

Especialidad - Minas

*Trabajo de Diploma en
opción al título de Ingeniero
en Minas*

Guía de estudio de la asignatura Topografía Minera para
los estudiantes de la carrera Ingeniería en Minas

Autor: Luis Alberto Ramírez Meléndez

Curso: 2018-2019

“Año 61 de la Revolución”

Especialidad - Minas

*Trabajo de Diploma en
opción al título de Ingeniero
en Minas*

Guía de estudio de la asignatura Topografía Minera para
los estudiantes de la carrera Ingeniería en Minas

Autor: Luis Alberto Ramírez Meléndez

Tutores: Dr.C Yordanys Esteban Batista Legrá

Curso: 2018-2019

“Año 61 de la Revolución”

DECLARACIÓN DE AUTORIDAD

Yo: _____

Autor de este Trabajo de Diploma y el tutor _____ certificamos la propiedad intelectual a favor de la Universidad de Moa “Dr. Antonio Núñez Jiménez”, hacer uso del mismo en la finalidad que estime conveniente.

Diplomante _____

Tutor _____

DEDICATORIA

La tesis es dedica a Dios, a mi madre Nelsa Meléndez González por haberme dado las fuerzas necesarias para que yo siguiera estudiando pese a las dificultades que existían. También a mi novia Gianna Banesa Moya Rivera por siempre estar a mi lado ayudándome y aconsejándome en todos momentos.

AGRADECIMIENTOS

Al profesor Yordanys Batista Legrá por darme la oportunidad de haber realizado los dos años juntos y siempre estar preocupado por mí. A todos mis maestros y profesores que me dieron clase, a todos mis compañeros de la escuela y al colectivo de profesores de Minería.

PENSAMIENTO

Debe ajustarse un programa nuevo de educación, que empiece en la escuela de primeras letras y acabe en una universidad brillante, útil, en acuerdo con los tiempos, estado y aspiraciones de los países en que enseña...

Con quien se quita un manto y se pone otro, es necesario poner de lado la Universidad antigua y alzar la nueva.

José Martí

La América, N. Y., 1883

RESUMEN

La tesis con título “Guía de estudio de la asignatura Topografía Minera para los estudiantes de la carrera Ingeniería en Minas” se elaboró en dos capítulos básicos. En el primer capítulo se trató el tema de la historia de la Topografía como ciencia, además se realizó la trayectoria de la Topografía en la minería en Cuba y fueron valorados los planes de estudios D y E de la carrera Ingeniería en Minas. El segundo capítulo se refirió a las particularidades de las guías de estudio dentro del proceso de enseñanza-aprendizaje, se fundamentó la asignatura Topografía Minera para luego materializarlo con la redacción de la guía de estudio.

La guía de estudio se elaboró siguiendo la metodología descrita en el capítulo dos, contó con una bibliografía rica en contenidos amplios y el lenguaje que se empleó es claro y sencillo. Por cada tema en la guía de estudio se recogió un sistema de ejercicios que tienen su fundamentación en datos reales de Topografía.

Palabras Claves: topografía, minería, plan de estudio, guía de estudio, proceso de enseñanza-aprendizaje,

ABSTRACT

The thesis titled "Study Guide of the Topography Mining subject for the students of the Mining Engineering" was developed in two basic chapters. In the first chapter the topic of the history of Topography as a science was discussed, as well as the trajectory of Topography in mining in Cuba and the study plans D and E of the Engineering in Mines course were evaluated. The second chapter referred to the particularities of the study guides within the teaching-learning process, the Mine Topography subject was based and then materialized with the writing of the study guide.

The study guide was developed following the methodology described in chapter two, it had a bibliography rich in broad content and the language used was clear and simple. For each subject in the study guide, a system of exercises was collected, which are based on real Topography data.

Key Words: topography, mining, study plan, study guide, teaching-learning process.

ÍNDICE

Pág.

RESUMEN	V
ABSTRACT	VI
INTRODUCCIÓN	9
CAPÍTULO I. PARTICULARIDADES DE LA ASIGNATURA TOPOGRAFÍA MINERA EN LA CARRERA INGENIERÍA EN MINAS	12
1.1 Reseña histórica del surgimiento de la Topografía	12
1.2 Análisis histórico de la asignatura Topografía en la minería en Cuba	15
1.3 Valoración del plan de estudio D y análisis del plan de estudio E	17
CAPÍTULO II. CARACTERIZACIÓN DE LAS GUÍAS DE ESTUDIO	24
2.1 Características generales de la guía de estudio	24
2.2 Componentes de las Guías de Estudio	27
2.3 Fundamentación de la asignatura	30
CAPITULO III. GUÍA DE ESTUDIO DE LA ASIGNATURA TOPOGRAFIA MINERA	31
3.1 Descripción general de la guía de estudio	31
GUÍA DE ESTUDIO DE LA ASIGNATURA	32
CONCLUSIONES	44
RECOMENDACIONES	45
BIBLIOGRAFÍA	46
ANEXOS	48

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Distribución temática de la asignatura Topografía Minera.....	27
Tabla 2. Cálculo del triángulo en la superficie.....	44
Tabla 2.1 Cálculo del triángulo en el subterráneo.....	44

INTRODUCCIÓN

Con la creación del ISMMM el 29 de julio de 1976 por la Ley 1307 del Consejo de Ministros de la República de Cuba y su posterior primer año académico el 1 ro de noviembre de 1976, comienza el estudio de la carrera Ingeniería en Minas en Moa, única de su tipo en el país.

La ingeniería de Minas comienza a estudiarse en Cuba por primera vez en el año 1955 en la Universidad de Oriente, pero debido al cierre de la Universidad durante el período insurreccional, no es hasta 1959, a raíz del triunfo de la Revolución, que inicia efectivamente y se consolida a partir de 1963 con una colaboración estable de los países socialistas, fundamentalmente de la URSS a través del Instituto de Minas de Leningrado. Desde su apertura esta carrera está orientada a formar un especialista de perfil amplio que abarque todo lo concerniente a la construcción y explotación de las minas, tanto subterráneas como a cielo abierto, la mecanización de estos trabajos, la topografía minera y el beneficio de los minerales.

La Topografía constituye una asignatura de gran importancia tanto para la carrera de Minería como para Geología, donde unieron sus conocimientos en el estudio los equipos topográficos, mapas y planos, herramientas esenciales para conocer nuestro objeto de acción que es el yacimiento mineral.

La Ingeniería en Minas cuenta con dos asignaturas de perfil topográfico, la Topografía General y la Topografía Minera, las cuales se imparten en dos años diferentes. De ahí que es necesario tener un buen dominio de la Topografía General para poder llevar a cabo la Topografía Minera.

Los planes de estudios por lo que transita la carrera Ingeniería en Minas (A, B, C, D) mantienen y conciben esta estructura desde sus inicios hasta el curso 2017-2018. Pero, con la puesta en vigor del nuevo plan de estudio E a partir del curso 2018-2019 complejizan un poco más la asignatura Topografía.

El plan de estudio E concibe la Topografía General y Minera como una sola asignatura, y se imparte a partir de primer año de la carrera debido a la reducción del estudio de Ingeniería en Minas a solo cuatro años. Es decir, las asignaturas Topografía General y Topografía Minera se unen.

Problema: necesidad de elaborar una guía de estudio de la asignatura Topografía Minera en la carrera Ingeniería en Minas para elevar el proceso de enseñanza-aprendizaje.

Objeto de estudio: proceso docente educativo de la asignatura Topografía Minera.

Objetivo General: elaborar una guía de estudio de la asignatura Topografía Minera en la carrera Ingeniería en Minas para elevar el proceso de enseñanza-aprendizaje.

Campo de acción: la carrera Ingeniería en Minas.

Hipótesis: si se analiza la trayectoria de la Topografía en los diferentes planes de estudios de la carrera Ingeniería en Minas, su perspectiva en el nuevo plan de estudio E y las características fundamentales de redacción de las guías de estudio, entonces se podrá elaborar una guía de estudio de la asignatura Topografía Minera en la carrera Ingeniería en Minas para elevar el proceso de enseñanza-aprendizaje.

Objetivos Específicos

- Diagnosticar el estado actual del proceso educativo-instructivo de la asignatura Topografía Minera en los estudiantes de la carrera Ingeniería en Minas.
- Analizar los diferentes planes de estudio por los que ha transitado la carrera Ingeniería en Minas.
- Estudiar las principales funciones y característica de la redacción de la Guía de Estudio.

Durante el desarrollo de la investigación se utilizaron los siguientes **métodos científicos**:

Teórico – Histórico: a través de la técnica análisis y síntesis, se hace el estudio histórico del objetivo de la investigación a partir de la evolución y desarrollo de la Topografía como ciencia en Cuba y en el mundo.

Teórico – Lógico: para analizar y fundamentar las insuficiencias que presentan los estudiantes en la aplicación de los conocimientos necesarios en la resolución e interpretación de los problemas afines a la profesión.

Hipotético – Deductivo: al formular la hipótesis de investigación y pronosticar resultados a partir de la novedad científica.

Métodos – Empíricos: se trabajó con fuentes impresas al utilizar la literatura especializada de la carrera, literatura pedagógica y el proceso docente educativo en su debida articulación entre el componente académico y laboral.

CAPÍTULO I. PARTICULARIDADES DE LA ASIGNATURA TOPOGRAFÍA MINERA EN LA CARRERA INGENIERÍA EN MINAS

1.1 Reseña histórica del surgimiento de la Topografía

La topografía es la ciencia que estudia el conjunto de principios y procedimientos que tienen por objeto la representación gráfica de la superficie terrestre, con sus formas y detalles; tanto naturales como artificiales; (planimetría y altimetría). Esta representación tiene lugar sobre superficies planas, limitándose a pequeñas extensiones de terreno, utilizando la denominación de «geodesia» para áreas mayores. De manera muy simple, puede decirse que para un topógrafo la Tierra es plana (geoméricamente), mientras que para la geodesia no lo es. (Valencia, Surgimiento de la Topografía, 2007)

Historia de la topografía

Actualmente se desconoce el origen exacto de la topografía. Se cree que los primeros trabajos topográficos se hicieron en Egipto, ya que existen representaciones en muros y tablillas. En 1400 a.C. Herodoto dice a Seostris, que divida las tierras de Egipto en predios para cobrar impuestos, creando puestos de funcionariado llamado “tendedores de cuerda” que se dedican a medir. (Acosta, G. R. 1985)

En Egipto, en cada tierra de labor, se destinaba una parte al Faraón que se marcaba mediante una linde. Con las crecidas del Rio Nilo estas lindes se borraban, por lo que cada año se volvían a marcar la cantidad exacta que le correspondía al Faraón. De esta tarea se encargaban los agrimensores del Faraón. Las instrucciones de Amenempe, a finales de la dinastía XIX (Siglo XII a.C) según transcribe el escriba, enumera los cometidos del agrimensor jefe «el supervisor de los granos que controla la medida, quien fija las cuotas de la cosecha para su señor, quien registra las islas de tierra nueva, en el gran nombre de Su Majestad, quien registra las marcas en los límites de los campos,

quien actúa para el rey en su enumeración de los impuestos, quien hace el registro de tierra de Egipto». (Valencia.2007).

Otros autores marcan como el principio de la topografía a Tales de Mileto y Anaximandro, que son los que realizan las primeras cartas geográficas. (Valencia. 2007).

El origen de la profesión se ubica en la época de los griegos, Tales de Mileto y Anaximandro, de quienes se conocen las primeras cartas geográficas, aunado a las observaciones astronómicas de Eratóstenes; es Hiparco quien crea la teoría de los meridianos convergentes a Estrabon y Plinio se les considera como los fundadores de la geografía, así como el Topógrafo griego Tolomeo quien actualizo los planos de la época de los antónimos. Ya que desde estos tiempos fue necesario delimitar las propiedades y el uso del suelo con fines de recaudación de impuestos tal y como se realiza hoy en día. (Valencia F. , 2007)

En el Imperio Hitita la Topografía era una profesión de peritos y en el Babilónico, la Topografía alanzo tal forma que fue creado un puesto especial: "Guardianes de las Reales Piedras de Extremos". (Fuentes, Topografía, 2014)

La Biblia habla de la Topografía, poniendo en boca de diversos profetas alusiones a trabajos de Topografía. (Fuentes, Topografía, 2014)

Los romanos se distinguían en el catastro. El propio Julio Cesar se hacía acompañar en sus expediciones guerreras de geómetras y agrimensores que indicaban los valores de las tierras ocupadas, de manera que pudiera que el tributo a aplicar a los pueblos vencidos fuese lo más justo posible, proporcional a las tierras de las que disponían. (Fuentes, Topografía, 2014)

Posteriormente en Europa, se manejaron los trabajos topográficos a partir de la invención de las cartas planas y para el siglo XIII con la aplicación de la brújula los avances de la astronomía, se descubren nuevas aplicaciones a la Topografía. (Valencia. 2007).

A finales del siglo XVIII, en Portugal tuvieron inicio los trabajos de triangulación fundamental y duro hasta 1863.

En México, el desarrollo y evolución de la topografía tienen sus orígenes a más de mil años con el pueblo Maya, quienes dejaron como evidencia caminos contruidos de piedra, así desarrollaron una importante cultura caminera para lo cual aplicaron sus conocimientos de matemática, astronomía y arquitectura a través de una amplia red de comunicaciones fluviales, marítimas y terrestres. (Valencia.2007)

Los caminos que construían eran llamados “sacbe” y para su construcción era necesario trazar y construir la línea recta, poniendo en práctica su capacidad de observación astronómica, el desarrollo de referencias para la orientación sobre el terreno, usando sencillos instrumentos para la medición topográfica y el conocimiento del entorno natural y de los materiales disponibles en la región. (Valencia. 2007).

Queda demostrada la aplicación de los conocimientos que dan origen a esta actividad con la disposición geométrica de ciudades como Teotihuacán, Chichen Itzá, Palenque, entre otras. (Valencia. 2007).

La ubicación en México de los trabajos estrictamente topográficos es muy complejo, ya que en épocas de la colonia e independencia, se llevaron a cabo una gran cantidad de trabajos de gran importancia como el levantamiento del primer plano de la Ciudad de México, construcción de cartas, mapas y atlas geográficos, además de la obtención de datos precisos de las dimensiones del territorio mexicano, su relieve y demás datos geográficos, todos, acontecimientos de gran relevancia, pero no distinguen la actividad topográfica de su conjunto disciplinar estrechamente vinculados como son: la cartografía, la geodesia y la geografía. (Valencia. 2007).

El acontecimiento que marca la enseñanza formal de la ingeniería en México, se da durante la época del Virreinato, con la fundación del Real Seminario de

Minería, hacia el 1ro de enero de 1792. Impartiéndose dentro del plan de estudios la cátedra de Topografía. En 1843 se estableció el curso de Geodesia, también la carrera de Agrimensor (topógrafo), siendo hasta 1883 que queda integrada la carrera de Ingeniero Topógrafo e Hidrógrafo, impartida en la ya formada Escuela Nacional de Ingenieros. (Valencia. 2007).

Actualmente la práctica de la Topografía es la principal actividad de apoyo a la industria de la construcción, asociada a tareas de grandes organismos nacionales e internacionales, tanto públicos como privados, cada día evoluciona y se desarrolla apoyada en la ciencia y la tecnología, desde una gran diversidad de acontecimientos de gran trascendencia y en congruencia con el desarrollo de nuestro país. (Fuentes. 2014).

1.2 Análisis histórico de la asignatura Topografía en la minería en Cuba

A la hora de hablar de la evolución de la Topografía en la minería en Cuba debemos hacer referencia desde la etapa aborígen donde para salir de caza o pesca debían de conocer un orientación para luego regresar. (Noguel, 2013)

Con la colonización los españoles comenzaron a extraer oro de Cuba pero debido a la poca cantidad de reservas realizaron búsqueda de otros minerales y materiales que le aportase ganancias. Hasta 1534 solo habían encontrado arena, cal, la cantería para materiales para la construcción y el asfalto bituminoso natural para el calafateo de las naves. (Noguel, 2013)

En 1530 se descubrió cobre en el actual yacimiento El Cobre. Su explotación se realizó hasta 1663 cuando cesaron la labores en el mismo año, y no es hasta 1830 cuando se reabre la mina. Para su explotación fue necesario realizar planos y mapas de la zona y conocer los accesos principales del yacimiento.

Con el auge del cobre y el interés de los ingleses por este, comenzó en 1830 la penetración del capital foráneo en la minería en Cuba. Se creó la compañía anglo española denominada Empresa Consolidada. Esta empresa fue la primera en aplicar técnica minera propiamente dicha, introdujo máquinas de vapor y construyo

un ferrocarril desde el yacimiento hasta la bahía de Santiago de Cuba. Para la construcción del ferrocarril se utilizó la topografía para la trayectoria de la línea.

En 1880 se estableció la mina de oro de Holguín con un sistema de explotación regular y con una planta de beneficio. Las técnicas topográficas se van modernizando cada vez más con el auge de la minería. Las compañías norteamericanas comenzaron a explotar yacimientos de hierro de la provincia de Santiago de Cuba.

En los años 1884 se publica por primera vez en España un croquis geológico de la Isla de Cuba y después otro en 1895.

Durante la intervención norteamericana, las empresas norteamericanas se interesaron por establecerse en la minería en Cuba y enviaron sus técnicas para investigar las posibilidades de los yacimientos y las condiciones del país. El gobernador militar de la isla pidió que enviaran una comisión técnica para estudiar el potencial minero y dictó la orden de que los yacimientos minerales de Cuba se convirtieran en reservas de las empresas norteamericanas.

En 1913 se descubrió el yacimiento de cobre más importante conocido hasta ahora en Cuba, Matahambre, Pinar del Río. Se construyó un ferrocarril de 30 km desde Firmeza hasta la bahía de Santiago.

En 1952 ya existía la planta de Nicaro y años más tarde se comenzó la construcción de la planta de Moa.

Al triunfar la Revolución, en 1959, no existía un estudio geológico del país debido a que estaba en manos de compañías extranjeras, fundamentalmente norteamericana.

Los países del campo socialista son los que enviaron los equipos de medición topográficos para realizar los estudios geológicos del país.

Con el comienzo del estudio de la carrera de minería en Cuba comenzó a estudiarse la topografía. En colaboración de la URSS, se abrió el Instituto de Minas de Leningrado y fueron muchos los estudiantes que recibieron este curso. (Noguel, 2013)

En el claustro de profesores contamos con una profesora graduada de ese año, Ana Caridad Che Viera, que recibió la asignatura Topografía para Mineros.

Las técnicas topográficas han tenido una evolución total hasta nuestros días, contamos con modernos equipos digitales que nos ayudan a mejorar la calidad de la minería en Cuba, además se cuenta con Departamentos de Topografía que se dedican a realizar investigaciones a lo largo del país no solo a la rama de la minería, sino también a todas las ramas que de ella depende. (Noguel, 2013)

1.3 Valoración del plan de estudio D y análisis del plan de estudio E

Plan de estudio D

El Plan de estudio D tiene como objetivo general formar un profesional integral, comprometido con el Partido y el Estado, capaz de explotar de forma sustentable, (con eficacia, racionalidad, seguridad y mínimo impacto al medio), los recursos minerales y funcionales de la corteza terrestre. (Comisión Nacional de Carrera. 2007).

La carrera de minas contó con 12 disciplinas, tales como:

- Marxismo-Leninismo
- Educación Física
- Idioma Inglés
- Matemática y Computación
- Física
- Geomecánica
- Mecanización y automatización
- Protección Ergoambiental
- Tecnología de explotación de los recursos del macizo
- Pedagogía

- Preparación para la defensa.
- Práctica Laboral investigativa y trabajo de Diploma.

Comprenden un sistema de valores, de conocimientos, habilidades y objetivos generales ya sean educativos como instructivos. De acuerdo a estas disciplinas es que se distribuyen las asignaturas de la carrera por cada año académico.

Las asignaturas Topografía General y Topografía Minera pertenecen a la disciplina Geomecánica y presentan el programa siguiente:

TOPOGRAFÍA GENERAL

Sistema de conocimientos

Introducción. Situación de un punto sobre la superficie terrestre. Los mapas y los planos. Resolución de tareas en los mapas y los planos. Orientación de las líneas en el terreno. Medición de ángulos. El teodolito. Medición de distancia. Otros equipos e instrumento topográfico moderno. Elemento de teoría de los errores. Conocimientos generales sobre las redes para levantamientos. Levantamientos con teodolitos. Nociones de dibujo topográfico y minero. Nivelación geométrica. Nivelación trigonométrica. Levantamiento taquimétrico y con plancheta. Aplicación de la topografía en los trabajos de ingeniería. Replanteo. Conocimiento general sobre cartografía ambiental y sistema de información geográfico.

Sistema de habilidades

Manipular diferentes equipos e instrumentos topográficos. Empleo de mapas y planos. Medir ángulos y distancias. Realizar levantamientos topográficos. Solucionar problemas ingenieriles simples con métodos topográficos. Utilizar las normas vigentes y el SIU. Utilizar las técnicas de cómputo. Utilizar literatura en inglés. Realizar los trabajos topográficos tomando las medidas pertinentes para disminuir o eliminar las afectaciones al medio.

Bibliografía

- Colectivo de Autores. Topografía General y Aplicada. Tomo I. Editorial ENPES. 1990.
- Colectivo de Autores. Topografía General y Aplicada. Tomo II. Editorial ENPES. 1990.

TOPOGRAFÍA MINERA

Sistema de conocimientos

Empleo de la topografía en los trabajos minero de superficie, de construcción y de explotación subterránea.

Sistema de habilidades

Realizar diferentes trabajos topográficos para el desarrollo de trabajos tanto en la superficie como en condiciones subterráneas. Empleo de las técnicas de cómputo. Realizar trabajos topográficos para garantizar la adecuada preparación ingeniera del terreno. Empleo de las normas vigentes y el SIU. Empleo de literatura en inglés. Realizar trabajos topográficos tomando las medidas pertinentes para disminuir o eliminar la afectación al medio.

Bibliografía

- Ferrer Burgo, R. Topografía Minera I. Editorial Pueblo y Educación. 1984.
- Ferrer Burgo, R. Topografía minera II. Editorial Pueblo y Educación. 1984.

Valoración del Plan de estudio D

Aspectos positivos:

1. Mejores oportunidades en cuanto a número de prácticas laborales.
2. Estudio detallado de las asignaturas de la carrera por interés del objetivo del año académico.
3. Las asignaturas son de gran dominio por parte de los estudiantes.

Aspectos negativos:

1. Choque de contenidos en diferentes asignaturas.
2. Necesidad del estudio en cinco años académicos.
3. Estudio por separado del mismo sistema de contenido.

Luego de realizado un estudio de la carrera se llegó a la conclusión de que la carrera Ingeniería en Minas entraría en el Plan de estudio E a partir del curso 2018-2019.

Plan de estudio E

Se modifica el estudio de la carrera Ingeniería en Minas a solo cuatro años para el Curso Diurno (CD) y a cinco años para el Curso por encuentro (CPE). (MES. 2018).

Cada año académico presenta su objetivo a vencer y la distribución de asignaturas según el interés minero. Este se fundamenta en la necesidad del estudiante de gestionar sus propios conocimientos e implementar la modalidad de clase semipresencial.

Comprende el siguiente programa de la disciplina tanto para CD como CPE:

Programa de la disciplina:

- Marxismo-Leninismo
- Historia de Cuba
- Educación Física
- Matemática
- Física
- Ciencias Básicas de Ingeniería
- Geomecánica
- Mecanización Minera
- Procesos Económicos y de Dirección.
- Protección Ergoambiental.
- Procesos Mineros.
- Preparación para la Defensa.

- Practica Laboral Investigativa.

La asignatura Topografía Minera se encuentra en la disciplina Geomecánica y presenta las siguientes características:

Asignatura: Topografía Minera.

Carrera: Ingeniería en Minas.

Disciplina a la que pertenece: Geomecánica.

Ubicación dentro del plan de estudio: primer año, segundo semestre para el curso diurno (CD) y segundo año segundo semestre para el curso por encuentro (CPE).

Fondo de Tiempo total: 100 h (CD), 64 h (CPE).

Fondo de tiempo por formas organizativas de enseñanzas: clases: 100 h (CD) y 64 h (CPE).

Trabajo investigativo, Consulta y Autopreparación de los estudiantes: 100 h

Tipología de clases: para el (CD), Conferencia (C), Clases Prácticas (CP), Práctica de Laboratorios (PL) y Talleres (T); para el (CPE), Clase Encuentro (CE).

Planificación y organización por temas

Temas I. Elementos de Topografía General

Conocimientos esenciales a adquirir

Situación de un punto sobre la superficie terrestre. Los mapas y los planos. Resolución de tareas en los mapas y los planos, elaboración de perfiles longitudinales y secciones transversales. Orientación de las líneas en el terreno. Medición de ángulos. Medición de distancia. Instrumentos topográficos. Conocimientos generales sobre las redes de apoyo planimétricas y altimétricas. Levantamientos topográficos. Nociones de dibujo topográfico y minero. Aplicación de la topografía en los trabajos de ingeniería. Replanteo. Conocimiento general sobre cartografía ambiental y sistema de información geográfico.

Habilidades principales a dominar

Aplicar los fundamentos preliminares para comprender los métodos que permitan representar un terreno con todos sus detalles. Desarrollar habilidades en el trabajo con mapas y planos. Medir y calcular redes de apoyo para los trabajos topográficos.

Tema II. Trabajos topográficos aplicados a la explotación minera a cielo abierto.

Conocimientos esenciales a adquirir

Creación de la red de apoyo y las redes para levantamientos topográficos en canteras. Transmisión de las cotas a los puntos de la red para el levantamiento. Mediciones topográficas en los trabajos de perforación y voladura. Levantamiento de situación en las canteras y trincheras. Cálculo de volumen. Transmisión de las cotas en las canteras. Determinación de pendientes y proporción de talud. Interpretación de planos de canteras. Replanteo en canteras y caminos mineros.

Habilidades principales a dominar

Conocer y aplicar los fundamentos preliminares de los métodos topográficos mineros que permitan realizar el plano topográfico de una cantera o mina a cielo abierto. Replantear canteras, trincheras y caminos mineros. Interpretar planos topográficos de una mina a cielo abierto.

Tema III. Trabajos topográficos aplicados a la explotación minera subterránea

Conocimientos esenciales a adquirir

Poligonales subterráneas. Levantamiento topográfico subterráneo. Trabajo de gabinete. Orientación a través de un pozo inclinado o socavón. Orientación por un pozo vertical. Tarea de proyección. Tarea de enlace. Método de los triángulos. Método de los cuadriláteros. Método de Fox. Orientación por dos pozos verticales. Transmisión de la cota de la superficie a la mina. Dirección de las excavaciones mineras.

Habilidades principales a dominar

Conocer y aplicar los fundamentos preliminares de los métodos topográficos mineros que permitan realizar el plano topográfico y la orientación de una mina subterránea.

Bibliografía

Textos básicos

1. Belete Fuentes, O. Topografía. Editorial Félix Varela. 2014.
2. Ferrer Burgo, R. Topografía Minera I. Pueblo y Educación. 1984.
3. Ferrer Burgo, R. Topografía minera II. Pueblo y Educación. 1984.
4. Colectivo de autores. Topografía General y Aplicada. Tomo I. Editorial NPES. 1990.
5. Colectivo de autores. Topografía General y Aplicada. Tomo II. Editorial NPES. 1990.

Bibliografía complementaria

- Benítez, R. Topografía para Ingenieros Civiles. Tomo I. Editorial Pueblo y Educación. 1977.
- Benítez, R. Topografía para Ingenieros Civiles. Tomo II. Editorial Pueblo y Educación. 1978.

Aspectos positivos del Plan de Estudio E.

1. Los estudiantes gestionan su propio conocimiento
2. Mayor vínculo entre las asignaturas que se imparten
3. Solo necesitan cuatro años para graduarse

CAPÍTULO II. CARACTERIZACIÓN DE LAS GUÍAS DE ESTUDIO

2.1 Características generales de la guía de estudio

Una guía de estudio es una estrategia para estudiar una asignatura o tema específico. Dentro de ella se utilizan técnicas como los mapas conceptuales, esquemas, tablas comparativas o técnicas de memorización. (Azpeita, 2000)

Uno de los aspectos más ventajosos de las guías de estudio es que las técnicas que se utilizan son variadas. Es decir, no existe discriminación hacia ninguna técnica de aprendizaje. Esto las hace adaptables a los procesos de aprendizaje de cualquier individuo.

Las guías de estudio son estrategias muy personales, por tanto es importante que sea el usuario el que las construya.

Tipos de guías en los procesos de aprendizaje

Es posible hacer una guía sobre cualquier tema, desde una receta de cocina hasta instrucciones para armar un motor. En el área educativa las guías no se limitan a las de estudio, sino que también tienen otras funciones. (Díaz, 1999)

Las guías motivacionales son un ejemplo de esto, y resultan muy útiles para situaciones en las que el alumno no está enfocado ni demuestra interés en el alumno. En el área educativa también son comunes las guías de aprendizaje, elaboradas por el docente y generalmente son usadas para guiar las clases.

Las guías de síntesis son herramientas que se utilizan en el aula. Consiste en realizar una lista de los conceptos aprendidos en la sesión de clases. De esta forma se logran dos objetivos; repasar los conocimientos aprendidos e iniciar una guía de estudio más elaborada.

Funciones y características de la redacción de la Guía de Estudio

Entre las principales funciones de la Guía de Estudio están las siguientes:

- Contiene indicaciones sobre cómo abordar la bibliografía básica y otros materiales de estudio, así como, la forma de relacionar las distintas fuentes de información, por lo que ejerce una función articuladora del sistema de medio de enseñanza.
- Debe contribuir a orientar el aprendizaje de los estudiantes, desarrollar la capacidad de aprender, enseñar al alumno a pensar, a orientarse independientemente, despertar su creatividad y a desenvolverse en el aprendizaje colaborativo, lo que lo convierte en un medio fundamental de comunicación pedagógica entre los profesores y los estudiantes. Tal condición exige un cuidadoso diseño y elaboración.
- Es importante que propicie la formación integral del estudiante, el fortalecimiento de sus valores, su educación patriótica y humanista, su desarrollo como activista de la Revolución Socialista, así como la orientación profesional de los estudios que realiza.
- Estimular el proceso de aprendizaje suscitando motivaciones que animen a emprender el esfuerzo y a renovarlo en cada etapa, permitir que en el educando se despierte el espíritu de búsqueda e indagación, así como facilitar el autocontrol del proceso por el estudiante posibilitando la retroalimentación y la autoevaluación.
- Debe responder en su organización a los distintos momentos del proceso de aprendizaje que tiene que realizar el estudiante para favorecer el estudio independiente, por lo que facilita de forma concreta, tema a tema dicho proceso.
- La Guía de Estudio además debe tener en cuenta el amplio acceso de la matrícula, la diversidad de las fuentes de ingresos, los diferentes escenarios educativos que caracterizan a la modalidad semipresencial y ofrecer la posibilidad de que el alumno marche a su propio ritmo. (Díaz, 1999)

Para redactar una Guía de Estudio.

- El lenguaje debe ser sencillo, fluido, claro, utilizar verbos de acción en voz activa y preferentemente en presente, adecuado al desarrollo intelectual y psicológico del lector, dentro de los límites que impone el rigor científico y el lenguaje culto literario. Las frases deben ser cortas, claras y directas; porque largas abarrotadas de información confunden al estudiante.
- La estructuración del párrafo debe elaborarse en torno a una frase clave que contenga la idea principal. Pausas entre párrafo sirve para que el alumno reflexione sobre lo que está estudiando.
- El que escribe, debe exigirse a sí mismo la rigurosa aplicación de las normas ortográficas y sintácticas, una cuidadosa selección de ideas, la estructuración coherente de los párrafos y una gran variedad léxica.

¿Cómo crear una guía de estudio?

No existe una fórmula exacta para hacer una guía de estudio, pero hay pasos que deben cumplirse para que asegurar su efectividad.

Para elaborar una guía es necesario saber que el contenido de estudio se clasifica en teórico o de “saber” (*¿Qué?*) y práctico o de “saber hacer” (*¿Cómo?*). Las unidades teóricas requieren el aprendizaje de conceptos, datos, hechos, principios, teoremas, acontecimientos, lugares. (Díaz Osorio, José Jaime. 2005).

Las unidades prácticas requieren el aprendizaje de procedimientos, para la solución de problemas, la elaboración de ensayos, análisis de textos, construcción de oraciones, o cualquier otra actividad práctica. (Jaime, 2005)

Identifica los temas a estudiar

Las guías de estudio se fundamentan en la planificación, por tanto es necesario priorizar los temas que resulten más dificultosos al estudio.

Diseña tu guía de estudio

Cuando se establece cuál es el área de estudio, se debe diseñar una guía de acuerdo al tema y a la forma de aprendizaje del individuo.

Recopila las notas y fuentes

Busca y organiza la información de las notas de clases, los esquemas del docente y las fuentes bibliográficas recomendadas. Estas se convertirán en la fuente de la información que se usa en la guía.

Revisa toda la información

Para hacer la guía de estudio es necesario estudiar. Entonces toda la información recopilada debe ser leída y seleccionada. Para memorizar se pueden utilizar técnicas de memorización.

2.2 Componentes de las Guías de Estudio

La organización de la guía tiene como funciones: motivar al estudiante, informándole de los contenidos y utilidad de la misma y proporcionar instrucciones claras para un mejor uso y aprovechamiento de este instrumento y de sus cualidades, y debe tener los siguientes elementos: (Pinillo, 2005)

- I. Denominación de la guía y presentación de los autores.
- II. Índice.
- III. Introducción general.
- IV. Orientación para el estudio por unidades didácticas, que a su vez comprende la siguiente estructura:
 1. Título.
 2. Objetivos específicos.
 3. Requisitos previos.
 4. Introducción.
 5. Desarrollo de las orientaciones para el estudio. Actividades.
 6. Resumen.

7. Ejercicios de autoevaluación.
8. Soluciones a los ejercicios de autoevaluación.
9. Materiales complementarios.
10. Información sobre la próxima unidad didáctica.
11. Glosario (Opcional y puede ubicarse al final de la GE).

Descripción de cada elemento:

I. La denominación de la guía y la presentación de los autores, debe encabezar la guía de estudio, debe coincidir con la asignatura o curso y si consta de varias partes, aclarar de cual se trata.

II. El Índice debe figurar al principio de la guía de estudio, como forma de presentación de los tópicos que se abordarán, no obstante el colectivo de autores puede decidir que aparezca al final de la guía. Es importante que sus títulos coincidan plenamente con los diferentes partes de las mismas y particularmente con los temas y unidades didácticas.

III. Introducción general, debe expresar el papel de la asignatura o del curso dentro del plan de estudio, exponer el interés, la utilidad y características de la materia, así como la importancia que tiene para la profesión. La introducción debe ser motivadora y esclarecedora, abordando entre otros aspectos lo siguiente:

- Enunciar claramente los objetivos generales de la asignatura o curso, ellos sirven de marco general, para que se tenga en cuenta las finalidades de la asignatura o curso integrando conocimiento, habilidades y valores.
- Expresar los conocimientos previos y habilidades requeridos para el estudio de la asignatura o curso. Se indicarán los textos u otros materiales que deben cubrir los aspectos fundamentales previos al inicio del estudio de dicha asignatura o curso.

- Explicar la importancia del texto básico o de las fuentes de información básica según sea el caso, para el proceso de aprendizaje de la asignatura o curso.
- Dejar claro los materiales complementarios que se consideren necesarios, especificándose los soportes desde los que se podrán acceder a la información.
- Realizar recomendaciones para hacer una buena planificación y organización del aprendizaje.
- Analizar los criterios generales de evaluación. Cómo se realizarán las evaluaciones parciales y la evaluación final de la asignatura o curso. Destacar la importancia de las actividades y ejercicios de autoevaluación. Aclarar el manejo que se hará de las actividades y ejercicios que se orientarán para los encuentros presenciales.
- Se detallará el temario concibiendo los contenidos como un documento integrado que permita la visión general de la asignatura o curso y su estructura en temas y unidades didácticas.

IV. Las orientaciones para el estudio y el desarrollo de las actividades para el aprendizaje, que como antes se planteó, se abordan por unidades didácticas que respondan a objetos de aprendizaje bien delimitados que puedan ser vencidos por los estudiantes con una racional dedicación al estudio.

Esta estructura posibilita una mejor organización del aprendizaje, permite que al concluir el estudio de una determinada unidad, el estudiante haya adquirido conocimientos, desarrollado habilidades y reforzado valores, mediante la realización de las actividades y ejercicios de autoevaluación.

V. Bibliografía: deben aparecer citadas las obras fundamentales que sirvieron de referente para la escritura de la guía ordenadas alfabéticamente, pues permite al estudiante saber cuáles fueron las fuentes, y ampliar el horizonte de aprendizaje. Debe emplearse la norma cubana en su tratamiento.

La principal bibliografía para la escritura de la guía de estudio es el texto básico o las fuentes de información básicas, aunque puede añadirse materiales complementarios que fortalezcan y actualicen el trabajo.

2.3 Fundamentación de la asignatura

La asignatura es la encargada de dar los conocimientos básicos y formar las habilidades para el desempeño del profesional de la Ingeniería de Minas, relacionados con los conceptos y elementos generales de la topografía general y la topografía minera.

La guía de estudio pretende que los estudiantes sean capaces de adquirir mayores conocimientos de la Topografía Minera de una manera más didáctica, que gestionen su propio conocimiento y que valoren su importancia en los procesos mineros de la minería actual.

CAPITULO III. GUÍA DE ESTUDIO DE LA ASIGNATURA TOPOGRAFIA MINERA

3.1 Descripción general de la guía de estudio

Para la elaboración de la guía fue necesario recopilar toda la información posible de Topografía y de redacción de guías de estudio, además se continuó la metodología descrita en el acápite de componentes de la guía de estudio.

Se presentó una introducción a la Topografía Minera como ciencia básica de los procesos mineros, se definieron los objetivos, sistemas de conocimientos y habilidades de la asignatura. En su desarrollo se describió todo lo referido a cada tema de la asignatura y se realizó un ejercicio integrador con una explicación en detalle de su vía de solución.



Instituto Superior Minero Metalúrgico de Moa

"Dr. Antonio Núñez Jiménez"

Facultad Geología-Minas

Departamento Minas

GUÍA DE ESTUDIO DE LA ASIGNATURA TOPOGRAFÍA MINERA

Autor: Luis Alberto Ramírez Meléndez

Curso 2018-2019

Introducción General

La minería ha estado inmersa en un desarrollo constante de su tecnología para su explotación, su capacidad de darle a la sociedad los medios indispensables para que el ser humano se sienta en armonía total con estos cambios y su fuerte choque con la naturaleza, hacen que el hombre busque un mayor control del trabajo que realizan.

La topografía es la ciencia encargada de mantener el control de todos estos procesos con la utilización de mapas, software y equipos de última generación, pero para una mejor eficiencia se debe tener conocimientos suficientes y necesarios de esta disciplina.

Resulta de gran interés el estudio de la Topografía Minera para acelerar el desarrollo de la minería en Cuba. Esta asignatura pertenece a la disciplina geomecánica y se imparte (según el nuevo plan de estudio E) en el primer año del segundo semestre de la carrera Ingeniería en Minas. Es la encargada de dar las habilidades necesarias a los estudiantes para la interpretación racional de los procesos mineros.

Cuenta con tres temas fundamentales de estudio: un primer tema que es el encargado de dar los conocimientos suficientes de la Topografía General, es decir, el trabajo con mapas, planos, cálculo de las coordenadas de un punto, los métodos de orientación, las tareas topográficas y los métodos de densificación, todo lo necesario para ubicarnos en el terreno; el segundo tema es referido a los trabajos mineros a cielo abierto, donde se realizan perfiles de canteras, se calculan las proporciones de los taludes, los elementos de replanteo y se realizan modelos digitales de la cantera con ayuda del software AutoCAD Civil 3D; ya en el tercer tema se estudia la explotación subterránea en donde los estudiantes conocerán como llevar las coordenadas a l subterráneo de acuerdo al método de apertura a emplear, además, se encuentran los volúmenes de extracción utilizando el software antes mencionado.

La asignatura cuenta con 100 horas clase y comprende 32 horas de conferencias, 50 de clase práctica, 14 de laboratorio y cuatro de taller. Las evaluaciones son frecuentes, con preguntas orales y escrita, además cuenta con dos pruebas parciales, una del tema uno y otra del tema tres, una tarea extraclase del tema dos y su evaluación final es una prueba final escrita. La bibliografía está en formato duro y en formato digital, además de contar con la plataforma Moodle para una fácil interacción.

Objetivos generales de la asignatura

Desarrollar en los estudiantes un adecuado poder de análisis que permita aplicar los conocimientos adquiridos en las disímiles condiciones en que se desarrollan los trabajos topográficos en la minería. Desarrollar en los estudiantes la conciencia de la necesidad de aplicar consecuentemente las normas de seguridad e higiene en el trabajo de campo.

Conocimientos esenciales a adquirir

Empleo de la topografía en los trabajos mineros de superficie, de construcción y de explotación subterránea.

Habilidades principales a dominar

Realizar diferentes trabajos topográficos para el desarrollo de trabajos tanto en la superficie como en condiciones subterráneas tomando las medidas pertinentes para disminuir o eliminar la afectación al medio. Empleo de las técnicas de cómputo. Desarrollar técnicas topográficas para garantizar la adecuada preparación ingeniera del terreno.

Los valores fundamentales de la Disciplina a los que tributa son: solidaridad humana, sostenibilidad, profesionalidad, responsabilidad, laboriosidad, honestidad, honradez, dignidad, antimperialismo y compromiso.

Plan temático

La asignatura Topografía Minera presenta la siguiente distribución temática, como se muestra en la siguiente tabla 1:

Tabla 1. Distribución temática de la asignatura Topografía Minera

Temas	Descripción	Distribución de horas clase (h/c) por método de enseñanza			
		Conferencia (c)	Clase práctica (c/p)	Laboratorio (Lab)	Taller (T)
I.	Elementos de Topografía General.	12	16	8	4
II.	Trabajos Topográficos aplicados a la explotación minera a cielo abierto.	10	14	6	-
III.	Trabajos Topográficos aplicados a la explotación minera subterránea.	10	20	-	-
Total		32 h/c	50 h/c	14 h/c	4 h/c
		100 h/c			

Tabla 1. Distribución temática de la asignatura Topografía Minera

Objetivos y contenidos por tema

Tema I. Elementos de Topografía General.

Objetivo: desarrollar los conocimientos esenciales de la Topografía General, tales como; trabajo con mapas y planos en diferentes escalas, cálculo de acimut y rumbo, identificación y cálculo de las tareas topográficas, estudio de las redes geodésicas y sus procedimientos de cálculo, para que los estudiantes adquieran las habilidades necesarias en los diferentes escenarios de trabajo.

Sistema de conocimientos

- Introducción a la Topografía Minera
- Conceptos de Geodesia y Topografía. Relación con otras ciencias.
- Unidades de medida. Forma de la tierra, sistemas de referencias.
- Breve noción de cartografía. Proyecciones cartográficas.
- Proyección cónica conforme de Lambert. Proyección UTM o cilíndrica conforme de Gauss. Planificación Geodésica de Cuba.
- Sistemas de Coordenadas (Coordenadas Geográficas y Planas Rectangulares.
- Mapas y planos topográficos. Conceptos.
- Escala. Métodos de dibujo del relieve. Plano acotado, curvas de nivel, equidistancias, formas del relieve e interpolación de curvas de nivel.
- Orientación de líneas en el terreno.
- Ángulos de orientación. Relación entre los ángulos de orientación.
- Los rumbos y los ángulos en la tabla.
- Tareas topográficas (directa e inversa) aplicación a trabajos mineros, Pendiente.
- Equipos e instrumentos topográficos. Materialización de los puntos en el terreno.
- Medición directa de distancias. El teodolito y el nivel, sus partes.
- Otros equipos de Topografía. Estaciones Totales y GPS.

Sistema de habilidades

- Dominar los conceptos básicos y aplicarlos de forma correcta
- Trabajar con mapas y planos y definir las escalas
- Determinar las diferentes redes de apoyo

Tema II. Trabajos topográficos aplicados a la explotación minera a cielo abierto.

Objetivo: aplicar los conocimientos básicos de la Topografía General en los procesos mineros a cielo abierto, diseñar canteras y calcular sus parámetros esenciales, para que el estudiante visualice las diferentes etapas de la explotación a cielo abierto.

Sistema de conocimientos

- Introducción a los trabajos topográficos en canteras.
- Redes de apoyo en los trabajos en canteras.
- Planos de canteras, secciones y perfiles en canteras.
- Software Topográfico aplicado a los trabajos de minería AutoCAD Civil 3D. Interfaz de usuarios. Configuración. Manejo del mouse.
- Herramientas de dibujo de AutoCAD. Aplicaciones. Herramientas de modificación de AutoCAD. Trabajos con capas.
- Trabajo con datos tomados en campo. Importación y configuración de puntos COGO. Generación de MDT.

Sistema de habilidades:

- Dominar los conceptos básicos
- Calcular los parámetros esenciales
- Diseñar canteras de disimiles formas
- Maneja el Software Topográfico AutoCAD

Tema III. Trabajos topográficos aplicados a la explotación minera subterránea.

Objetivo: identificar y calcular los métodos de orientación subterráneos a partir del método de apertura, para que el estudiante se vincule con los trabajos de explotación subterráneos.

Sistema de conocimientos

- Introducción a los trabajos topográficos en obras subterráneas .Cálculo de volúmenes entre superficie y subterráneo en software AutoCAD Civil 3D.
- Interpretación de planos de obras subterráneas.
- Orientación a través de un pozo inclinado o socavón.
- Orientación por un pozo vertical. Tarea de proyección.
- Orientación por el método de los cuadriláteros.
- Aplicaciones del AutoCAD a proyectos de ingeniería.

Sistema de habilidades:

- Identificar los métodos de orientación subterráneo
- Calcular las coordenadas de un punto en el subterráneo
- Adquirir habilidades informáticas.

La asignatura tendrá el siguiente modo de evaluación:

Sistema de evaluación

- Preguntas orales y escritas
- Dos pruebas parcial, del tema I y tema III
- Tarea evaluativa del tema II

Evaluación final

- Examen final escrito

Bibliografía Básica

- Belette Fuentes, O. Topografía. Editorial Félix Varela. La Habana, 2014.
- Ferrer Burgo, R. Topografía Minera I. Editorial Pueblo y Educación. La Habana, 1984.
- Ferrer Burgo, R. Topografía Minera II. Editorial Pueblo y Educación. La Habana, 1984.

Bibliografía Complementaria

- Otaño Noguel, J. Nociones de Minería. Editorial Félix Varela. La Habana, 2013.
- Benítez, R. Topografía para Ingenieros Civiles. Tomo I. Editorial Pueblo y Educación. 1977.
- Benítez, R. Topografía para Ingenieros Civiles. Tomo II. Editorial Pueblo y Educación. 1977.
- Plataforma Moodle del ISMMM

Orientaciones por temas de la asignatura Topografía Minera

Tema I. Elementos de Topografía General.

El tema I es el encargado de preparar a los estudiantes para el estudio de la Topografía Minera. Comienza con la definición de los conceptos básicos a dominar, surgimiento de la topografía y su relación con otras ciencias. Además se analizan las unidades de medidas que se utilizan.

El estudio de la cartografía y las proyecciones cartográficas son un tema de vital importancia al mostrar los sistemas de coordenadas que se utilizan a nivel tanto internacional como nacional.

Trabajar con mapas y planos es uno de los objetivos a vencer por los estudiantes, de ahí que se le dedique mucha atención a este contenido, debido a que el ingeniero en minas trabaja con los desniveles del terreno para luego realizar obras

ingenieriles como rasantes para tuberías, plataformas de trabajo y transportadores de mineral.

Se estudian los métodos de orientación en el terreno (acimut y rumbo) y además las redes geodésicas, estas son las encargadas de mantener el control de que no existan imprecisiones que tributen a gastos económicos, pérdidas de vidas humanas y materiales en los trabajos de superficie, tanto en la minería como en las obras civiles. Estudia las tareas topográficas (directa e inversa) y los métodos de densificación (altimétricos y planímetros).

En el desarrollo del tema los estudiantes serán capaces de adquirir habilidades y tomar decisiones ingenieriles. Se pondrán a su disposición todo el contenido necesario y la bibliografía a consultar.

Estudio de caso

En un yacimiento laterítico se necesita construir un transportador de mineral para el transporte la mena laterítica hasta la planta de procesamiento. El mapa se encuentra en el anexo 1. Usted como ingeniero es el encargado de dirigir el proyecto y debe ejecutar las tareas siguientes:

- a) Construya un perfil longitudinal por el eje del trazado propuesto (punto de inicio y punto final del transportador)
 - Ubique en el plano las coordenadas del punto final del transportador x_2 : 695 158.00 m; y_2 : 223 930.00 m.
 - Escala Horizontal 1: 1000; Escala Vertical 1: 100
- b) Projete la rasante o cota de proyecto cumpliendo con un +5% de pendiente. Valore la variante más idónea para disminuir los trabajos de movimiento de tierra.
- c) Marque sobre la alineación del perfil el estacionado PK 0+120
- d) El yacimiento laterítico se encuentra en el municipio Mayarí de la provincia Holguín. Usted debe solicitar de la información cartográfica a la empresa Geocuba para analizar en todo el municipio de Mayarí el impacto ambiental que se va a generar en los trabajos constructivos. ¿Qué tipo de información

cartográfica solicitaría? ¿Qué sistema de coordenadas y proyección cartográfica se utiliza en la región?

- e) Calcule el acimut entre los puntos de inicio y final del transportador.
- f) Partiendo del punto inicial del transportador, proyecte un punto para ubicar las facilidades temporales de la obra. Es necesario calcular las coordenadas del punto y para eso tenemos:
 - Coordenadas del punto inicial del transportador
 - Acimut y distancia entre el punto inicial del transportador y el punto que se quiere determinar (facilidades temporales) $\alpha = 196^{\circ} 30' 42''$,
Distancia = 166,50 m
- g) Calcule el rumbo entre el punto inicial del transportador y las coordenadas del punto calculado (facilidades temporales)

Solución

Primero se necesita ubicar el punto final o dos en el mapa, para ello es necesario verificar la escala y las dimensiones de la cuadrícula de la forma siguiente:

La escala 1: 2000 significa que un centímetro equivale a 20, por lo tanto las cuadrículas son de 100 metros.

Ubicas el punto dos en la cuadrícula correspondiente teniendo en cuenta que lo sobrante de la coordenada se debe dividir entre 20 para llevarlo al mapa,

- a) El perfil longitudinal entre los puntos 1-2 se encuentra en el anexo 1.1

Para su construcción el eje (x) refleja la distancia, en tanto el eje (y) las alturas. El eje (x) se divide en centímetros y según la escala aumentan de 10 m en 10 m hasta llegar a 210. Para el eje (y) se toma la menor altura de las curvas desde los puntos 1 y 2, con este valor se comienza en el eje (y) y va aumentando en un metro cada centímetro que pase.

La altura de los puntos de inicio y fin del perfil se determina utilizando la ecuación siguiente (1):

$$h_1 = h_A \pm \Delta h_{A-1} \quad (1)$$

Donde:

h_1 - altura del punto 1 (m)

h_A - altura de la curva más cercana (A) al punto 1 (42 m)

Δh_{A-1} - diferencia de altura entre el punto 1 y la curva A, se determina por la ecuación (2):

$$\Delta h_{A-1} = \frac{\Delta h_{A-B} * d_{A-1}}{d_{A-B}} = \frac{+2 * 28}{60} = +0,9 \text{ m} \quad (2)$$

Δh_{A-B} - diferencia de altura de las curvas de nivel entre las que se encuentra el punto y se obtiene de la ecuación (3):

$$\Delta h_{A-B} = h_B - h_A = 44 - 42 = +2 \text{ m} \quad (3)$$

$$h_A = 42 \text{ m}$$

h_B - altura de la curva siguiente al punto (B), 44 m

d_{A-1} - distancia de punto 1 a la curva A, igual a 2,8 m

d_{A-B} - distancia entre las curva que enmarcan el punto 1, igual a 60 m

Sustituyendo en la ecuación (1) se obtiene:

$$h_1 = 42 + 0,9 = 42,9 \text{ m}$$

La altura del punto 2 la calculamos según la ecuación (4):

$$h_2 = h_C \pm \Delta h_{C-2} \quad (4)$$

Donde

Δh_{C-2} - diferencia de altura entre el punto 2 y la curva de nivel más cercana (C), se determina por la ecuación (5):

$$\Delta h_{C-2} = \frac{\Delta h_{C-D} * d_{C-2}}{d_{C-D}} = \frac{+2 * 6}{10,4} = +1,2 \text{ m} \quad (5)$$

Δh_{C-D} - diferencia de altura de las curvas de nivel entre las que se encuentra el punto 2, se determina por la ecuación (6):

$$\Delta h_{C-D} = h_D - h_C = 56 - 54 = +2 \text{ m} \quad (6)$$

h_C - altura de la curva de nivel más cercana al punto 2, igual a 54 m

h_D - altura de la siguiente curva de nivel (D), igual a 56 m

d_{C-2} - distancia desde la curva C al punto 2, igual a 6 m

d_{C-D} - distancia entre las curvas de nivel, igual a 10,4 m

Sustituyendo en la ecuación (4) se obtiene:

$$h_2 = 54 + 1,2 = 55,2 \text{ m}$$

El perfil comienza en el punto 1 con distancia cero, luego se va midiendo la distancia a cada curva de nivel interceptada (multiplicada por la escala) y se genera un punto (x;y), este procedimiento se realiza para cada curva de nivel interceptada hasta finalizar en el punto 2. Por último se unen todos los puntos y ya se tiene el perfil longitudinal.

b) Con el valor de pendiente dado se sustituye en la fórmula de pendiente (7) para encontrar la diferencia de nivel que debe de existir entre el punto 1 y el punto 2.

$$P(\%) = \frac{\Delta h}{D} * 100 \quad (7)$$

Despejando se obtiene la ecuación (8) para hallar Δh :

$$\Delta h = \frac{P(\%)*D}{100} = \frac{+5*210}{100} = +10,5 \text{ m} \quad (8)$$

Donde

Δh - diferencia de altura entre el punto 1 y el punto 2, m

$P(\%)$ - pendiente en por ciento entre el punto 1 y el punto 2, por dato es igual a +5%

D - distancia entre los puntos 1 y 2, igual a 210 m

Significa que entre el punto 1 y el punto 2 solo debe de haber 10,5 m de diferencia de altura, o sea, que si el punto 1 está a 42,9 m de altura el punto 2 tiene que tener 53,9 m de altura. Los estudiantes deben de presentar variantes óptimas para compensar los gastos de corte y relleno.

c) El estacionado PK+120 se determina dividiendo 120/20 y da como resultado que el estacionado PK+120 está a 6 cm del punto 1, luego se coloca este valor en el perfil y se traza una paralela al eje Y, donde corte a la trayectoria 1-2 es donde se sitúa el estacionado PK+120.

d) La información que solicitarías puede ser un mapa o plano topográfico. La proyección cartográfica que se utiliza es Cuba Norte.

e) Para el cálculo del acimut se utiliza la formula (9) siguiente:

$$\alpha_{1-2} = \tan^{-1}\left(\frac{\Delta x_{1-2}}{\Delta y_{1-2}}\right) \quad (9)$$

$$\alpha_{1-2} = \tan^{-1}\left(\frac{x_2-x_1}{y_2-y_1}\right)$$

$$\alpha_{1-2} = \tan^{-1}\left(\frac{-200}{+56}\right) = 74^{\circ}21'28''$$

Donde

Δx_{1-2} - diferencia de coordenada x entre el punto 2 y el 1, m

Δy_{1-2} - diferencia de coordenada y entre el punto 2 y el 1, m

x_2 : 695 158.00 m y_2 : 223 930.00 m

Las coordenadas del punto 1 se toman del mapa

x_1 : 695 358 m y_1 : 223 874 m

Los signos del Δx y del Δy indican que este valor es del rumbo en el cuarto cuadrante, por lo que se aplica la fórmula (10) de reducción:

$$\alpha_{1-2} = 360^\circ - R = 360^\circ - 74^\circ 21' 28'' = 285^\circ 38' 32'' \quad (10)$$

f) Para calcular las coordenadas del punto B se utiliza las ecuaciones (11 y 11.1) siguiente:

$$x_B = x_1 + d_{1-B} * \sin \alpha_{1-B} = 695\,358 + 166,50 * \sin 196^\circ 30' 42'' = 695\,310,7 \quad (11)$$

$$y_B = y_1 + d_{1-B} * \cos \alpha_{1-B} = 223\,874 + 166,50 * \cos 196^\circ 30' 42'' = 223\,714,4 \quad (11.1)$$

g) El cálculo del rumbo entre en el punto inicial del transportador y en punto encontrado solo se tiene que situar el acimut en el cuadrante que este y aplicar la fórmula de reducción del cuadrante. El acimut se encuentra en el tercer cuadrante por lo que su fórmula de reducción es (12):

$$R = \alpha_{1-B} - 180^\circ = 196^\circ 30' 42'' - 180^\circ = S16^\circ 30' 42'' W \quad (12)$$

Donde

α_{1-B} - acimut del punto 1 al punto B, por dato es igual a $196^\circ 30' 42''$

Tema II. Trabajos topográficos aplicados a la explotación minera a cielo abierto.

Luego de terminar el estudio del tema I, los estudiantes estarán preparados para enfrentarse a los trabajos mineros a cielo abierto.

En el desarrollo del tema II, los estudiantes pondrán en práctica los conocimientos adquiridos en la asignatura Nociones de Minería. Tales como, conceptos de yacimiento, mena, cantera y gráficos de canteras.

Es importante que conozcan como diseñar canteras para una mayor explotación, calcularán las proporciones de los taludes, sus pendientes y el profesor les explica lo necesario que es este cálculo a la hora de utilizar un medio de transporte del mineral.

El profesor les brinda herramientas informáticas de diseño y los acerca al idioma inglés. En el laboratorio de informática comienza a estudiar el software AutoCAD Civil 3D y todas sus aplicaciones de diseño.

Estudio de Caso

Proyecte una cantera para materiales de la construcción teniendo en cuenta los datos siguientes:

Para la vista en planta la escala es 1:10 000

Dimensiones de la cuadrícula: 50 m

Punto inicial de la cuadrícula: $x=5\ 000\ m$ $y=7\ 000\ m$

Eje de la cantera: P_1 $x_1= 5\ 141,00\ m$ $y_1= 7\ 060,00\ m$ $z_1= 120,00\ m$

P_2 $x_2= 5\ 069,00\ m$ $y_2= 7\ 148,00\ m$

Longitud transversal de la cantera: 50 m

Altura del banco: 8, 334 m

Proporción del talud: 1,8:1

Plazoleta o berma de seguridad: 10 m

Proporción del último banco: 1:1

- a) Calcule la profundidad de la cantera.
- b) Calcule la pendiente del primer y último banco en porciento y conviértela en grado.
- c) Realice el perfil del eje 1-2 con escala horizontal 1:500 y escala vertical 1:500.
- d) Se necesita construir un transportador de mineral para la transportación desde el fondo de la cantera hasta la superficie. Diseñe una variante sobre el corte que cumpla con una pendiente de +2%.

Solución

Primero se debe realizar el dibujo en una red de cuadrícula, como la escala es de 1:1000, significa que un centímetro equivale a diez metros; por tanto las cuadrículas estarán unas de otras a $50/10=5$ cm.

Luego se fijan los puntos teniendo en cuenta la cuadrícula en que se encuentra, recuerda que a la hora de llevar un valor al plano debes dividir entre 10.

Se determina la distancia entre el punto 1 y el punto 2, ya sea midiendo en el plano y multiplicando por diez o por la fórmula de distancia entre dos puntos (13):

$$d_{1-2} = \sqrt{\Delta x_{1-2}^2 + \Delta y_{1-2}^2} \quad (13)$$

Esta distancia es de aproximadamente 113,54 metros.

Con ayuda de la proporción de talud 1,8:1 y la altura de los bancos encuentras las distancias de los taludes por la ecuación (14):

$$D = \Delta h * P_t \quad (14)$$

Donde

D - distancia del talud, m

Δh - altura del talud, igual a 1,8 m

P_t - proporción del talud, es de 1,8:1

Recuerda que la proporción de talud se da en la proporción H:V o V:H donde el valor de V siempre es uno, por lo tanto $P_t = 1,8$. Sustituyendo en la ecuación (14) se tiene que la distancia del talud es de 15 m.

En el caso del último escalón sucede que varía la altura pues la distancia es de 13,54 m para poder cerrar correctamente la distancia final de 113,54 m. Este talud tiene como proporción 1:1, por lo tanto su altura calculada es de (14.1):

$$\Delta h = \frac{D}{P_t} = \frac{13,54}{1} = 13,54 \text{ m} \quad (14.1)$$

a) Para el cálculo de la profundidad de la cantera se tiene que tener en cuenta la cantidad de taludes de 8,334 m y el último de 13,54 m. Para este cálculo se plantea lo siguiente (15):

$$z_2 = z_1 - (8,334 * 4 + 13,54) = 73,124 \text{ m} \quad (15)$$

Donde

z_2 - profundidad de la cantera, m

z_1 - altura superior de la cantera, m

b) La pendiente en porciento se calcula despejando en la ecuación (7):

Primer talud

$$P(\%) = \frac{\Delta h}{D} * 100$$

Donde

Δh - altura del talud, igual a 8,334 m

D - distancia del talud, igual a 15 m

Como los taludes van en descenso entonces:

$$P(\%) = \frac{-8,334}{15} * 100 = -55,56\%$$

Para llevarla a grado se utiliza la siguiente ecuación (16):

$$P(^{\circ}) = \tan^{-1} \left(\frac{P(\%)}{100} \right) = -29^{\circ} \quad (16)$$

El último talud tiene como diferencia de altura -13,54 m y pendiente en porciento según la ecuación (7) es:

$$P(\%) = \frac{\Delta h}{D} * 100$$

$$P(\%) = \frac{-13,54}{15} * 100 = -90\%$$

Para llevarla a grado se utiliza la siguiente ecuación (16):

$$P(^{\circ}) = \tan^{-1} \left(\frac{P(\%)}{100} \right) = -41,98^{\circ} \approx -42^{\circ}$$

c) El perfil sobre el corte 1-2 se encuentra ubicado en el anexo 2.1

d) Con el valor de pendiente dado se sustituye en la fórmula (8) para encontrar la diferencia de nivel que debe de existir entre el punto 1 y el punto 2.

Sustituyendo se tiene que:

$$\Delta h = \frac{P(\%)*D}{100} = \frac{+2*113,54}{100} = +2,3 \text{ m}$$

Significa que entre el punto 1 y el punto 2 solo debe de haber 2,3 m de diferencia de altura, o sea, que si el punto 1 está a 120 m de altura el punto 2 tiene que tener 117,7 m de altura. Los estudiantes deben de presentar variantes óptimas para compensar los gastos de corte y relleno.

Tema III. Trabajos topográficos aplicados a la explotación minera subterránea.

El estudio del tema III gira alrededor del estudio de los métodos de apertura subterráneo. Luego de conocer estos métodos el profesor procede a definir los métodos de orientación subterráneo y sus condiciones de aplicación.

Con ayuda del software AutoCAD Civil 3D se diseñan los métodos de orientación para luego realizar el cálculo de las coordenadas de los puntos en el subterráneo. Además, el software permite realizar el cálculo de volúmenes de rocas extraídas.

Estudio de Caso

Durante la explotación de un yacimiento subterráneo los ingenieros a cargo han necesitado conocer las coordenadas de dos puntos ubicados en una misma galería para realizar el replanteo de la galería para prever posibles errores de precisión.

- a) ¿Qué método de orientación usted utilizaría? Realice el dibujo indicado del método.
- b) Calcule las coordenadas de los puntos C₁ y D₁ con los datos siguientes:

Datos:

<u>Superficie</u>	<u>Subterráneo</u>
a=8.051m	a ₁ =3.184m
b=5.031m	b ₁ =6.085m
c=3.022m	c ₁ =3.024m
$\gamma = 1^{\circ}04'43''$	$\gamma_1 = 10^{\circ}05'32''$
X _D =9561.0m	d ₁ =39.205m
Y _D =1200m	$\omega_1 = 181^{\circ}10'30''$
d=31.210m	$\alpha_{DC} = 05^{\circ}03'09''$

Solución

a) El método de orientación al cual se hace referencia es el geométrico y dentro de este el que se utiliza a partir del método de apertura es a través de un pozo vertical con variante de triangulo de enlace.

La figura a emplear se encuentra en el anexo 3.

b) Se inicia el cálculo resolviendo los triángulos en la superficie y en el subterráneo, este se realiza en las siguientes tablas (2 y 2.1) siguiendo la metodología siguiente:

- Calcular los ángulos α y β (17):

$$\begin{aligned} \sin \alpha &= \frac{a \cdot \sin \gamma}{c} & \sin \alpha_1 &= \frac{a_1 \cdot \sin \gamma_1}{c_1} \\ \sin \beta &= \frac{b \cdot \sin \gamma}{c} & \sin \beta_1 &= \frac{b_1 \cdot \sin \gamma_1}{c_1} \end{aligned} \quad (17)$$

Donde

a, a₁, b, b₁, c y c₁- son las distancias de los lados de los triángulos.

- Calcular el error de cierre angular (18):

$$w_B = 180^\circ - (\alpha + \beta + \gamma) \quad (18)$$

$$w_{B1} = 180^\circ - (\alpha_1 + \beta_1 + \gamma_1)$$

Donde

$\alpha, \beta, \gamma, \alpha_1, \beta_1, \gamma_1$ – son los ángulos interiores de los triángulos.

Nota: Si el error es menor de 10'' se aplica la corrección, de no serlo se tiene que volver a realizar el proceso de medición.

- Realizar la corrección de los ángulos (19):

$$c_{w_B} = -\frac{w_B}{n} \quad (19)$$

- Calcular los acimutes de los lados
- Calcular las coordenadas del punto C₁ por ambos lados

El Δx y el Δy del punto C₁ con las coordenadas encontradas por ambos lados debe ser menor o igual a siete milímetros. De serlo, la x y del punto C₁ es igual al promedio de los dos valores encontrados. En el caso que la diferencia sea mayor de siete milímetro se tiene que repetir todos los cálculos.

Tabla 2 Cálculo del triángulo en la superficie

Triángulo superficial								
1	A	8.051	4	γ	1°04'43"	17	$\text{Cos } \gamma$	0.999822809
2	B	5.031	10	$\alpha = 180^\circ - \alpha'$	177°7'31.45"	18	-2ab	81.009162
3	C	3.022	11	β	1°47'45.06"	19	a ²	64.818601
5	$\text{Sin } \gamma$	0.018824203	12	$\gamma + \alpha + \beta$	179°59'59.5"	20	b ²	25.310961
6	$\frac{\text{Sin } \gamma}{c}$	0.006229054		Angulo	verificado	21	Cc ²	9.1347541
7	$\text{sin } \alpha$	0.050150119	13	γ	1°04'43"	22	C _c	3.022375572
8	α'	2°52'28.55"	14	α	177°7'31.45"	23	C _m	3.022
9	$\text{sin } \beta$	0.031338374	15	β	1°47'45.06"	24	C _c -C _m	0.000375572
			16	$\gamma + \alpha + \beta$	179°59'59.5"		admisible	0.003

Tabla 2 Cálculo del triángulo en la superficie

Tabla 2.1 Cálculo del triángulo en el subterráneo

Triángulo subterráneo								
1	a_1	3.184	4	γ_1	10°05'32"	17	$\text{Cos } \gamma_1$	0.984526976
2	b_1	6.085	10	α_1	10°37'56.12"	18	-2 a ₁ b ₁	38.74928
3	c_1	3.024	11	$\beta_1 = 180 - \beta'_1$	159°21'10.6"	19	a ₁ ²	10.137856
5	$\text{sin } \gamma_1$		12	$\gamma_1 + \alpha_1 + \beta_1$	180°04'38.74"	20	b ₁ ²	37.027225
6	$\frac{\text{Sin } \gamma_1}{c_1}$			Ángulos	Verificados	21	C _{c1} ²	9.015369518
7	$\text{Sin } \alpha_1$		13	γ_1	10°05'32"	22	C _{c1}	3.002560494
8	$\text{Sin } \beta_1$		14	α_1	10°37'56.12"	23	C _{m1}	3.024
9	β_1		15	β_1	159°21'10.6"	24	C _{c1} -C _{m1}	0.021790063
			16	$\gamma_1 + \alpha_1 + \beta_1$	180°04'38.74"		Adm.	0.005

Tabla 2.1 Cálculo del triángulo en el subterráneo

Cálculo del acimut C_1-D_1 (20)

$$\alpha_{C-B} = \alpha_{D-C} + \angle DCB \pm 180^\circ$$

$$\alpha_{C-B} = 31^\circ 05' 30''$$

$$\alpha_{B_1-C_1} = \alpha_{C-B} - (\beta + \beta_1) \pm 180^\circ$$

$$\alpha_{B_1-C_1} = 8^\circ 38' 55.54''$$

$$\alpha_{C_1-D_1} = \alpha_{B_1-C_1} + \angle BC_1D_1 \pm 180^\circ \quad (20)$$

$$\alpha_{C_1-D_1} = 9^\circ 49' 25.54''$$

Cálculo de las coordenadas (21):

$$X_{C_1} = X_D + d * \sin \alpha_{D-C} + a * \sin \alpha_{C-D} + a_1 * \sin \alpha_{B_1-C_1} \quad (21)$$

$$X_{C_1} = 9\,568.385 \text{ m}$$

$$Y_{C_1} = Y_D + d * \cos \alpha_{D-C} + a * \cos \alpha_{C-B} + a_1 * \cos \alpha_{B_1-C_1}$$

$$Y_{C_1} = 1\,241.130 \text{ m}$$

Las coordenadas del punto D_1 la calculamos por la expresión (22):

$$X_{D_1} = X_{C_1} + d_1 * \sin \alpha_{C_1-D_1} \quad (22)$$

$$X_{D_1} = 9\,575.074 \text{ m}$$

$$Y_{D_1} = Y_{C_1} + d_1 * \cos \alpha_{C_1-D_1}$$

$$Y_{D_1} = 1\,279.761 \text{ m}$$

Sustituyendo los valores

$$X_{D_1} = 9\,575.074 \text{ m}$$

$$Y_{D_1} = 1\,279.761 \text{ m}$$

Coordenadas punto $(X_{D_1}; Y_{D_1})$

$(9575.074; 1279.761)$

CONCLUSIONES

- La Guía de Estudio eleva el proceso educativo-instructivo al brindar de una manera más didáctica los conocimientos generales de la asignatura.
- El Plan de Estudio E permite a los estudiantes gestionar sus propios conocimientos y los convoca a la dedicación de una mayor cantidad de horas de estudio.
- Con la creación de la Guía de Estudio los estudiantes pondrán realizar su preparación anticipada de la asignatura de manera semipresencial.

RECOMENDACIONES

- Implementar los resultados de la tesis en el próximo curso escolar.
- Tener en cuenta esta Guía de Estudio para realizar las futuras guías de estudios de otras asignaturas de la carrera.
- Prestar mayor atención en lo recibido y no en lo impartido.

BIBLIOGRAFÍA

Álvarez, Y. (2007). *Propuesta de la Guía de estudio para la asignatura administración financiera gubernamental en la carrera Licenciatura en Contabilidad y Finanzas*. Moa: Instituto Superior Minero Metalúrgico (ISMM).

Azpeita, R. U. (2000). *La guía de estudio, función y construcción*. México: Dirección de Educación a Distancia UAEM.

Benítez, R. (1977). *Topografía para Ingenieros Civiles. Tomo I*. La Habana: Pueblo y Educación.

Benítez, R. (1978). *Topografía para Ingenieros Civiles. Tomo II*. La Habana: Pueblo y Educación.

Carcasés, M. U. (2016). *Normas para la presentación del Trabajo de Diploma de la carrera Ingeniería de Minas*. Moa.

Castellano, A. (2009). *Guía de estudio de la asignatura Sistema de Costos II en la carrera Contabilidad y Finanzas para el plan de estudio D*. Moa: Instituto Superior Minero Metalúrgico.

Colectivo de Autores. (1990). *Topografía General y Aplicada. Tomo II*. NPES.

Comisión Nacional de Carrera. (2007). *Proyecto Plan de estudio D de la carrera Ingeniería de Minas*.

Díaz, F. (1999). *Estrategias docentes para un aprendizaje significativo*. México: McGraw Hill.

Fuentes, O. B. (2014). *Topografía*. La Habana: Félix Varela.

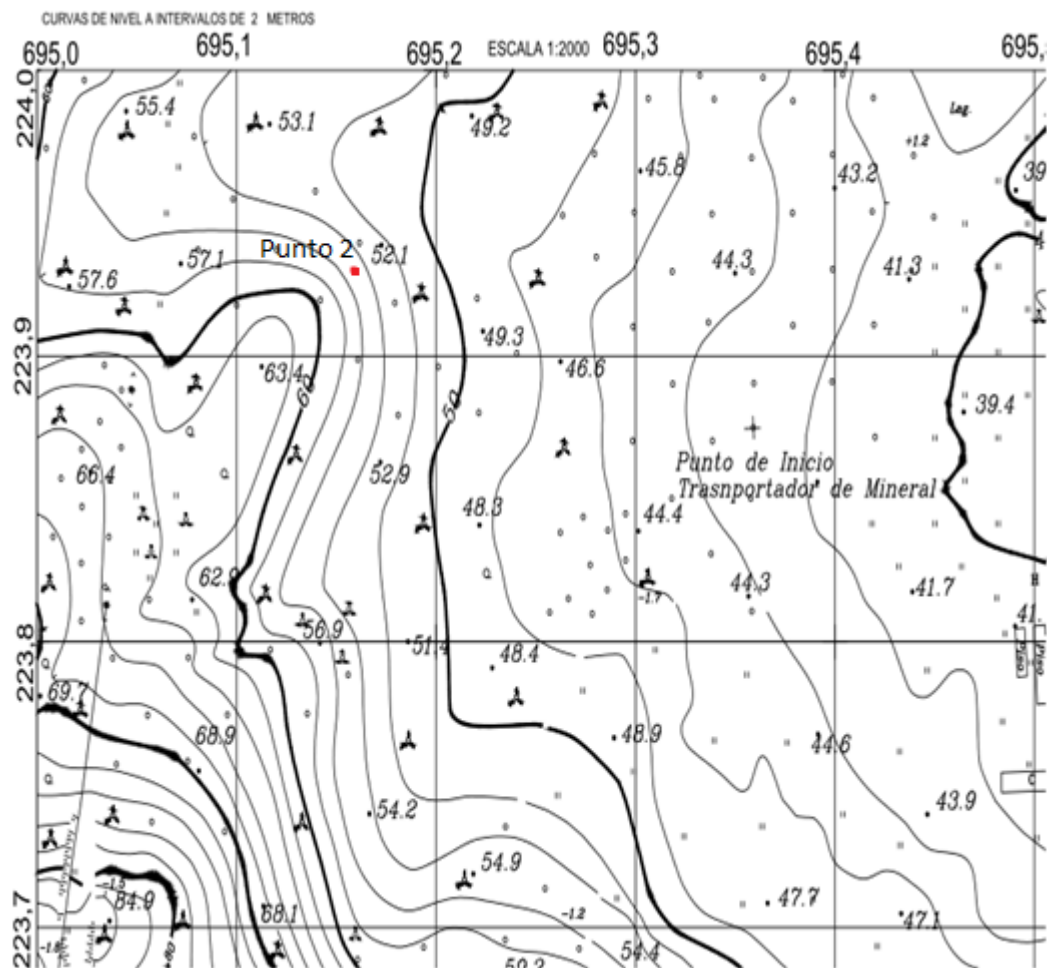
(2007). *Guía de estudio de la Dirección de Tecnología Educativa de MES*.

(2009). *Guía didáctica para la virtualización educativa en la Universidad de Chapingo*. Universidad Autónoma de Chapingo.

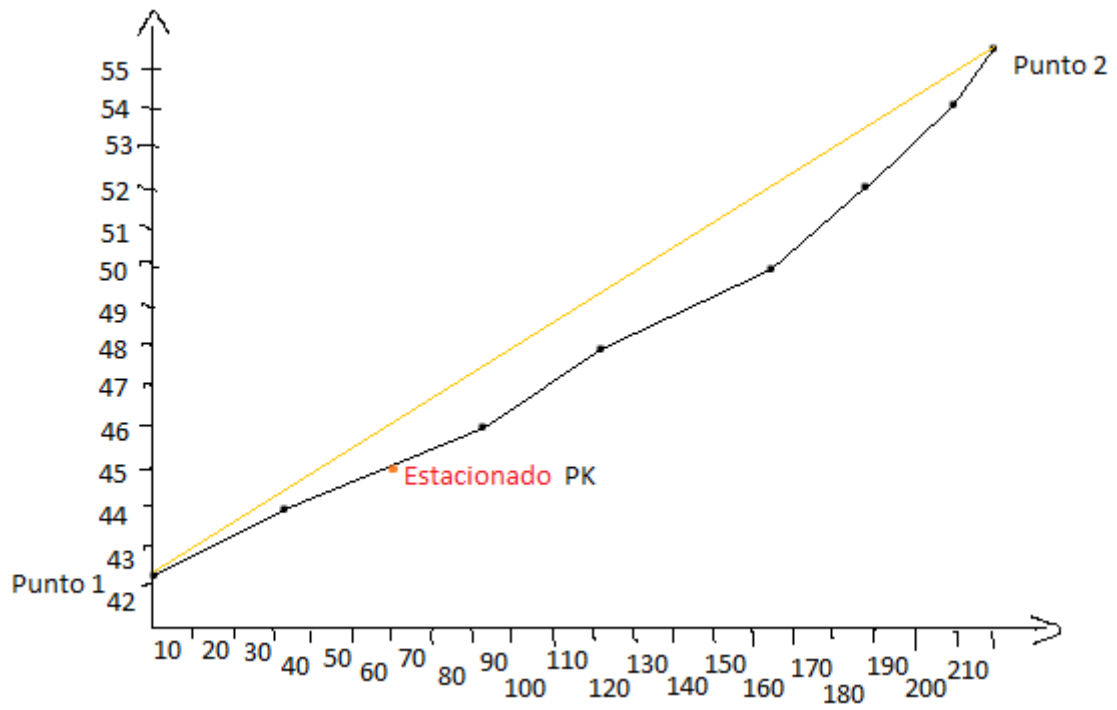
- Jaime, J. (2005). *Orientaciones para la elaboración de guías de estudio y trabajo*. Medellín: Fundación Universitaria.
- MES. (2006). *La modalidad semipresencial, Documento de trabajo (Versión: 25.09.06)*. Ministerio de Educación Superior.
- MES. (2007). *Orientaciones para la elaboración de la GE*. Ministerio de Educación Superior.
- MES. (2018). *Plan de estudio E en la carrera de Ingeniería de Minas para los cursos diurno y por encuentro*.
- Noguel, J. A. (2013). *Nociones de Minería*. La Habana: Félix Varela.
- Pinillo, A. (2005). *La guía de estudio como material didáctico en el aprendizaje significativo del estudiante. Orientaciones para su confección*. Disponible en: <http://www.ilustrados.com/tema/6885/guia-estudio-como-material-didactico-aprendizaje.html//>.
- Valencia. 2007. *Surgimiento de la Topografía*. España.

ANEXOS

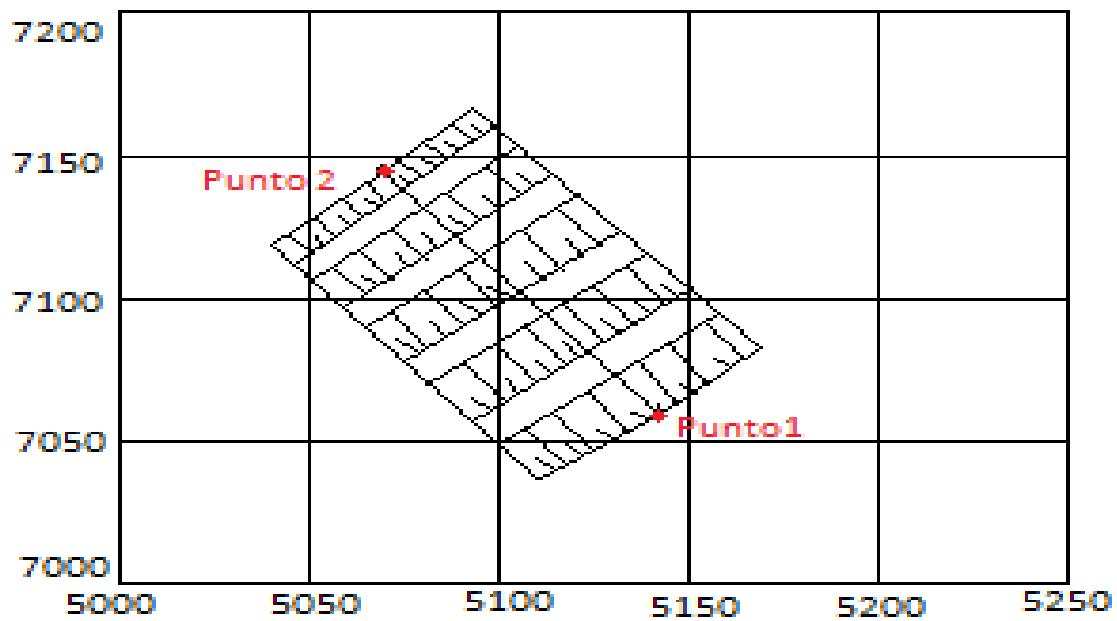
Anexo 1. Mapa topográfico del terreno



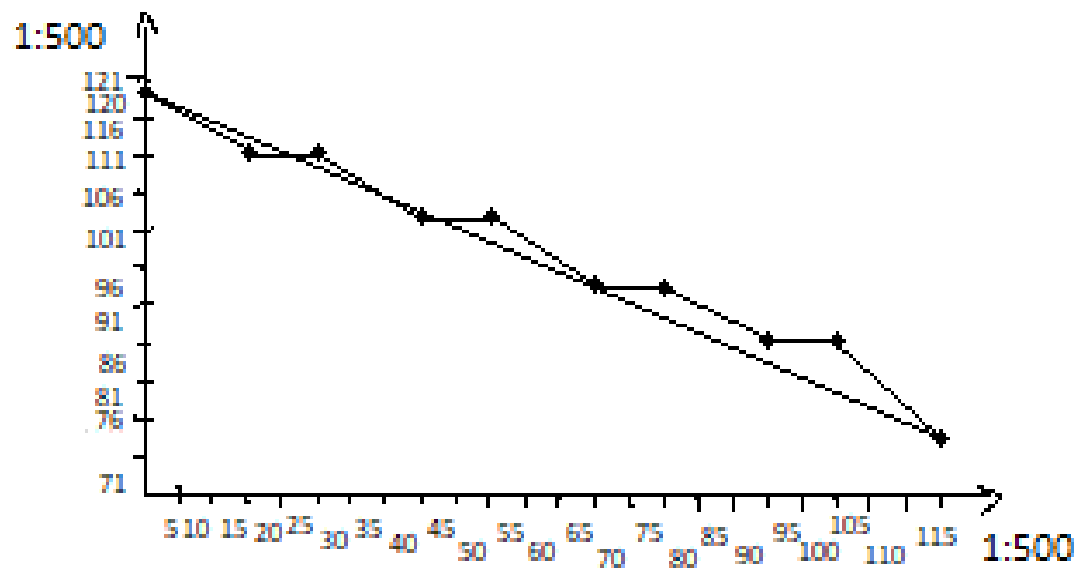
1.1 Perfil longitudinal de la alineación 1-2



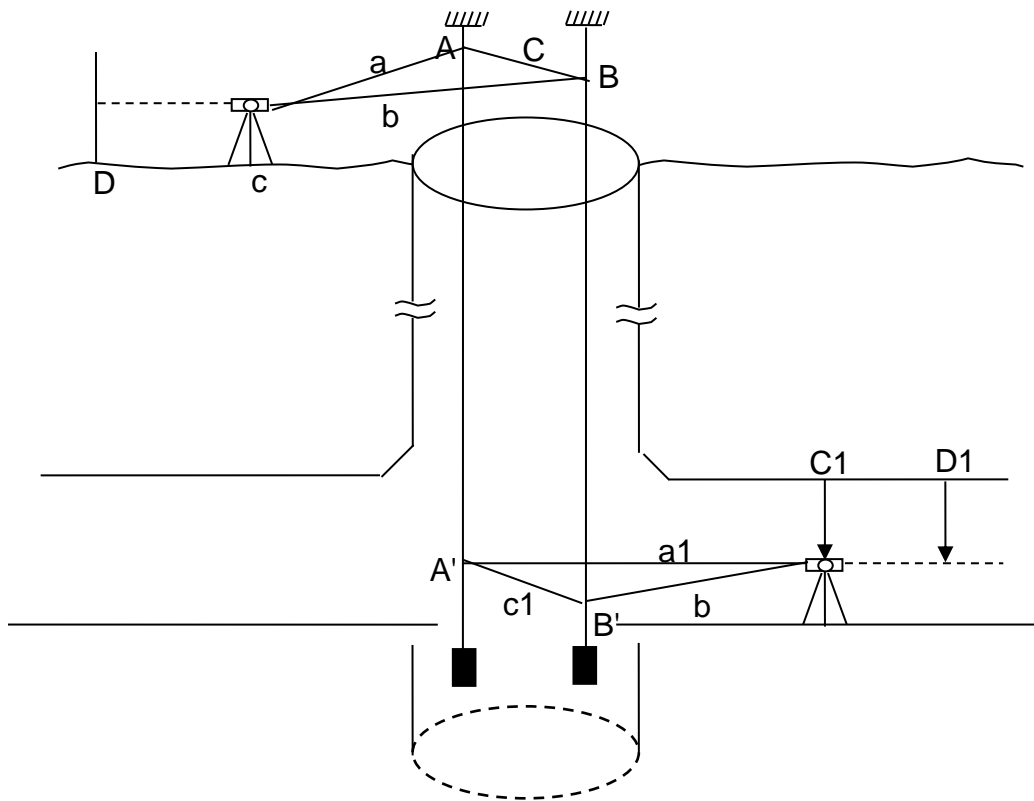
Anexo 2. Plano de cantera



2.1 Perfil de la alineación 1-2



Anexo 3. Método del triángulo de enlace



3.1 Vista en planta del método triángulo de enlace

