



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID
ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR
DE
INGENIEROS DE MINAS

Ríos Rosas, 21
28003 MADRID.

DEPARTAMENTO DE
EXPLOTACIÓN DE RECURSOS MINERALES Y OBRAS
SUBTERRÁNEAS

PROGRAMA DE LA ASIGNATURA

TOPOGRAFÍA Y SISTEMAS CARTOGRÁFICOS

Curso : 2º
Cuatrimestre : 2º
Carácter : Troncal

Créditos totales
Teóricos : 2,5
Prácticos : 3,5

PLAN DE ESTUDIOS 1996

Edición 3: 2003-09-22

TOPOGRAFÍA Y SISTEMAS CARTOGRÁFICOS : PROGRAMA

a) OBJETIVOS Y CONTENIDOS

BLOQUE 1: Conceptos generales

OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- 1.1 Conocer las características métricas y referenciales de la representación topográfica en forma de mapa gráfico o numérico.*
- 1.2 Localizar el apoyo geodésico o topográfico preexistente para hacer un levantamiento.*
- 1.3 Conocer la influencia de la esfericidad en la planimetría y la altimetría.*

CONTENIDOS:

1.1: INTRODUCCIÓN A LA TOPOGRAFÍA Y CIENCIAS AFINES.

- Concepto de Topografía, Cartografía y Geodesia.
- Modelo de Tierra plana, esférica, elipsoídica y geoidal.
- Coordenadas topográficas.
- Mapas, cartas y planos.
- La escala y su relación con la percepción visual.
- Levantamientos topográficos.
- Redes.

1.2: ERROR DE ESFERICIDAD

- Influencia del error de esfericidad en la planimetría
- Influencia del error de esfericidad en la altimetría
- Concepto de proyección topográfica

1.3: ELEMENTOS DE GEODESIA

- Concepto de Geodesia.
- Geodesia utilitaria.
- El geoide.
- Elipsoide de referencia
- Datum
- Redes geodésicas
- Red geodésica española.

BLOQUE 2: Instrumentación topográfica

OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- 2.1 *Seleccionar los instrumentos planimétricos o altimétricos adecuados para realizar un levantamiento.*
- 2.2 *Conocer y manejar un teodolito.*
- 2.3 *Conocer y manejar un nivel.*
- 2.4 *Conocer y manejar un distanciómetro.*
- 2.5 *Conocer y manejar un GPS*

CONTENIDOS:

2.1: ELEMENTOS COMUNES Y AUXILIARES DE LOS APARATOS TOPOGRÁFICOS.

- Trípodes
- Tornillos de presión y coincidencia
- Niveles y plataformas.
- Anteojos.

2.2: INSTRUMENTOS DE MEDIDA DE ÁNGULOS.

- Ángulos acimutales y cenitales.
- Esquema de un teodolito.
- Limbos.
- Condiciones que debe reunir un teodolito.

2.3: ERRORES EN LA MEDIDA DE ÁNGULOS

- Errores cometidos en un teodolito.
- Métodos de evitar los errores sistemáticos.
- Errores accidentales.
- Métodos para aumentar la precisión.

2.4: INSTRUMENTOS DE MEDIDA DE DISTANCIAS

- Medida directa de distancias: hilos y cintas de invar.
- Fundamento de la medición estadimétrica.
- Taquímetros.

2.5: INSTRUMENTOS DE MEDIDA ELECTROMAGNÉTICA DE DISTANCIAS

- Fundamento de la medida electromagnética de distancias.
- Medidores electroópticos y electrónicos.
- Correcciones y reducciones.
- Estaciones totales.

2.6: INSTRUMENTOS ALTIMÉTRICOS

- Fundamento de un nivel.
- Niveles de línea, automáticos y expeditos.
- Niveles de alta precisión.
- Miras altimétricas.
- Causas de error en los niveles.
- Error kilométrico.

2.7: INSTRUMENTOS DE POSICIONAMIENTO GLOBAL

- Fundamento de los GPS (Sistemas de Posicionamiento Global).
- Elementos que integran un sistema de posicionamiento global.
- Sistemas de medida utilizados en los GPS.
- Errores en las observaciones GPS.

BLOQUE 3: Métodos topográficos

OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- 3.1 Aplicar el método de radiación.*
- 3.2 Aplicar el método de itinerario.*
- 3.3 Aplicar el método de intersección.*
- 3.4 Aplicar el método de nivelación geométrica.*
- 3.5 Aplicar el método de nivelación trigonométrica*
- 3.6 Aplicar los métodos posicionamiento global.*
- 3.7 Aplicar los métodos de replanteo*

CONTENIDOS:

3.1: MÉTODOS DE RADIACIÓN E ITINERARIO

- Fundamento del método de radiación.
- Ventajas e inconvenientes del método de radiación.
- Limitación de los radios.
- Fundamento del método de itinerario.
- Tipos de itinerarios.
- Errores angular, lineal y de cierre.

3.2: MÉTODOS DE INTERSECCIÓN

- Fundamento del método de intersección directa.
- Elipse de tolerancia, error máximo, y longitud máxima de las visuales
- Cálculo y compensación de coordenadas.
- Fundamento del método de intersección inversa.
- Problema de Pothenot.
- Problema de Hansen.
- Compensaciones.

3.3: MÉTODOS ALTIMÉTRICOS

- Tipos de nivelación.
- Métodos de nivelación geométrica.
- Itinerarios altimétricos.
- Errores de cierre y kilométrico.
- Calculo de la longitud máxima de nivelada.
- Nivelación trigonométrica por ejes cortos.
- Nivelación trigonométrica a grandes distancias.

3.4: MÉTODOS DE POSICIONAMIENTO GLOBAL

- Sistemas básicos de medida con un GPS.
- Errores en las mediciones.
- Métodos de posicionamiento aplicables en Topografía.

3.4: REPLANTEOS

- Concepto de replanteo.
- Tipos de métodos de replanteo.
- Replanteo de alineaciones.

BLOQUE 4: Elementos de fotogrametría.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- 4.1 Describir las características y limitaciones de la utilización de la fotografía aérea.*
- 4.2 Aplicar la visión binocular estereoscópica.*
- 4.3 Conocer las características de los distintos elementos que intervienen en la toma fotogramétrica.*
- 4.4 Proyectar un levantamiento fotogramétrico de una zona.*

CONTENIDOS:

4.1: DEFINICIONES Y PRINCIPIOS BÁSICOS

- Objeto de la fotogrametría.
- Tipos de fotografías.
- Diferencias entre fotografía y mapa.
- Causas de deformación en los fotogramas.
- Desplazamiento debido al relieve.
- Desplazamiento debido a la inclinación.

4.2: EXPLOTACIÓN ESTEREOSCÓPICA DE LOS FOTOGRAMAS

- Visión binocular.
- Métodos de obtención de imágenes estereoscópicas.
- Estereoscopios.
- Paralajes.
- Principio de la marca flotante.
- Medida de la paralaje horizontal.
- Ecuación de la paralaje.
- Exageración vertical del relieve.

4.3: EL VUELO FOTOGRAMÉTRICO

- Características del avión.
- Cámaras aéreas métricas.
- Películas y filtros.
- Características geométricas de la cobertura.
- Plan de vuelo.

BLOQUE 5: Sistemas de representación y diseño cartográfico.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- 5.1 Conocer todas las alteraciones que aparecen en una representación plana de la Tierra.*
- 5.2 Transformar coordenadas UTM en geográficas y viceversa.*
- 5.3 Conocer las componentes y limitaciones de los elementos que intervienen en la confección de la cartografía temática.*

CONTENIDOS:

5.1: SISTEMAS DE PROYECCIÓN

- Representación plana de la superficie.
- Clasificación de las proyecciones.
- Alteraciones de los ángulos, longitudes y superficies.
- Proyecciones conformes.

5.2: PROYECCIÓN U.T.M.

- Fundamentos matemáticos.
- Análisis y cálculo de los elementos que se usan en la proyección.
- Transformación de coordenadas.
- Cuadrícula CUTM.

5.3: MODELOS NUMERICOS DEL TERRENO

- Concepto de modelo numérico del terreno.
- Clases de modelos numericos del terreno.
- Modelo numérico de alturas.
- Modelo numérico de pendientes.
- Modelo numérico de orientaciones.
- Modelo numérico de curvaturas.
- Modelo numerico de rugosidad.

5.4: SISTEMAS DE INFORMACION GEOGRAFICA

- Concepto de sistema de información geográfica.
- Datos georreferenciados.
- Modelos de estratos o capas.
- Codificación vectorial de los soportes.
- Codificación raster de los soportes.
- Organización en bases de datos de la componente temática.

5.5: DISEÑO CARTOGRÁFICO.

- El diseño cartográfico.
- La percepción visual de variables visuales.
- El color.
- Simbología.

- Mapas cualitativos y cuantitativos.
- Gráficos y diagramas.
- Cartografía temática.

BLOQUE 6: Aplicaciones mineras

OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

6.1 *Conocer la normativa vigente de demarcación minera.*

6.2 *Aplicar la normativa actual en su vertiente topográfica a los diferentes casos que se puedan presentar en minería a cielo abierto y subterránea.*

6.1: DEMARCACIÓN Y DESLINDES DE MINAS

- Legislación actual y evolución histórica del registro minero.
- Operaciones de demarcación.
- Demasías.
- Intrusiones mineras a cielo abierto y subterráneas.

b) BIBLIOGRAFÍA

BÁSICA:

- CHUECA PAZOS, M.. *Tratado de Topografía (3 tomos)*. Paraninfo, Madrid, 1996.
- DOMÍNGUEZ GARCÍA-TEJERO, F. *Topografía General y Aplicada*. MundiPrensa, Madrid, 1993.
- SGE. *Proyección Universal Transversa Mercator*. Talleres del Servicio Geográfico del Ejército, Madrid, 1976.
- TRIMBLE. *A guide to the next utility*. Trimble, Sunney Valey, 1989
- TRIMBLE. *Differential GPS explained*. Trimble, Sunney Valey, 1993

COMPLEMENTARIA:

- ASP. *Manual of photogrammetry*. ASPRS, Falls Church 1980.
- FERRER TORIO, R. et al. *Distanciometría Electrónica de Alta Precisión*. Univ. de Cantabria, Santander, 1991.
- LEICK, A. *GPS. Satellite surveying*. Wiley Interscience, Nueva York, 1990.
- NÚÑEZ GARCÍA DEL POZO, A. et al. *GPS la nueva era de la Topografía*. Ediciones Ciencias Sociales, Madrid, 1992.
- SANTOS MORA, A. *Topografía y replanteo de obras de ingeniería*. COITT, Madrid, 1995.

c) PRÁCTICAS EN GRUPOS REDUCIDOS:

Nº de prácticas por curso y alumno: 7 (4 obligatorias y 3 voluntarias)

Relación de contenidos:	<u>Lugar de realización</u>
Práctica Nº 1 (obligatoria): Conocimiento y manejo de un aparato topográfico. Nº de alumnos por grupo: 40 (4 máximo por aparato)	Campo.
Práctica Nº 2 (obligatoria): Radiación. Nº de alumnos por grupo: 40 (4 máximo por aparato)	Campo.
Práctica Nº 3 (voluntaria): Itinerario taquimétrico. Nº de alumnos por grupo: 40 (4 máximo por aparato)	Campo.
Práctica Nº 4 (voluntaria): Nivelación geométrica. Nº de alumnos por grupo: 40 (4 máximo por aparato)	Campo.
Práctica Nº 5 (voluntaria): GPS. Nº de alumnos por grupo: 40 (4 máximo por aparato)	Campo+Lab. Geomática.
Práctica Nº 6 (obligatoria): Visión binocular artificial. Nº de alumnos por grupo: 20 (individual)	Lab. Geomática.
Práctica Nº 7 (obligatoria): Análisis de la Cartografía. Nº de alumnos por grupo: 20 (individual)	Lab. Geomática.

d) PROCEDIMIENTO DE EVALUACIÓN:

La evaluación esta constituida por dos apartados:

Un primer apartado, la teoría, que se evaluará mediante un examen escrito que consistirá en un cuestionario de preguntas teórico-prácticas de contestación breve, preguntas de test de opciones múltiples y ejercicios de resolución numérica. El examen constará de cuatro bloques de preguntas cada uno con un peso:

Instrumentación: Bloques 1 y 2.

Métodos: Bloque 3.

Fotogrametría: Bloque 4.

Cartografía: Bloques 5 y 6.

El examen de teoría (NT) se valorará de 0 a 8 puntos.

$$NT = 0,2 \times INS + 0,2 \times MET + 0,2 \times CAR + 0,2 \times FOTO$$

NT : Nota de teoría (de 0 a 8)

INS : Nota de instrumentación (de 0 a 10)

MET : Nota de métodos (de 0 a 10)

CAR : Nota de cartografía (de 0 a 10)

FOTO : Nota de fotogrametría (de 0 a 10)

Un segundo apartado, las prácticas, que habrá que realizar y además presentar un informe escrito con los

resultados. Estas prácticas las hay de carácter obligatorio y voluntario. Las de carácter obligatorio se evaluarán como apto cuando el alumno supere unos mínimos y una vez declarado apto se valorarán de 0 a 2 puntos y las prácticas voluntarias de 0 a 3 puntos.

$$NPO = 0,2 \times (0,3 \times RAD + 0,1 \times VB + 0,6 \times AC)$$

NPO : Nota de las prácticas obligatorias (de 0 a 2)

RAD : Prácticas nº 1 y 2 (de 0 a 10)

VB : Práctica nº 6 (de 0 a 10)

AC : Práctica nº 7 (de 0 a 10)

$$NPV = 0,2 \times ITI + 0,05 \times NIV + 0,05 \times GPS$$

NPV : Nota de las prácticas voluntarias (de 0 a 3)

ITI : Práctica nº3 (de 0 a 10)

NIV : Práctica nº 4 (de 0 a 10)

GPS : Práctica nº 5 (de 0 a 10)

La nota final de la asignatura se obtiene sumando la nota de teoría más las notas de prácticas:

$$\text{Nota asignatura} = NT + NPO + NPV$$

Con las siguientes condiciones:

El alumno tiene que estar apto en las prácticas obligatorias.

La nota de teoría tiene que ser mayor o igual que cuatro ($NT \geq 4$).

Se tienen que aprobar (≥ 5) tres de los cuatro bloques de teoría.

Si se suspendiera un bloque de teoría su nota debe ser mayor o igual que uno (≥ 1).

NOTA: El apto en las prácticas obligatorias es indispensable para la admisión a examen en cualquier convocatoria. Los alumnos que no tengan aptas las prácticas durante el curso podrán presentarse a una prueba final de campo y laboratorio.