OB} = 8.11 \times 1.600 + 0.3 = 13.27\text{m}$$

$$\Delta Z_{AB} = -12.9\text{m} + 13.27\text{m} = 0.37\text{m}$$

c) Cálculo de la cota de B.

$$\text{Cota B} = \text{Cota A} \pm \Delta Z_{AB}$$

$$\text{Cota B} = 100.00 + 0.37\text{m} = 100.37\text{m}$$

Ejercicio 4

A partir de las lecturas realizadas con el taquímetro autorreductor, determine:

- El desnivel PCF – V1 y PCF- P1
- La cota de V1 y P1

Est. ocup	HI (-I-	Pto obs	ángulos		Mira				t	Δz	Cota
			β	δ	HM	D	C	LHD			

PCF	1.50										100.00
		V-1	0 00	90 40	1.40	50	-10	0.702	-7.02	-6.92	93.08
		P-1	40 03	80 20	1.40	67	-10	0.840	-8.40	-8.30	84.78

Solución:

$$t = C \times LHD$$

$$\text{Cota V1} = \text{Cota PCF} \pm \Delta z_{\text{PCF-V1}}$$

$$\Delta z = \pm t + (i-m)$$

$$\text{cota P1} = \text{Cota PCF} \pm \Delta z_{\text{PCF-P1}}$$

Ejercicio 5

Determine la equidistancia a emplear en un plano a escala 1:1000 si se quiere una separación mínima entre curvas de nivel de 5mm y si la pendiente máxima es de 15%.

Solución:

$$e = p \cdot s \cdot M = 0,005 \cdot 0,15 \cdot 1000$$

$e = 0,75 \text{ m} \Rightarrow$ como no es un valor normado se redondea por exceso a 1 m. El redondeo será por exceso para representar la separación mínima por tanto se toma:

$$e = 1 \text{ m}$$

II. Ejercicios propuestos

Ejercicio 1

Se ha realizado una nivelación diferencial combinada con una radiación, obteniéndose los datos siguientes:

- a) Calcule las cotas ajustadas de PC-1 y PC-2.
- b) Calcule las cotas de los puntos de detalle A-1, A-2, A-3 y B-1, B-2, B-3.

$$E_k = 60 \text{ mm/Km}$$

Ejercicio 2

Conociendo que $e_k = 30 \text{ mm}$, calcular:

- a) Cotas ajustadas de los puntos PC-1 y PC-2.
- b) Cotas de los puntos de detalle A, B y C.

Pto	INT	Hilos	ME	MF	Hilos	INT	M.I	Cota(m)	
PCFH-42	272	2,029						100,875	
	273	1,757							
		1,484							
A							1,25		
B							0,9		
PC-1	294	1,14			2,424	264			
	295	0,846			2,16				
Est	INT	Hilos	ME	C.I.	MF	Hilos	INT	M.I.	Observación
	0,222	0,551			1,896	264			
C	P.193	0,224						1	PCF=100,00m
	301	1,53			1,687				
PC-2	A-1				1,388			1,21	Pto. Detalle
			1,229						
	A-2	300			1,089			1,46	Pto. Detalle
P-193	A-3				1,387	238		0,94	Pto. Detalle
		0,259	1,899		1,149	1,699	238	0,285	100
PC-1	0,261	1,64			1	1,414			Pto de cambio
		1,381				1,131	0,283		
B-1								2,01	Pto. Detalle
B-2								1,87	Pto. Detalle
B-3								1,43	Pto. Detalle
PC-2	0,246	2,08				1,448			Pto de cambio
	0,245	1,834				1,162			
		1,589				0,878			
P.194						2,114	0,357		PCF=100,070m
						1,757	0,358		
						1,399	0,358		

Ejercicio 3

Conociendo que $e_k=30\text{mm}$, calcular:

- Cotas ajustadas de los puntos PC-1 y PC-2
- Cotas de los puntos de detalle A, B y C.

Pto	INT	Hilos	ME	MF	Hilos	INT	M.I	Cota(m)
PC-193	275	1,222						100,721
	274	0,952						
		0,681						
A							1,25	
B							0,9	
PC-1	275	1,206			2,148	221		

	274	0,931			1,927	220		
		0,657			1,707			
C							1	
PC-2	Pto	INT	Hilos	ME	MF	Hilos	INT	Obs
	346	0,812	2,788		1,327	379		PCF=36,222
	8	1,052	1,975		0,948			
		0,812	1,163		1,048	310		
A			2,183		0,738	1,154		100
			1,318		0,428	1,004	0,95	
			0,452			0,054	0,95	
B		0,92	2,93			1,882		
		0,92	2,01			0,992		
			1,09			0,102		
C			4,012			3,663	0,913	
			3,001			2,75		
			1,99			1,836	0,914	
11						3,444		PCF=37,251

Ejercicio 4

Se ha realizado una nivelación, contando con los siguientes datos de campo:

- Determine el error permisible y compárelo con el cometido, así como las cotas ajustadas de los puntos A, B y C en el registro que se acompaña.

Pto	Distancia	ME	MF	Obs	Corr	Corr	Cota

Ejercicio 5

Con el objetivo de determinar la cota de puntos distribuidos a lo largo de un itinerario, se ha realizado una nivelación geométrica diferencial. Tomando en cuenta los resultados que a continuación brindamos. Determine:

- Error de cierre
- Error permisible.
- Cota de los puntos.
 - No es necesario efectuar las correcciones.

- El error kilométrico fue de 50 mm.

Punto	Intervalo	Hilos	ME	MF	Hilos	Intervalo	Cotas(m)
LV-15		2.059 1.787 1.514					81.324
A		2.140 1.846 1.551			2.404 2.140 1.876		
B		1.830 1.529 1.230			1.667 1.368 1.068		
C		2.413 2.132 1.852			1.379 1.142 0.904		
D		1.220 0.950 0.680			2.048 1.827 1.606		
LV-16					1.506 1.125 0.746		81.334

Ejercicio 6

A continuación se plasman los datos obtenidos en un levantamiento taquimétrico E 1: 500, utilizando un taquímetro autoreductor Daltha. Determine:

- Desnivel entre los puntos A y B y A y C.
- Distancia AB y distancia AC.
- Cota de C.

Estación (i)	Punto Observ.	Ángulos		Mira				D(m)	Az	Cota (m)
		Horiz.	Cenital	m	L. Dist.	C	LHD			
A (1.50)										100.00
	B	0° 02'	88° 40'	1.40	0.654	+10	0.350			
	C	20°10'	90°20'	1.40	0.489	-10	0.265			

Ejercicio 7

Utilizando un teodolito Theo 020 A como taquímetro, se obtuvieron los siguientes datos. Determine:

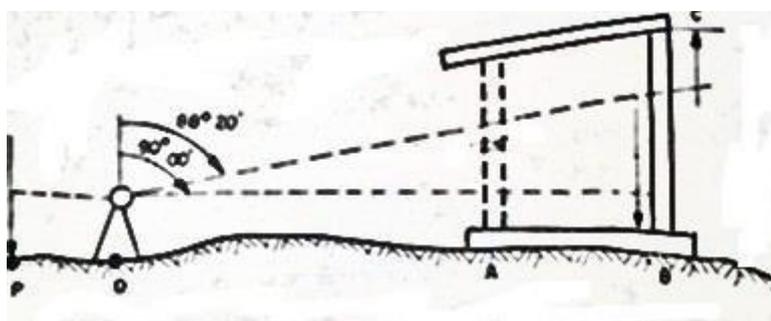
- Desnivel entre A y B.
- Distancia desde A hasta B, considerando que el instrumento se encuentra en alineación AB entre ambos puntos.
- Cota del punto B, conociendo que la cota A es de 120.00 m

Estación	Vértice	Ángulo	Hilos	Altura Instr.
----------	---------	--------	-------	---------------

			HS	HM	HI	(i)
O	A	80° 20'	1.926	1.431	0.936	1.60
	B	92° 40'	1.192	1.026	0.860	

Ejercicio 8

Determine la altura que debe tener la columna que se coloque en el punto A (ver figura) para que la cubierta de la estructura tenga una pendiente de 2% como mínimo en el sentido de B hacia A.



$$i = 1.50\text{m}$$

$$\text{cota } p = 100.000\text{m}$$

Nota: Considérese la altura de la columna a partir del nivel del piso, el cual es horizontal.

$$\text{Lectura en C} = \text{HS} = 1.700$$

$$\text{HM} = 2.200$$

$$\text{HI} = 2.700$$

$$\text{Lectura en D} = \text{HS} = 3.500$$

$$\text{HM} = 3.100$$

$$\text{HI} = 2.700$$

$$\text{Lectura en A} = \text{HS} = 1.850$$

$$\text{HM} = 1.600$$

$$\text{HI} = 1.350$$

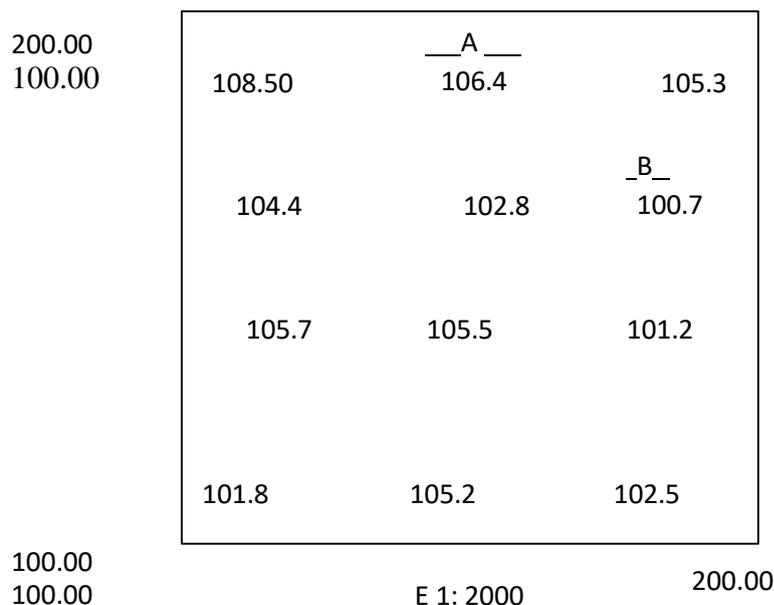
$$\text{Lectura en B} = \text{HS} = 1.900$$

$$\text{HM} = 1.600$$

$$\text{HI} = 1.300$$

Ejercicio 9

A partir del siguiente plano acotado:

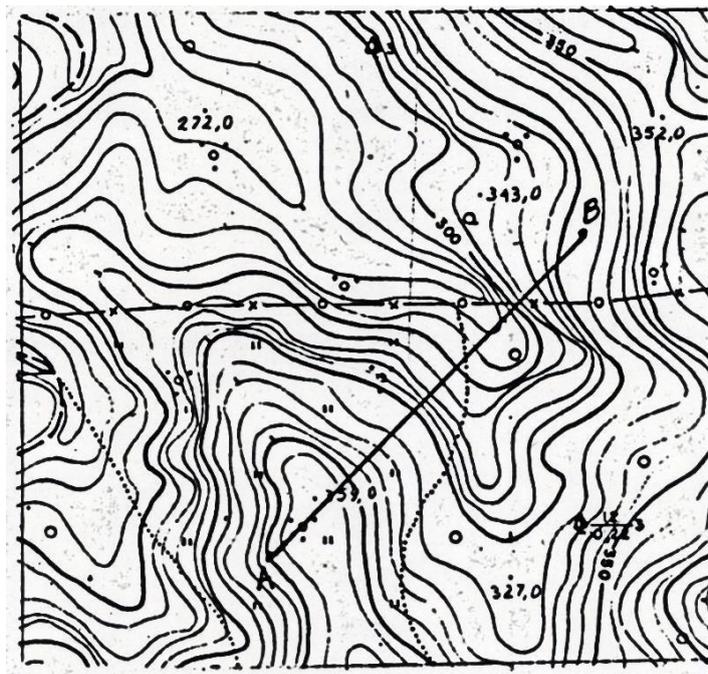


- Interpole y dibuje las CN a equidistancia de 1 m, utilizando todos los requerimientos de dibujo según el tipo de CN. (el punto del número constituye el punto en el terreno)
- Determine las coordenadas de los puntos A y B. (asuma la cuadrícula de 10cm x 10 cm)
- Calcule la pendiente entre los puntos B y A.
- Identifique en el plano una vaguada y un partidor.

Ejercicio 10

En el siguiente fragmento de plano topográfico, identifique:

- Una curva de nivel índice y su cota.
- Una elevación y su cota máxima.
- Una vaguada.
- Un partidor.
- Una línea de pendiente uniforme.
- Determine el perfil longitudinal de la alineación AB, en un estacionado cada 20 metros, conociendo que el punto A se encuentra en la estación 4+0.00 y calcule las pendientes, según los cambios que indique el perfil.



1:2000

❖ Realizar los ejercicios 1, 2,3, y 4 pág.188; ejercicio 4 pág. 235 y ejercicio 8 pág.247 texto básico Tomo I.

III. Consolidación de conocimientos teóricos

- 1) Defina los conceptos siguientes:
 - a) Superficie de nivel.
 - b) Línea de nivel.
 - c) Cota altimétrica.
 - d) Nivelación.
- 2) ¿Qué importancia tiene para Ud. el uso de un sistema de referencia (NMM) único para los trabajos de altimetría?
- 3) ¿Qué importancia tiene la definición del sentido de realización de una nivelación?
- 4) ¿Cómo podríamos comprobar numéricamente el proceso de cálculo de una nivelación?
- 5) ¿Qué medidas prácticas deben tenerse en el terreno para atenuar el efecto de los errores siguientes?
 - a) Falta de paralelismo entre la tangente a la burbuja y el eje de colimación.
 - b) Error por curvatura y refracción.
 - c) Error debido al sol y el viento.

- d) Asentamiento del nivel y mira.
- 6) ¿Qué aplicación fundamental tiene el conocimiento del error kilométrico para una nivelación determinada?
 - 7) ¿Cómo se clasifican las nivelaciones geométricas?
 - 8) ¿Qué importancia tienen los métodos de comprobación de las nivelaciones?
 - 9) ¿Cuándo se puede decir que el error cometido en una nivelación es aceptado?
 - 10) ¿Cómo se determina la longitud total de la nivelación?
 - 11) ¿Cuántos tipos de ajuste de nivelaciones usted conoce y que diferencia fundamental existe entre ellos en cuanto a la longitud del lado que se toma para determinar la corrección?
 - 12) ¿Qué comprobaciones fundamentales de cálculo deben realizarse a las nivelaciones de enlace y de rodeo?
 - 13) ¿Cuándo se puede decir que una lectura está bien realizada?
 - 14) ¿Cómo se mide el desnivel en una excavación?
 - 15) ¿Qué significan los términos de la expresión $D = KL \cos^2 \alpha$?
 - 16) ¿Qué significan los términos de la expresión $\Delta Z = \pm t + i - m$?
 - 17) ¿Qué importancia tiene el uso de las tablas taquimétricas?
 - 18) ¿Qué ventajas ofrecen los taquímetros autorreductores?
 - 19) Mencione los métodos existentes para la representación del relieve.
 - 20) ¿Qué importancia tiene para el ingeniero civil poseer una representación gráfica del terreno donde se va a construir una obra determinada?
 - 21) Mencione seis características de las curvas de nivel.
 - 22) Mencione los métodos de interpolación de curvas de nivel.

TEMA IV: REPLANTEO Y CONTROL TOPOGRÁFICO

Contenidos

Replanteo de edificaciones. Documentación para el replanteo de edificaciones. Confección de la Red de Replanteo. Valla de replanteo. Elementos de las vías de comunicación. Replanteo de carreteras. Registros de replanteo. Controles topográficos. Controles de la ejecución y explotación de las edificaciones y de vías de comunicación (carreteras y vías férreas). Determinación de deformaciones. Asentamientos y flechas. Monitoreo. Tecnologías modernas empleadas en Topografía. Sistema de posicionamiento global. Equipamiento GPS. Estación total. Los Programas de computación y sus aplicaciones.

Objetivos

1. Replantear obra de Ingeniería Civil de mediana complejidad, logrando valorar el instrumental y el método adecuado para las tareas más generales y frecuentes de la profesión demostrando laboriosidad, responsabilidad, honestidad, y solidaridad a través del trabajo en equipos.
2. Ejecutar los controles fundamentales en el proceso constructivo de una obra vial o estructural, utilizando para ello el instrumental y los métodos adecuados a los requerimientos de la tarea propuesta demostrando responsabilidad, honestidad, independencia sobre la base del respeto al entorno natural y al patrimonio construido.

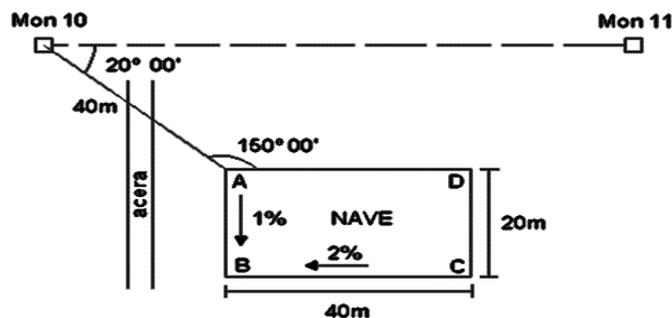
Habilidades a desarrollar

1. Replantear una edificación en el terreno con instrumentos topográficos.
2. Replantear el eje de una vía., en presencia de una curva circular simple.
3. Realizar el control de ejecución de una obra, o un elemento de ésta, durante el proceso constructivo.

I. Ejercicios resueltos

Ejercicio 1

Se desea replantear una terraza para la construcción de una nave de 40m de largo por 20m de ancho para lo cual se cuenta con el siguiente plano de replanteo:



- Elabore el Registro planimétrico para el replanteo de los vértices ABCD
- Si se desea que la terraza tenga una cota proyecto de 53.50m, calcule el ΔZ para el replanteo altimétrico de los vértices, conociendo que el vértice A está a 0.40m por encima de la acera (cota de la acera 52.70m) y de AB - DC existe una pendiente de un 2% y de CB - DA una pendiente de un 1%.

Solución:

Registro de replanteo planimétrico

Estación	Punto Observado	Ángulo a medir	Distancia	Punto a replantear
MON 10	MON11	0°00'00"		
		20°00'00"	40m	A
A	MON 10	0°00'00"		
		160°00'00"	40m	D
		90°00'00"	20m	B
B	A	0°00'00"		
		90°00'00"	40m	C

Registro de replanteo altimétrico

Vértice	Cota Terreno	Cota Proyecto	ΔZ
A	53.10m	53.50m	+0.40m
B	52.90 m	53.50m	+0.60m
C	53.70 m	53.50m	-0.20m
D	53.90m	53.50m	-0.40m

Primeramente se calculan las cotas terreno. En este ejercicio puede darse el caso que la terraza esté proyectada sobre un topográfico, entonces se interpolan las cotas terreno. En este caso se calculan a partir de los datos que tenemos.

Cota terreno de A = 52.70m+0.40m = 53.10 m

Cota terreno de B

Si de A a B hay un 1% de pendiente, quiere decir que en 1m baja 0.01m entonces en 20m ¿Cuánto baja? Se establece una proporción, y determinamos que en 20 m baja 0.2m, por tanto si la cota de A es 53.10 m entonces:

Cota terreno de B = $53.10 \text{ m} - 0.2 \text{ m} = 52.9 \text{ m}$

Del punto B para C sube en un 2% de pendiente, quiere decir que en 1m sube 0.02 m entonces en 40m ¿Cuánto sube? Se establece una proporción, y determinamos que en 40 m sube 0.8 m, por tanto si la cota de B es 52.9 m entonces:

Cota terreno de C = $52.9 \text{ m} + 0.8 \text{ m} = 53.7 \text{ m}$

Del punto C para D sube en un 1% de pendiente, quiere decir que en 1m sube 0.01 m entonces en 20m ¿Cuánto sube? Se establece una proporción, y determinamos que en 20 m sube 0.2 m, por tanto si la cota de C es 53.7 m entonces:

Cota terreno de D = $53.7 \text{ m} + 0.2 \text{ m} = 53.9 \text{ m}$

Para comprobar los cálculos, según el gráfico del punto D para A baja en un 2% de pendiente, quiere decir que en 1m baja 0.02 m entonces en 40m ¿Cuánto baja? Se establece una proporción, y determinamos que en 40 m baja 0.8 m, por tanto si la cota de D es 53.9 m entonces:

Cota terreno de A = $53.9 \text{ m} - 0.8 \text{ m} = \underline{53.10 \text{ m}}$ valor inicial del punto A

Una vez determinadas las cotas terreno, se pueden calcular los ΔZ :

$\Delta Z = \text{cota proyecto} - \text{cota terreno}$

Este será el valor a colocar en la estaca durante el replanteo altimétrico (ver el Registro).

Ejercicio 2

Confeccione el Registro de replanteo por inflexiones por el método combinado, para la Curva Circular Simple de un vial, conociendo que:

PC = 366 + 2.51

PT = 390 + 4.51

$\Delta = 24^{\circ}03'$

Solución:

Registro de replanteo por inflexiones. Método combinado

Estación	Arco	Inflexión	Lectura	Observ.
Pc 366 + 2.51	0.00	0°00'	0°00'	
368	17.49	0°52'	0°52'	
370	20.00	1°00'	1°52'	
372	20.00	1°00'	2°52'	
374	20.00	1°00'	3°52'	
376	20.00	1°00'	4°52'	
378	20.00	1°00'	5°52'	
PM 378 + 3.51	3.5	0°11'	6°03'	Δ/4
PM 378 + 3.51	16.49	0°49'	0°00'	Comprobación
380	20.00	1°00'	0°49'	
382	20.00	1°00'	1°49'	
384	20.00	1°00'	2°49'	
386	20.00	1°00'	3°49'	
388	20.00	1°00'	4°49'	
390	4.51	0°14'	5°49'	
PT 390 + 4.51	0.00	0°00'	6°03'	Δ/4

Ejercicio 3

Al terminar la estructura que se muestra se establecieron marcas de control en los puntos A y B para chequear el posible desplazamiento en el sentido vertical de los mismos, obteniéndose en ese momento los siguientes valores de cotas con respecto a un punto de cota fija PCF₁:

$$\text{Cota}_A = 101.950\text{m}$$

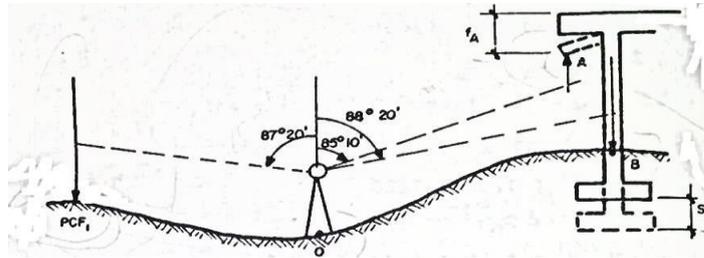
$$\text{Cota}_B = 97.450\text{m}$$

$$\text{Cota}_{PCF_1} = 98.000\text{m}$$

Se estableció un ciclo de mediciones periódicas, obteniéndose para la última observación, la cual fue realizada a los tres años de ejecutada la obra las lecturas que se muestran en el croquis. Se quiere determinar:

- a) Desplazamiento vertical del punto A.

b) Desplazamiento vertical del punto B.



Estación	Punto Observado	HS	HM	HI
(i)				
O	PCF1	1.600m	1.400m	1.200m
(1.40 m)	A	0.800m	1.000m	1.200m
	B	1.500m	1.300m	1.100m

Solución:

Calculo del desplazamiento en el punto A.

$$f_A = \text{cota}_A(\text{al terminar}) - \text{cota}_A(\text{a los tres años})$$

$$\text{cota}_A(3 \text{ años}) = \text{cota}_{PCF1} \pm \Delta Z_{PCF1-A}$$

$$\Delta Z_{PCF1-A} = \Delta Z_{PCF1-O} + \Delta Z_{OA}$$

$$\Delta Z_{PCF1-O} = - \Delta Z_{O-PCF1}$$

$$\Delta Z_{O-PCF1} = \pm t_{PCF1} + i_O - m_{PCF1}$$

$$\alpha_{O-PCF1} = 89^\circ 60' - 87^\circ 20' = 2^\circ 40'$$

$$\alpha_{O-PCF1} = 2^\circ 40' \rightarrow DE = 4.65 \cdot 1 = 0.40\text{m}$$

$$t_{PCF1} = 4.65(0.40) = 1.860\text{m}$$

$$t_{PCF1} = 1.860\text{m}$$

$$\Delta Z_{O-PCF1} = 1.860 + 1.400 - 1.400 = 1.860$$

$$\Delta Z_{PCF1-O} = - 1.860$$

$$\Delta Z_{OA} = \pm t_A + i_O - (- m_A)$$

m_A : Tiene signo negativo por ser una mira invertida.

$$\alpha_{OA} = 89^\circ 60' - 85^\circ 10' = 4^\circ 50' \rightarrow DE = 8.40 \cdot 1_A = 0.40$$

$$t_A = 8.40(0.40) = 3.360\text{m}$$

$$\Delta Z_{OA} = 3.360 + 1.400 + 1.000 = 5.760$$

$$\Delta Z_{PCF1-A} = -1.860 + 5.760 = 3.900\text{m}$$

$$\text{Cota}_A = \text{cota}_{\text{PCFI}} + \Delta Z_{\text{PCFI-A}}$$

$$\text{Cota}_A = 98.000 + 3.900 = 101.900\text{m}$$

$$f_A = \text{cota}_A(\text{recién construida}) - \text{cota}_A(3 \text{ años})$$

$$f_A = 101.950 - 101.900$$

$$f_A = 0.050\text{m}$$

Calculo del desplazamiento vertical del punto B

$$S_B = \text{cota}_B(\text{al terminar}) - \text{cota}_B(3 \text{ años})$$

$$\text{Cota}_B(3 \text{ años}) = \text{cota}_{\text{PCFI}} \pm \Delta Z_{\text{PCFI-B}}$$

$$\Delta Z_{\text{PCFI-B}} = \Delta Z_{\text{PCFI-O}} + \Delta Z_{\text{O-B}}$$

$$\Delta Z_{\text{PCFI-O}} = - \Delta Z_{\text{O-PCFI}}$$

$$\Delta Z_{\text{O-PCFI}} = 1.860 (\text{calculado del inciso anterior})$$

$$\Delta Z_{\text{O-B}} = \pm t_B + i_O - m_B$$

$$t_B = DE \times l_B$$

$$\alpha_{OB} = 89^\circ 60' - 88^\circ 20' = 1^\circ 40' \rightarrow DE = 2.91$$

$$l_B = (1.500 - 1.100)$$

$$l_B = 0.400\text{m}$$

$$t_B = 2.91(0.400)$$

$$t_B = 1.164\text{m}$$

$$i_O = 1.40\text{m}$$

$$m_B = 1.300\text{m}$$

$$\Delta Z_{OB} = 1.164 + 1.400 - 1.300 = 1.264\text{m}$$

$$\Delta Z_{\text{PCFI-B}} = - 1.860 + 1.264 = - 0.596\text{m}$$

$$\text{Cota}_B = \text{cota}_{\text{PCFI}} - \Delta Z_{\text{PCFI-B}}(3 \text{ años}) = 98.000 - 0.596$$

$$\text{Cota}_B = 97.404\text{m}$$

$$S_B = 97.450 - 97.404 = 0.046\text{m}$$

Rta: El punto A tuvo un desplazamiento total de 0.05m y el B de 0.046m.

II. Ejercicios propuestos

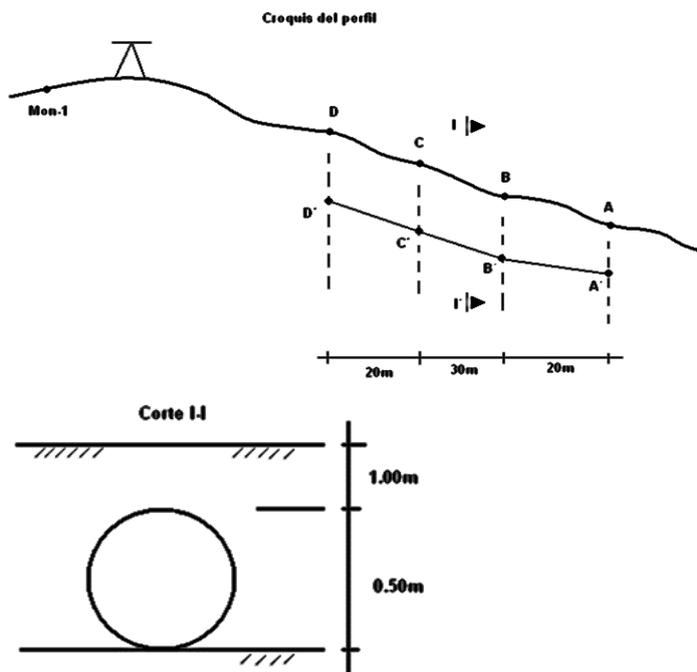
Ejercicio 1

Se quiere replantear una tubería con recubrimiento mínimo de 1m y pendiente variable en los diferentes tramos: AB – 1%, BC – 1.5%, CD – 2% ¿Qué valor tendrá el recubrimiento en cada punto? ¿Qué valor colocaría a la estaca en cada punto durante el replanteo altimétrico? Analice el perfil longitudinal de terreno que se muestra, el registro de campo y el corte transversal I-I (el plano de perfil se adjunta).

* Las estacas se encuentran a 0.60m sobre el nivel del terreno.

Registro de campo

Estación	Pto. Obs.	ME	AL	MI	Cota
1	Mon-1	3.500	103.50		100.00
	A			3.00	100.50
	B			2.00	101.50
	C			1.00	102.50
	D			0.75	102.75



Ejercicio 2

Calcular la siguiente CCS teniendo como datos los siguientes:

Estación PI = 200 + 5.00

$\Delta = 30^\circ 00'$ (inflexión de Izquierda)

$$G_c = 3^\circ 00'$$

- a. Calcule las estaciones notables de la curva.
- b. Determine todos los datos para el replanteo de la curva por el método de Inflexiones desde el PC.

Ejercicio 3

Para el replanteo de una curva circular simple en una obra vial, dados:

Inflexión de derecha $\Delta = 20^\circ 30'$

PI en la estación $250 + 4.00$

Grado de curvatura $G_c = 2^\circ$

- a. Calcule las estaciones notables de la curva.
- b. Determine todos los datos para el replanteo de la curva por el método de inflexiones desde el PT.

III. Comprobación de conocimientos teóricos

1. ¿Cuáles son los métodos generales para el replanteo planimétrico de las obras estructurales?
2. ¿Cuándo se utiliza un método u otro?
3. ¿Cómo realizar el replanteo del tramo recto de la vía?
4. De los métodos para el replanteo de la curva circular simple de un vial ¿Cuál considera más apropiado? ¿De qué depende la utilización de un método u otro?
5. ¿Cómo controlar la verticalidad de una columna? ¿Qué método usted escogería?

BIBLIOGRAFÍA

Benítez, O. R. 1987. *Topografía para ingenieros civiles*. Tercera edición. 2 tomos, Editorial Pueblo y Educación, La Habana, Cuba.

Benítez, O. R. 1986. *Trazado de Vías*. Editorial ISPJAE. La Habana, Cuba.

Carbonell, R. B.; Simón B. O. 2013. "Control Ingeniero Geodésico en las vías de Montaña" X Simposio de Geotecnia, Estructuras y Materiales de la Construcción. 2013. ISBN 976-959-250-929-0.

Domínguez, G. T., F. 1990. *Topografía General y Aplicada*. 9na. Edición. Editorial DOSSSAT S.A. Madrid, España.

Jiménez, S. G., León G. JC. 2012. *Topografía para Ingenieros Civiles, Tomo I*. Editorial Félix Varela, La Habana, Cuba.

Martínez, S. O. 1987. *Guías de estudio Topografía para Ingenieros Civiles (CRPE)*. Sección de publicaciones docentes UCLV, Santa Clara, Cuba.

MET 30-01: 2005. Metodología para la ejecución de los levantamientos topográficos a las escalas 1:2 000, 1:1 000 y 1:500 con el uso de las estaciones totales electrónicas. GEOCUBA. 2005. Cuba.

Radietskii, L. A.; Cabrera M.P. 1987. *Geodesia Ingeniera*. Editorial Pueblo y Educación. La Habana. Cuba.

Rodríguez R. E. 2008. *Curso teórico-práctico sobre los sistemas globales de navegación por satélites (GNSS)* Dpto. Geodesia y Topografía. Agencia Geomática. UCT GEOCUBA Investigación y Consultoría. Cuba.