



UNIVERSIDAD DE GRANADA

Escuela Técnica Superior
de
Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos

PROGRAMA de la Asignatura,

GEODESIA Y TOPOGRAFIA.

(3^{er}. Curso)

Profesor,

Mario Ruíz Morales.



UNIVERSIDAD DE GRANADA

Escuela Técnica Superior
de
Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos

1. ASTRONOMIA GEODESICA.

1.1. Trigonometría esférica, 1.2. Esfera celeste: Puntos Cardinales.
1.3. Sistemas Coordinados, 1.4. Transformación de coordenadas, 1.5. El Movimiento diurno, 1.6. Correcciones Astronómicas, 1.7. Medida del tiempo, 1.8. El problema de la orientación, 1.9. Determinación de la longitud y latitud geográficas, 1.10. La Traslación terrestre.

2. GEODESIA

2.1. La forma de la Tierra, 2.2. Geometría del elipsoide, 2.3. Coordenadas geodésicas, 2.4. El triángulo geodésica, 2.5. Redes geodésicas, 2.6. Medidas angulares, 2.7. Medida de las distancias 2.8. Nivelaciones, 2.9. Transporte de coordenadas geográficas, 2.10. Introducción a la Gravimetría, 2.11. Nociones de Geodesia espacial.

3. CARTOGRAFIA MATEMATICA.

3.1. Representación plana del elipsoide, 3.2. Clasificación de los sistemas, 3.3. Representación conforme de Lambert, 3.4. Representación de Mercator, 3.5. La proyección U.T.M., 3.6. Proyección estereográfica.

4. METODOS TOPOGRAFICOS.

4.1. Cálculos sobre el plano, 4.2. Intersección directa, 4.3. Intersección inversa y mixta, 4.4. Poligonación, 4.5. Métodos altimétricos, 4.6. Taquimetría, 4.7. Levantamientos topográficos, 4.8. Teoría de errores, 4.9. Compensación por mínimos cuadrados, 4.10. Ajustes geodésico-topográficos.



UNIVERSIDAD DE GRANADA

Escuela Técnica Superior
de
Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos

5. FOTOGRAMETRIA.

5.1. Generalidades sobre Fotogrametría, 5.2. La Fotografía aérea, 5.3. El vuelo fotogramétrico, 5.4. Estereofotogrametría, 5.5.- La restitución.

6. LECTURA DE MAPAS.

6.1. La Simbología, 6.2. Representación del relieve, 6.3. Los detalles planimétricos, 6.4. El Mapa Topográfico Nacional, 6.5. Cartografía derivada y temática.

7. TOPOGRAFIA DE OBRAS.

7.1. Elementos topográficos del proyecto, 7.2. Replanteo de alineaciones, 7.3. Perfiles topográficos, 7.4. Areas y volúmenes, 7.5. Aplicaciones especiales,.

8. INSTRUMENTOS TOPOGRAFICOS.

8.1. Teodolitos y Taquímetros, 8.2. Brújulas, 8.3. Distanciómetros electromagnéticos, 8.4. Niveles.



UNIVERSIDAD DE GRANADA

Escuela Técnica Superior
de
Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos

1. ASTRONOMIA GEODESICA.

1.1. TRIGONOMETRIA ESFERICA.

1.1.1. Triángulos esféricos, 1.1.2. fórmulas de Bessel: Teorema del coseno, 1.1.3. Altura esférica: Teorema de los senos, 1.1.4. Otras fórmulas trigonométricas, 1.1.5. Aplicaciones.

1.2. ESFERA CELESTE: PUNTOS CARDINALES.

1.2.1. Historia de la Astronomía, 1.2.2. Posición aparente de las estrellas, 1.2.3. Elementos geométricos de la esfera celeste, 1.2.4. Horizonte del lugar: la meridiana.

1.3. SISTEMAS COORDENADOS.

1.3.1. Coordenadas en el espacio, 1.3.2. Coordenadas astronómicas, 1.3.3. Coordenadas terrestres.

1.4. TRANSFORMACION DE COORDENADAS.

1.4.1. Resumen de los sistemas coordenados, 1.4.2. Paso de horizontales a horarias, 1.4.3. Paso de horarias a ecuatoriales, 1.4.3 Paso de ecuatoriales a eclípticas, 1.4.4. Ejemplos: Máxima digresión y Primer vertical.

1.5. EL MOVIMIENTO DIURNO.

1.5.1. Consideraciones generales, 1.5.2. Culminaciones estelares y posiciones correspondientes, 1.5.3. Máxima digresión, 1.5.4. Ortos y Ocasos.



UNIVERSIDAD DE GRANADA

Escuela Técnica Superior
de
Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos

1.6. CORRECCIONES ASTRONOMICAS.

1.6.1. Introducción, 1.6.2. Refracción astronómica, 1.6.3. Paralajes y distancias en Astronomía, 1.6.4. Aberración de la luz, 1.6.5. Precesión y nutación.

1.7. MEDIDA DEL TIEMPO.

1.7.1. Diversas medidas del tiempo: T. sidéreo, verdadero y medio, 1.7.2. Ecuación de tiempo, 1.7.3. Conversión de intervalos, 1.7.4. El tiempo local y los husos horarios, 1.7.5. Conversión de horas.

1.8. EL PROBLEMA DE LA ORIENTACION.

1.8.1. Consideraciones previas, 1.8.2. Observaciones al Sol, 1.8.3. Observaciones a la estrella polar, 1.8.4. Observaciones a estrellas en su máxima digresión.

1.9. DETERMINACION DE LA LONGITUD Y LATITUD GEOGRAFICAS.

1.9.1. Astronomía y Geodesia, 1.9.2. Cálculo de la longitud, 1.9.3. Cálculo de la latitud, 1.9.4. Determinación simultánea.

1.10. LA TRASLACION TERRESTRE.

1.10.1. Las leyes de Kepler, 1.10.2. Estaciones del año, 1.10.3. Alturas del Sol y duración del día.



UNIVERSIDAD DE GRANADA

Escuela Técnica Superior
de
Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos

2. GEODESIA

2.1. LA FORMA DE LA TIERRA.

2.1.1. Objeto de la Geodesia, 2.1.2. Evolución histórica, 2.1.3. Geoide y Elipsoide, 2.1.4. División de la Geodesia.

2.2. GEOMETRIA DEL ELIPSOIDE.

2.2.1. La Normal Principal, 2.2.2. Radio de curvatura de la sección meridiana, 2.2.3. Esfera local, 2.2.4. Arco del meridiano, 2.2.5. Arco del paralelo.

2.3. COORDENADAS GEODESICAS.

2.3.1. Latitud y longitud geodésicas, 2.3.2. Secciones normales recíprocas, 2.3.3. La línea geodésica, 2.3.4. Ecuación de la línea geodésica.

2.4. EL TRIANGULO GEODESICO.

2.4.1. Exceso esférico y Teorema de Legendre, 2.4.2. Método de los aditamentos, 2.4.3. Resolución del triángulo, 2.4.4. Convergencia de meridianos.

2.5. REDES GEODESICAS.

2.5.1. Triangulaciones y trilateraciones, 2.5.2. Cualidades de una red, 2.5.3. Realización práctica, 2.5.4. El datum geodésico, 2.5.5. Desviación de la vertical y ecuación de Laplace, 3.5.6. La red geodésica española.



UNIVERSIDAD DE GRANADA

Escuela Técnica Superior
de
Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos

2.6. MEDIDAS ANGULARES.

2.6.1. Angulos horizontales y verticales, 2.6.2. Métodos de observación, 2.6.3. Reducción al elipsoide.

2.7. MEDIDA DE LAS DISTANCIAS.

2.7.1. La base geodésica, 2.7.2. Prodecimientos de medida, 2.7.3. Reducciones al elipsoide.

2.8. NIVELACIONES.

2.8.1. Tipos de altitudes, 2.8.2. Nivelación geométrica, 2.8.3. Nivelación trigonométrica, 2.8.4. Esfericidad y refracción, 2.8.5. Observaciones recíprocas y simultáneas.

2.9. TRANSPORTE DE COORDENADAS GEOGRAFICAS.

2.9.1. Consideraciones generales: solución analítica, 2.9.2. Problema directo: empleo de una esfera auxiliar, 2.9.3. Problema inverso: empleo de una esfera auxiliar.

2.10. INTRODUCCION A LA GRAVIMETRIA.

2.10.1. La fuerza de la gravedad, 2.10.2. Potencial de la gravedad
2.10.3. Fórmula de Clairaut, 2.10.4. Superficies equipotenciales,
2.10.5. Anomalías gravimétricas, 2.10.6. Nivelación astrogeodésica: teorema de Stokes, 2.10.7. Aplicaciones geofísicas.

2.11. NOCIONES DE GEODESIA ESPACIAL.

2.11.1. Principios, 2.11.2. Métodos geométricos y dinámicos. 2.11
3. Las técnicas de la geodesia espacial 2.11.4. El V.L.B.I. y la -
telemetría láser. 2.11.5. El sistema de posicionamiento global(G.P.S.)



UNIVERSIDAD DE GRANADA

Escuela Técnica Superior
de
Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos

3. CARTOGRAFIA MATEMATICA

3.1. REPRESENTACION PLANA DEL ELIPSOIDE.

3.1.1. Generalidades, 3.1.2. Definición analítica, 3.1.3. Elementos diferenciales en el elipsoide y en el plano, 3.1.4. Alteraciones.

3.2. CLASIFICACION DE LOS SISTEMAS.

3.2.1. Elipse de Tissot, 3.2.2. Campo del sistema y escala, 3.2.3. Condiciones de equivalencia, 3.2.4. Condiciones de conformidad, 3.2.5. Desarrollos cónicos y cilíndricos, 3.2.6. Proyecciones centrales y acimutales.

3.3. REPRESENTACION CONFORME DE LAMBERT.

3.3.1. Definición, 3.3.2. Estudio analítico, 3.3.3. Alteración lineal: artificio de Tissot, 3.3.4. Corrección angular por reducción a la cuerda.

3.4. REPRESENTACION DE MERCATOR.

3.4.1. Origen y definiciones, 3.4.2. Fórmulas de la proyección, 3.4.3. Escala local, 3.4.4. Interés de este desarrollo cilíndrico.

3.5. LA PROYECCION U.T.M.

3.5.1. Representación de Gauss o transversa de Mercator, 3.5.2. Extensión a toda la superficie, 3.5.3. Tablas de la transformación 3.5.4. Anamorfosis, 3.5.5. Cuadrícula de la proyección: CUTM.



UNIVERSIDAD DE GRANADA

Escuela Técnica Superior
de
Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos

3.6. PROYECCION ESTEREOGRAFICA.

3.6.1. Definición, 3.6.2. Clasificación: Imágenes de los meridianos y paralelos, 3.6.3. Escala local, 3.6.4. Representación de las zonas polares.

4. METODOS TOPOGRAFICOS

4.1. CALCULOS SOBRE EL PLANO.

4.1.1. Consideraciones generales, 4.1.2. El acimut cartográfico: la distancia y la radiación, 4.1.3. El acimut geográfico; la convergencia de meridianos, 4.1.4. La constante de orientación.

4.2. INTERSECCION DIRECTA.

4.2.1. Fundamento, 4.2.2. Cálculo del punto aproximado, 4.2.3. Error máximo del método, 4.2.4. Coordenadas definitivas.

4.3. INTERSECCION INVERSA Y MIXTA.

4.3.1. Fundamento, 4.3.2. Cálculo del punto aproximado, 4.3.3. Error máximo del método, 4.3.4. Las coordenadas definitivas, 4.3.5. La Intersección mixta.

4.4. POLIGONACION.

4.4.1. La Poligonal o el itinerario topográfico, 4.4.2. Error de cierre, 4.4.3. Orientación de la poligonal, 4.4.4. Desarrollo gráfico, 4.4.5. Cálculo de las coordenadas de los vértices, 4.4.6. Compensación.



UNIVERSIDAD DE GRANADA

Escuela Técnica Superior
de
Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos

4.5. METODOS ALTIMETRICOS.

4.5.1. Consideraciones previas, 4.5.2. Nivelaciones por alturas,
4.5.3. Nivelaciones por pendientes, 4.5.4. Nivelación barométrica.

4.6. TAQUIMETRIA.

4.6.1. Principio de la estadia, 4.6.2. Anteosjos estadimétricos,
4.6.3. El número generador y las distancias reducidas, 4.6.4.
Miras horizontales, 4.6.5. Fundamento de la taquimetria, 4.6.6.
Trabajos de campo, 4.6.7. Trabajos de gabinete.

4.7. LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS.

4.7.1. Generalidades, 4.7.2. Contenido del levantamiento, 4.7.3.
Clasificación: escala y precisión, 4.7.4. El levantamiento clá-
sico, 4.7.5. Plan de trabajos.

4.8. TEORIA DE ERRORES.

4.8.1. La medida y los errores de observación, 4.8.2. Los errores
sistemáticos en Topografía, 4.8.3. El error accidental como varia-
ble aleatoria, 4.8.4. Criterios de precisión: intervalo de con-
fianza, 4.8.5. Composición de los errores medios cuadráticos,
4.8.6. Media ponderada, 4.8.7. Ejemplos.

4.9. COMPENSACION POR MINIMOS CUADRADOS.

4.9.1. El principio de los mínimos cuadrados, 4.9.2. Relaciones
de observación, 4.9.3. Precisión de la red aproximada y unidades,
4.9.4. Pesos, 4.9.5. Reducción de los sistemas de ecuaciones,
4.9.6. Verificaciones.



UNIVERSIDAD DE GRANADA

Escuela Técnica Superior
de

Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos

4.10. AJUSTES GEODESICO-TOPOGRAFICOS.

4.10.1. El problema de una red, 4.10.2. Compensación de las intersecciones, 4.10.3. Ajuste riguroso de una poligonal, 4.10.4. Compensación de la nivelación geométrica.



UNIVERSIDAD DE GRANADA

Escuela Técnica Superior
de
Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos

5. FOTOGRAMETRIA

5.1. GENERALIDADES SOBRE FOTOGRAMETRIA.

5.1.1. Resumen histórico, 5.1.2. Principios básicos y objeto de la Fotogrametría, 5.1.3. Métodos fotogramétricos, 5.1.4. Fotogrametría y Topografía.

5.2. LA FOTOGRAFIA AEREA.

5.2.1. La fotografía como perspectiva cónica, 5.2.2. Clasificación de las fotografías, 5.2.3. Geometría de la fotografía vertical, 5.2.4. Emulsiones, 5.2.5. Cámaras métricas.

5.3. EL VUELO FOTOGRAMETRICO.

5.3.1. La escala y la altura de vuelo, 5.3.2. Los recubrimientos y la escala de vuelo, 5.3.3. Elementos fundamentales del vuelo, 5.3.4. Información marginal de la fotografía.

5.4. ESTEREOFOTOGRAMETRIA.

5.4.1. Observación monocular y binocular, 5.4.2. La estereoscopia, 5.4.3. Tipos de estereóscopos, 5.4.4. El par fotogramétrico, 5.4.5. Definiciones de paralaje, 5.4.6. Ecuaciones de paralaje.

5.5. LA RESTITUCION.

5.5.1. Principio de la restitución: orientación relativa y absoluta, 5.5.2. Restituidores analógicos, analíticos y automáticos, 5.5.3. El apoyo fotogramétrico y la aerotriangulación, 5.5.4. Obtención del levantamiento topográfico, 5.5.5. La ortofotografía. 5.5.6. Ideas sobre Fotointerpretación, 5.5.7. Hologrametría.



UNIVERSIDAD DE GRANADA

Escuela Técnica Superior
de
Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos

6. LECTURA DE MAPAS

6.1. LA SIMBOLOGIA.

6.1.1. Los signos convencionales, 6.1.2. Datos marginales.

6.2. REPRESENTACIONN DEL RELIEVE.

6.2.1. Las curvas de nivel, 6.2.2. Las formas del terreno, 6.2.3. Interpolaciones y perfiles.

6.3. LOS DETALLES PLANIMETRICOS.

6.3.1. La Planimetría, 6.3.2. Hidrografía, 6.3.3. Geografía humana
6.3.4. Información toponímica.

6.4. EL MAPA TOPOGRAFICO NACIONAL.

6.4.1. Normas generales, 6.4.2. El M.T.N. 50, 6.4.3. El M.T.N.25

6.5. CARTOGRAFIA DERIVADA Y TEMATICA

6.5.1. Generalización cartográfica, 6.5.2. Los mapas temáticos,
6.5.3. Cartografía automática y Teledetección.



UNIVERSIDAD DE GRANADA

Escuela Técnica Superior
de
Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos

7. TOPOGRAFIA DE OBRAS

7.1. ELEMENTOS TOPOGRAFICOS DEL PROYECTO.

7.1.1. Descripción del proyecto, 7.1.2. Expresión gráfica y analítica, 7.1.3. Los planos del proyecto, 7.1.4. Planta de un proyecto lineal, 7.1.5. El soporte topográfico.

7.2. REPLANTEO DE ALINEACIONES.

7.2.1. Antecedentes, 7.2.2. Alineaciones rectilíneas, 7.2.3. Elementos de la curva circular, 7.2.4. Replanteo de curvas circulares, 7.2.5. Curvas de transición: la clotoide, 7.2.6. Proyecto de curvas verticales.

7.3. PERFILES TOPOGRAFICOS.

7.3.1. El perfil longitudinal, 7.3.2. Los perfiles transversales, 7.3.3. Las rasantes y sus cotas, 7.3.4. Modelo oficial del perfil topográfico.

7.4. AREAS Y VOLUMENES.

7.4.1. Cálculo analítico de superficies, 7.4.2. El planímetro, 7.4.3. Cálculo de los volúmenes, 7.4.4. Capacidad de un embalse.

7.5. APLICACIONES ESPECIALES.

7.5.1. Topometría urbana, 7.5.2. Topografía subterránea, 7.5.3. Topografía industrial, 7.5.4. La microgeodesia.



UNIVERSIDAD DE GRANADA

Escuela Técnica Superior
de
Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos

8. INSTRUMENTOS TOPOGRAFICOS

8.1. TEODOLITOS Y TAQUIMETROS.

8.1.1. El anteojo astronómico, 8.1.2. Teodolitos ópticos, 8.1.3. Teodolitos electrónicos, 8.1.4. El teodolito giroscópico, 8.1.5. Accesorios.

8.2. BRUJULAS.

8.2.1. Ideas sobre el campo magnético terrestre, 8.2.2. La declinación, 8.2.3. La brújula taquimétrica, 8.2.4. Modo de empleo.

8.3. DISTANCIOMETROS ELECTROMAGNETICOS.

8.3.1. Fundamento, 8.3.2. El telurómetro, 8.3.3. El geodímetro, 8.3.4. Distanciómetros de infrarrojos, 8.3.5. Fuentes de error.

8.4. NIVELES.

8.4.1. Tipos de niveles, 8.4.2. Niveles de alta precisión, 8.4.3. Miras de nivelación, 8.4.4. Ajustes permanentes.