

GUIONES DE CLASE.

Tema 1.- CONSTITUCIÓN DEL GLOBO

Capas de la Tierra

- Corteza, continental y oceánica; discontinuidad de Mohorovicic, espesores, densidad, antigüedad, composición media, minerales y rocas que abundan. SIAL y SIMA.
- Manto, espesor, minerales que abundan, solidez y fluencia.
- Núcleo externo, espesor, minerales que abundan, densidad, estado.
- Núcleo interno, espesor, minerales que abundan, densidad, estado, movimiento. Su relación con el magnetismo.
- Litosfera. Situación, definición. Su estado. Grosor. Parte del manto exterior y de la
- Astenosfera. Definición, espesor, estado, zonas diferenciadas.

Investigación de las Capas de la Tierra

Técnica de la geofísica sísmica; fuentes emisoras de ondas; principios que explican la investigación.

Principios para el estudio y comprensión de la GEODINÁMICA INTERNA

ISOSTASIA Corteza en equilibrio; volúmenes diferentes en los océanos que en los continentes; densidades distintas.

MOVIMIENTOS EPIROGÉNICOS Componente fundamental del movimiento; agentes de la geodinámica externa que alteran masas; desequilibrio de masas; compensación isostática.
Movimientos isostáticos durante el cuaternario, ejemplos.

MOVIMIENTOS OROGÉNICOS Su relación con los esfuerzos corticales; tipo de movimientos.

GEOSINCLINALES Génesis; sus dimensiones; su transformación posterior.
Cratones. Evolución de un GEOSINCLINAL

ACTUALISMO en GEOLOGÍA

Introducción de la TECTÓNICA DE PLACAS

El tiempo en geología

Tema 2.- TECTONICA DE PLACAS.

ANTECEDENTES

DERIVA DE CONTINENTES (Wegener)

Teoría de Wegener entre 1910 y 1920

Semejanza de las líneas de costa, de los bordes de las plataformas continentales.

Evidencias fósiles. Organismos actuales. Rocas y estructuras semejantes. Climas similares.

Wegener no explicaba el mecanismo que movía los continentes

TEORIAS de Arthur Holmes (1940)

Arthur Holmes hacia 1940 propuso que las corrientes de convección del manto movían los continentes

TEORIAS de Runcorn (en la década de 1950)

Minerales como brújulas fósiles.

Variación de las alineaciones magnéticas.

Deriva polar o deriva continental.

CARTOGRAFIA DEL SUELO OCEÁNICO

En los 50's y 60's se cartografió el suelo oceánico. Dorsales oceánicas, alturas. Valles centrales, rift. Volcanismo. Edad de rocas dragadas. Datos de sondeos.

TEORIA DE LA EXPANSION DEL FONDO OCEÁNICO

Harry Hess lo planteó hacia los 60'

MEDICIONES DE POLARIDAD MAGNÉTICA

Cambios en la polaridad magnética a distancias de la dorsal.

TECTÓNICA DE PLACAS

Litosfera y Astenosfera. Fragmentación de la Litosfera en Placas. Velocidad de movimiento en la placa.

Bordes divergentes; en las dorsales y en continentes. Ejemplos.

Bordes convergentes, sus manifestaciones:

Océano-océano. Océano-continente. Continente-continente.

Bordes de falla transformante, desplazamiento relativo sin consumo ni producción de litosfera. Borde pasivo.

Movimiento de las placas con la época geológica, figuras.

La teoría se ve apoyada por:

1. Distribución de terremotos
2. Edad y grosor de sedimentos en los fondos submarinos
3. Puntos calientes alineados

Mecanismo impulsor del movimiento:

Corrientes de convección de Holmes

Arrastre de placas por diferencias de densidad.

Plumas calientes que ascienden desde el núcleo

Tema 3.- GEOLOGÍA ESTRUCTURAL

- La Tectónica estudia las deformaciones de la corteza terrestre
¿Por qué se pueden llegar a deformar o romper los materiales de la Corteza terrestre?.
Rigidez, elasticidad, plasticidad. Efecto de la presión y temperatura.
- Partes de un pliegue (Introducción previa de rumbo y buzamiento de un plano).
Núcleo, flanco, charnela, eje, plano axial, vergencia, inmersión.
- Tipos de pliegues, simétricos, asimétricos, horizontales, hundidos, inclinados, tumbados, invertidos, monoclinales, pliegues falla.
- Fallas. Normales, inversas, de desgarre, rotacional, cabalgamientos, mantos de corrimiento.
- Tipos o estilo de paisajes en función de su tectónica.
Estilo germánico, short, graben. Ejemplo: fosa del Tajo, sierra de Madrid. Pliegues asociados.
Estilo alpino. Alpes, Pirineos, Himalaya.
Estilo jurásico.
- La tectónica y las obras de Ingeniería Civil.
Macizo rocoso como medio compartimentado por juntas de discontinuidad.
Relación entre las características de una junta y su posición espacial con la estabilidad de la obra.
Ejemplos sencillos: Estribo de una presa. Macizo bajo cimentación.
- Tipos de juntas. Estratificación, pizarrosidad, esquistosidad, fractura. Erosión.
- Fractura, diaclasa, litoclasa, falla.
- Ejemplos en desmontes, túneles y cimentaciones.

BIBLIOGRAFÍA

- Meléndez, B. y Fuster, J.M. Geología Ed. Paraninfo
- Edward J. Tarbuck, E. y Lutgens, F. Ciencias de la Tierra Una introducción a la Geología Física. 6ª Edición, 2000
- Mattauer, M. La deformación de los materiales de la corteza terrestre. Ed. Omega, 1976

Temas 4 y 5. ACCIÓN DEL HIELO: GLACIARISMO Y PERIGLACIARISMO

1. Introducción a la Geodinámica externa

2. El periglacionismo

La gelivación de las rocas. La crioturbación de los materiales poco coherentes. Las regiones periglaciares: distribución, características, mollisuelo, permafrost y sus formas: pingos, hidrolacolitos, suelos poligonales, solifluxiones, etc.

3. Los glaciares

- Origen de las glaciaciones y de los cambios climáticos naturales: excentricidad de la órbita terrestre, etc.
- El hielo de los glaciares: constitución (nieve, neviza ...), comportamiento mecánico. Grietas del hielo de los glaciares: rimayas, crevasas, grietas radiales.
- Partes de un glaciar alpino: circo, lengua, zona terminal.
- Efectos de los glaciares:
 - Erosión (retoque de circo, horns). Perfil transverso del valle glaciar: forma en “U”, hombreras, paredes poco rugosas. Perfil longitudinal: cubetas u ombligos, cerrojos, rocas aborregadas, estrías.
 - Transporte: morrenas (geom..). Tipos de morrenas: laterales, centrales, de fondo, de ablación, frontales (arcas).
 - Sedimentación.
Características de los sedimentos (tills o drifts): heterogeneidad, angulosos, “sin” arcilla. Eskers, drumlins. Turberas. Varves glaciares. Los sedimentos fluvioglaciares. Secuencia estratigráfica en el relleno de un valle glaciar.
- Tipos de glaciares: alpino, pirenaico, escandinavo, alaskiano o de pie de monte, continentales o de casquete (nunataks, icebergs)
- Los glaciares en el Cuaternario: Günz, Mindel, Riss, Würm. El glaciario en España: Pirineos (glaciario actual), Cordillera Cantábrica, Cordillera Ibérica, Cordillera Central, Sierra Nevada.
- Las formas y materiales en relación con las obras.
 - a) La morfología glaciar. Valles glaciares (distribución de poblaciones, comunicaciones, recrecimiento de ibones y aprovechamientos hidroeléctricos).
 - b) Depósitos glaciares. Problemas de filtraciones en presas, cerradas en ombligos. Correcciones (pantallas, inyecciones). Áridos: problemas para su empleo.

4. Los aludes

Causas. Tipos. Actuaciones.

BIBLIOGRAFÍA

- Meléndez, B. y Fuster, J.M. Geología. Ed. Paraninfo.

Tema 6. INESTABILIDADES DE LADERA

- 6.1. Diferenciación de aluviones, coluviones, eluviones.
- 6.2. Causas primarias de los movimientos: la gravedad, la presión intersticial, la erosión. Otras causas.
- 6.3. Tipos de fenómenos más frecuentes. Tipos de rocas en las que se desarrollan. Identificación de los mismos (morfología, indicios asociados, etc). Rapidez o lentitud de los mismos. Consecuencias en ingeniería civil (como se mitigan, prevenciones y correcciones)
 - a) **Desprendimientos**
agentes que los desencadenan. Influencia del diaclasado.
 - b) **Cabeceos y vuelcos de estratos**
en rocas estratificadas. Importancia de los tipos de roca y de la coincidencia rumbo de las capas - rumbo de los desmontes.
 - c) **Pedreras**
calcáreas y pedreras cuarcíticas. Causas que las producen. Causas de sus movimientos. Características peculiares de unas y otras.
 - d) **Deslizamientos intraformacionales**
de estratos (resbalamientos). Presencia de estratos plásticos entre otros rígidos. Influencia del agua. Buzamientos desfavorables. Algún caso famoso (Vaiont).
 - e) **Deslizamientos rotacionales**
o “argallos” o en rocas muy fracturadas o suelos. Condiciones que los favorecen. Morfología típica: grietas en arco, panza de materiales removidos, escalonados, árboles, brotes de agua.
 - f) **Solifluxiones**
y reptaciones de flujos sólidos de rocas arcillosas y masas de suelos. Domina la deformación. Causas que los favorecen. Morfología típica (rizados, lomos, canchos, árboles).
 - g) **Cárcavas**
en terrenos blandos y ambientes áridos. Productos de la erosión. Morfología: redes de drenaje superficial tupida, picuezos, “badlands”, etc.

BIBLIOGRAFÍA

- González Vallejo et al. “Ingeniería geológica”. Editorial Prentice Hall. Capítulo 9: Taludes.
- E. Tarbuck y F. Lutgens “Ciencias de la Tierra. Introducción a la Geología Física”. Ed. Prentice Hall. Capítulo: Procesos Gravitacionales.

Tema 7. RÍOS Y TORRENTES

TORRENTES

1. Definición: pendientes fuertes e irregulares, crecidas súbitas, caudal sólido importante.
En regiones áridas y deforestadas, en zonas de montaña. Los torrentes en España.

2. Partes de un torrente y sus características.

- Morfología en planta, perfiles longitudinales y transversales.
- Partes.
- Cuenca de recepción. Se da en terrenos arcillosos, limosos, arcosas, margas. Predominio de la erosión. Cárcavas.
- Canal de desagüe o garganta. Predominio del transporte.
- Cono aluvial (cono de deyección). Predominio de la sedimentación. Morfología. Variación de la granulometría con la distancia.

3. Funcionamiento de los torrentes.

Torrentes activos y “muertos”. Influencia del nivel de base.

4. Materiales: empleo de los depósitos del cono aluvial.

5. Torrentes y obras públicas.

Ordenación del territorio. Obras puntuales y lineales. Puentes. Flexibilidad del trazado.

6. Corrección de torrentes.

En cuenca de recepción: repoblación forestal, diques en barrancadas, etc.

En garganta: diques (función, características).

En cono aluvial: encauzamientos.

RÍOS

1. Definición.

2. Clasificación.

- a) En función del régimen hidrológico: ramblas, arroyos, ríos.
- b) Red de drenaje. En función del relieve y estructura: ríos consecuentes, subsecuentes, obsecuentes. Redes epigenéticas, antecedencia.
- c) Según sus sedimentos: meandriforme, anastomosados (canales entrecruzados).

3. Perfil longitudinal y transversal.

Perfil longitudinal y perfil de equilibrio. Características. Relación de la pendiente de un río con la resistencia del cauce y con su caudal. Rápidos y cascadas.

Perfil transversal en “V”, en artesa, hoces.

Algunas consecuencias ingenieriles del perfil longitudinal y transversal: embalses, puentes.

4. Capturas fluviales.

Concepto de erosión remontante. Tipos de capturas: capturas de cuencas, capturas de cursos fluviales.

Capturas e ingeniería: pasos naturales, trasvases de agua, aprovechamientos hidroeléctricos.

5. Los depósitos fluviales.

- Características de los sedimentos: naturaleza, cantos poligénicos, granulometría, cambios laterales, de facies, grano selección positiva, espesores.
- Las terrazas fluviales.
Definición y características. Proceso de formación. Tipos: colgadas, imbricadas. Ríos españoles, 4 terrazas colgadas cuaternarias.
- Uso de los materiales: Aprovechamiento de áridos. Características, explotación. Problemas medioambientales.
- Las terrazas en las obras públicas: vías de comunicación, trazado de canales .
Presas: filtraciones. Obras de fábrica.
- Hidrogeología.

BIBLIOGRAFÍA

- Meléndez, B. y Fuster. J.M. Geología. Edit. Paraninfo.

Tema 8. LAGOS. ACCIÓN DEL MAR. ACCIÓN DEL VIENTO.

Tema 8a. LOS LAGOS

- **Qué es un lago.** Vida y estabilidad de un lago. Balance hidrológico. Causas de desaparición de los lagos (desequilibrio fluencia - afluencia, colmatación, causas humanas).
- **Tipos de lagos** atendiendo a las causas que forman las cuencas lacustres, y ejemplos españoles o mundiales característicos de cada tipología:
 1. Lagos tectónicos. Algunos grandes lagos mundiales.
 2. Lagos volcánicos.
 3. Lagos creados por actividad del hielo: por erosión glaciar, por depósito de una morrena frontal, por erosión del cuenco glaciar. Lagos del Pirineo y de los aparatos glaciares españoles, activos o extinguidos. Importancia hidroeléctrica.
 4. Lagunas litorales: las albuferas costeras.
 5. Lagos creados por procesos cársticos. Por disolución kárstica (hundimiento) o de crecimiento de tobas (barreras).
 6. Lagos endorreicos. Carácter habitualmente salino. Explotación habitual (antigua y moderna) de los mismos.
 7. Lagos de barrera o aluvionamiento. Provisionalidad de los mismos.
 8. Tipos mixtos.
- **Importancia ambiental de los lagos**

BIBLIOGRAFÍA

- Meléndez, B. y Fuster, J.M. "Geología". Editorial Paraninfo. Capítulo: Acción Geológica de las Aguas Continentales.

Tema 8a (continuación) ACCIÓN EÓLICA

- **Acciones del proceso erosivo y sedimentario:** deflación (arrastre inicial), transporte, erosión y depósito.
- **Tipos de desiertos:** de rocas (hamadas), de cantos (regs) y de arenas (ergs).
- **Dunas:** zonas de una duna (con esquema) y formación de las mismas. Tipos de dunas: transversales, barjanes, parabólicas, longitudinales, domos). Consolidación de dunas.
- **Loess:** causas del depósito. Estructuras que se forman: pulverulentas, porosas, “muñequitas de loess”, tubificaciones. Colapsabilidad de los loess bajo carga o bajo acción hidráulica. Erosionabilidad: problemas asociados.
- **Zonas de España** en las cuales se dan estas formas de acción y depósito eólico.
- **Consecuencias ingenieriles:** fijación de las dunas. Mantenimiento de carreteras en zonas dunares. Loess: depósitos arrastrados a los embalses. Aterramientos. Malas cimentaciones: técnicas de tratamiento.

BIBLIOGRAFÍA

- Meléndez, B. y Fuster, J.M. “Geología”. Editorial Paraninfo. Capítulo: El ciclo geodinámico externo.
- E. Tarbuck y F. Lutgens “Ciencias de la Tierra. Introducción a la geología física”. Ed. Prentice Hall. Capítulo: Desiertos y vientos.

Tema 8b ACCIÓN MARINA

1. Agentes responsables de la acción marina:

Corrientes marinas, olas, otros movimientos ondulatorios:

2. Tipos de corrientes:

De salinidad, corrientes mareales, grandes corrientes (agentes climáticos), corrientes de turbidez.

3. Las olas:

Relaciones de la altura y longitud con el concepto de *fetch*. Tipos de movimientos de las partículas. Líneas de corriente y equipotenciales: influencia sobre la forma en planta de la costa.

Otros movimientos ondulatorios:

resacas y maremotos.

- **Equilibrio costero:** formas a las que tienden las costas en planta y perfil.
- **Formas de erosión transversas a la costa.**
 1. **Agentes:** golpes de mar, corrosión mecánica y corrosión química.
 2. **Formas costeras:** acantilados, bufadores, rasas litorales y terrazas marinas.
- **Formas de erosión longitudinales a la costa.**
 1. **Agentes:** la refracción marina y el depósito
 2. **Formas costeras:** flechas, restingas, tómbolos.
- **Tipos de costas:** de inmersión o transgresivas (atlánticas y pacíficas) y costas de emergencia o regresivas. Influencia de las glaciaciones y de la tectónica.
- **Otras formas costeras clásicas:**
 1. **Arrecifes:** bioconstrucciones. Arrecifes actuales y antiguos. Tipos de mar en los que se dan.
 2. **Estuarios:** mezclas marinas y de aguas dulces. Tipos de depósitos (gruesos en la parte fluvial, medios en la transición, fangos en la cuenca).
 3. **Deltas:** zonas (llanura deltaica, frente y prodelta). Formas: lobulados, digitados, redondeados, triangulares. Deltas en abanico, trenzados, etc.
 4. **Playas:** dominio del oleaje. Partes submareal, intramareal, supramareal.
- **Cuestiones ingenieriles** relacionadas con la dinámica costera: erosión (obras lineales costeras), dragados, fijación de playas, canteras para obras portuarias. Regeneración de playas (consecuencias ambientales). Pozos de abastecimiento.

BIBLIOGRAFÍA

- Meléndez, B. y Fuster, J.M. “Geología”. Editorial Paraninfo. Capítulo: Acción geológica del mar.
- E. Tarbuck y F. Lutgens “Ciencias de la Tierra. Introducción a la geología física”. Ed. Prentice Hall. Capítulo: Líneas de costa.

Tema 9. CRISTALOGRAFÍA.

Roca, mineral y cristal.

- Definiciones, analogías y diferencias.
- Implicaciones en la geología aplicada. Ejemplos de aplicación.

Elemento de un cristal

- Caras
- Aristas
- Vértices
- Zonas
- Leyes cristalográficas
- Paralelismo de las caras
- Constancia de diedros
- Ley de simetría.
 - Elementos de simetría.
- Ley de las modificaciones
- racionales. Notación de Levy

Formas de cristales

- Holoedros
- Meriedros
- Geminaciones
- Maclas
- Hemimorfismo
- Pseudomorfismo
- Mimetismo
- Polimorfismo

Formas generadoras

Notación de Miller

Singonías y sistemas

- Estudio de sus formas tipo y principales formas holoedricas y meriedricas de importancia en la identificación de minerales.

Bibliografía

- Phillipis, F.C.1988. Introducción a la Cristalografía. Editorial Paraninfo. Madrid, 4ª Edición.
- Meléndez, B. y Fuster, J.M. “Geología”. Editorial Paraninfo.

Tema 10. LOS MINERALES.

Roca y mineral.

- Definición y características. Analogía y diferencias.
- Importancia y razón de ser en aplicaciones en ingeniería.

Propiedades físicas sensibles.

- Color
- Transparencia
- Brillo
- Alteraciones:
- Inclusiones.
- Exfoliación y fractura
- Tenacidad y fragilidad:
- Agregaciones

Propiedades físicas. Internas.

- Dureza. Escala de Mohs.
- Esclerómetro. Correlación con la escala de Mohs.
- Anisotropía e isotropía de minerales: Experimento de Saint Venant.
- Resistencia a compresión:
- Flexibilidad y Deformabilidad.
- Fusibilidad
- Peso específico

Propiedades Ópticas.

- Refracción de la luz.
- Microscopio. Análisis de la amplitud de la luz percibida, por refracción con el prisma analizador.
- Birrefringencias
- Morfología: alotroimorfos.
- Colores.
- Superficies de crucero
- Ángulos de cristal
- Pleocroísmo.

Clasificaciones

- Importancia relativa de elementos y compuestos en la corteza.
- Clasificación elemental. Subclasificaciones.
- PETREOS:
 - SILICATADOS
 - NO SILICATADOS
- METALICOS
- COMBUSTIBLES

Bibliografía

- Meléndez, B. y Fuster, J.M. "Geología". Editorial Paraninfo.

Tema 11. MINERALES PÉTREOS SILICATADOS.

Química del Silicio

- Clasificación estructural de silicatos. Importancia en sus propiedades físicas y químicas.
- NESOSILICATOS.
- SOROSILICATOS,
- CICLOSILICATOS,
- INOSILICATOS
- FILOSILICATOS
- TECTOSILICATOS

Clasificación de Minerales Pétreos Silicatados.

- Sílices
- Silicatos de Aluminio
 - no hidratados.
 - hidratados.
- Silicatos de Aluminio con otros metales
 - no hidratados.
 - hidratados.
- Silicatos de otros metales.
 - Piroxenos
 - Anfíboles.
- Gemas Silicatadas.

Sílices

- Cuarzo. Variedades. Cristobalita. Tridimita. Características, propiedades y usos.
- Inclusiones y variedades. Jacinto de Compostela.
- Calcedonia. Características, propiedades y usos.
- Sílex. Características, propiedades y usos.
- Ópalo. Características, propiedades y usos.

Silicatos de Aluminio no hidratados.

- Porcelanitas . Características, propiedades y usos.
- Andalucita, Cianita, Sillimanita, Estauroлита, Quiastolita, Fibrolita.

Silicatos de Aluminio hidratados. Minerales de la arcilla

- Genética y evolución mineralógica.
- Estructura. Influencia en sus propiedades físicas y químicas. Hojas octaédricas y tetraédricas.
- Explicación de su mineralogía. Principales minerales. Caolinita. Montmorillonita, Sepiolita, Halloysita, Vermiculita. Hidromicas: illita y clorita..
- Propiedades más importantes. Densidad, plasticidad, expansividad, cohesión. Importancia geotécnica y geológica.

Silicatos de Aluminio con otros metales. Anhidros.

- Clasificación. Feldespatos y feldespatoides. Ortoclasas y plagioclasas.
- Minerales más representativos. Ortosa, Microclina, Albita, Oligoclasa, Labradorita y Anortita. Leucita y Nefelina
- Propiedades y características.

Silicatos de Aluminio con otros metales. Hidratados.

- Micas. Estructura. Influencia en sus propiedades físicas y químicas. Minerales más importantes. Moscovita. Biotita. Cloritas. Mica sericítica.
- Otros Epidota, Cordierita (Dicroita), Zeolitas.

Silicatos de Aluminio con otros metales. Hidratados.

- Piroxenos y Anfíboles. Minerales más importantes.
- Asbestos y Amiantos.
- Olivino:
- Serpentina:
- Talco

Gemas silicatadas

- Granates:
- Turmalina:
- Berilo.
- Topacio

Bibliografía

- Meléndez, B. y Fuster, J.M. "Geología". Editorial Paraninfo.

Tema 12. MINERALES PÉTREOS NO SILICATADOS. MINERALES METÁLICOS. MINERALES ENERGÉTICOS.

Clasificación

- Pétreos no silicatados:
 - Sales Haloideas.
 - Carbonatos
 - Sulfatos
 - Fosfatos
 - Nitratos
- Gemas no silicatadas.
- Combustibles
- Metálicos.

Gemas

- Diamante y Corindón.
-

Sales haloideas

- Formación, características, usos y propiedades.
- Halita.
- Silvina..
- Carnalita.
- Fluorita.
- Polihalita.

Carbonatos

- Formación, características, usos y propiedades.
- Calcita.
- Aragonito.
- Dolomita.

Sulfatos

- Formación, características, usos y propiedades.
- Anhidrita y yeso.
- Baritina
- Glauberita
- Thenardita

Carbones e hidrocarburos

- Formación, características, usos y propiedades.
- Carbones
- Antracita.
- Hulla.
- Lignitos.
- Turbas.
- Hidrocarburos y gases

Minerales metálicos.

- **Sulfuros**
 - Formación, características, usos y propiedades.
 - Pirrotina.
 - Piritita.
 - Marcasita.

- Calcopirita.
- Cinabrio.
- Galena.
- **Oxidos**
 - Formación, características, usos y propiedades.
 - Magnetita.
 - Oligisto.
 - Limonita.
 - Casiterita.
 - Pirolusita.
- **Carbonatos**
 - Formación, características, usos y propiedades.
 - Siderita.

Bibliografía

- Meléndez, B. y Fuster, J.M. “Geología”. Editorial Paraninfo.

Tema 13. LAS ROCAS

13.1. El ciclo petrográfico

- Definición de roca.
- El ciclo petrográfico: hipergénesis (detrito), sedimentogénesis (sedimento), diagénesis (roca sedimentaria), metasomatismo sedimentario (roca exógena) + P y T (roca metamórfica) + P, T: a) Rocas Ígneas (rocas plutónicas por migmatización y anatexia, fusión parcial). b) Rocas Ígneas (plutónicas, volcánicas, filonianas) (fusión total).

El ciclo petrográfico se puede cortar en cualquier momento.

13.2. Clasificación de las rocas

Rocas ígneas:

Rocas plutónicas (intrusivas), rocas volcánicas, rocas filonianas.

Rocas metamórficas:

Pizarras, esquistos, micacitas, gneises, gneises glandulares, migmatitas. Silicatos cálcicos.

Rocas sedimentarias:

Rocas detríticas: conglomerados, areniscas, limonitas, arcillitas.

Rocas detríticas y químicas: margas.

Rocas no detríticas:

- a) rocas químicas (precipitación): carbonatadas, evaporíticas.
- b) Rocas organógenas (carbón, petróleo).

13.3. Propiedades de las rocas

1. Concepto de matriz rocosa y macizo rocoso.
2. Identificación: composición mineralógica, fábrica, textura (granítica, porfídica, estratificada, esquistosa, cataclástica, clástica), color. Técnicas: visú, microscopio, dif. X.
3. Porosidad.
4. Permeabilidad. Ensayos de permeabilidad. Tabla de permeabilidades.
5. Durabilidad.
6. Densidad.
7. Resistencia a la compresión simple, resistencia a la tracción, velocidad de propagación de ondas elásticas, comportamiento esfuerzo-deformación (M. Young).

BIBLIOGRAFÍA

- Meléndez, B. y Fuster, J.M. Geología Ed. Paraninfo.
- López Marinas, J.M. "Geología aplicada a las obras públicas". CIE Dossat 2000.

Tema 14. LAS ROCAS ENDÓGENAS

Rocas Plutónicas

- Origen. Mineralogía. Textura.
Aumento de la P y la T (1°C/33m), con agua baja el punto de fusión. A 600° - 700° C muchas rocas se funden (a 573° C el cuarzo). Magmas de la corteza y del manto. Enfriamiento y cristalización lenta. Textura homogénea y granuda.
Minerales: Leucocratos (claros): cuarzo, feldespatos, feldespatoides, mosc.
Melanocratos (oscuros Fe-Mg): px, anfib, olivino, biot.
Rocas ácidas (leucocratos), rocas básicas (melanocratos)
Consolidación magmática. Cristalización fraccionada.
Olivino – px – anf – biot.
Plag. Ca-plag. Na-ortosa – cuarzo
Diferenciación magmática. Asimilación magmática (enclaves, gabarros).
- Tipos de yacimientos: batolitos, lacolitos, lapolitos.
- Clasificación
Según minerales leucocratos.
Feldespato K = ortosa.
Feldespato Na = plagioclasa.

Cuadro simplificado de clasificación de las rocas plutónicas				
Rocas:	Con feldespatos:			Sin feldespatos
	Ortosa > plag.	Ortosa ~ plag.	Plag. > ortosa	
Con cuarzo:	Granito	Granodiorita	Cuarzodiorita	
Sin cuarzo ni feldespatoides:	Sienita	Monzonita	Diorita Gabro	Peridotita
Con feldespatoides:	Sienita nefelínica	Monzonita nefelínica	Rocas básicas con feldespatoides	

- Geomorfología. Paisaje. Fotogeología. Hidrogeología. Bolerios, yelmos. Relieves convexos, canchos aislados, pilancones, cuchillares. Red de drenaje –fracturación. Fotogeología. Vegetación. Jabre. Hidrogeología: “impermeable” (alteración, fracturación), fuentes pequeñas.
- Distribución en España.
- Materiales
Sillería (talla, resistencia, aislante térmico y acústico, imperm), mampostería, losas, placas, bordillos. Balasto FFCC., capa rodadura, escolleras, espaldones de presas, áridos hormigón.
- Obras Públicas.
 - Excavaciones y desmontes (voladuras, taludes subverticales, fracturas descompresión, taludes en jabre ...), zanjas.
 - Presas: Apoyo (2000-4000 Kg/cm²), cerradas y vasos “impermeables”, limpieza jabre, fracturas de descompresión, sondeos de K verticales e inclinados, inyecciones, aliviaderos (marmitas), etc. Aceptan presas de gravedad, arco y bóveda.
 - Túneles: roca dura, traza-fracturas, diques. Excavación: perforación y voladura (long. corta, contorno irregular) y TBM (son caras) en túneles largos, a veces. En granito sano (nada o bulones), en granitos fracturados (gunita y bulones), en granitos alterados (cerchas y gunita). Boquillas. Grandes excavaciones subterráneas.

Rocas Filonianas

1. Forma de yacimiento
Magmas a través de fracturas, sin salir a superficie. Forma tabular (filón) m-hm, poco espesor, rocas duras en general. Morfología.
2. Estructura y textura
Enfriamiento rápido. Textura porfídica (cristales y pasta) t. aplítica (microcristales), t. pegmatítica (grandes cristales).
3. Tipos en f (textura y mineralogía)
 - Pórfidos: text. porfídica, fenocristales de leucocratos (Q,F) y pasta de melano y leucocratos. Rocas duras y resistentes.
 - Rocas filonianas ácidas: casi todo Q y F
 - a. Aplitas: Q+F (microcristales). Tabulares
 - b. Pegmática: Q+F (microcristales) Arriñonadas.
 - Rocas filonianas básicas: (Lamprófidos) (px, anf, biot)
4. Materiales
Explotación costosa. No sillería, en general. Capa rodadura, adoquinados, balasto FF.CC., escollera.
5. Obras Públicas.
Túneles: comportamiento hidrogeológico de diques.
Presas y Puentes: buen apoyo.

La Ofita (roca intrusiva)

Petrología y forma de yacimiento. Uso en obra. Alteraciones.

BIBLIOGRAFÍA

- Meléndez, B. y Fuster, J.M. Geología Ed. Paraninfo.
- López Marinas, J.M. "Geología aplicada a las obras públicas". CIE Dossat 2000.

Tema 15. ROCAS VOLCÁNICAS

1. Vulcanismo

- 1.1. Formación de los volcanes
Estructura de un volcán: cámara profunda, chimenea volcánica, cráter, cono volcánico, coladas de lava.
Volcanes activos y apagados.
- 1.2. La erupción volcánica.
La erupción volcánica: volátiles, lavas, coladas, piroclastos.
 - Tipos de erupciones volcánicas.
Depende de viscosidad del magma y del contenido en volátiles. Magmas ácidos y básicos.
 - Hawaiano, lavas muy fluidas, grandes coladas.
 - Stromboliano, lavas moderadamente fluidas. Erupciones explosivas: Lapilla y bombas volcánicas. pej.: Stromboli.
 - Vulcaniano, lava viscosa. Nubes de cenizas, pej.: Etna, Vesubio.
 - Peleano. Lava muy viscosa. Explosiones. Nubes ardientes.
 - Erupciones fisurales. Lavas muy fluidas. Grandes coladas. Actualmente no son frecuentes.
 - Erupciones freáticas. Explosivas.
 - Erupciones submarinas.
- 1.3. Morfología de los volcanes.
Escudos volcánicos. Estrato-volcanes (lavas + materiales sólidos). Subvolcanes.
- 1.4. Manifestaciones volcánicas póstumas (fumarolas calientes, hervideros, aguas termales, geysers).
- 1.5. El vulcanismo en España (Olot, Campo de Calatrava, Cabo de Gata, Canarias).
- 1.6. Rocas volcánicas.
 - a. Rocas piroclásticas: bombas volcánicas, lapilli, cenizas volcánicas, tobas volcánicas, brechas de explosión, conglomerados volcánicos.
 - b. Las rocas volcánicas (lavas).
Lavas vacuolares o escoriáceas (pej.: piedra pómez). Lavas cordadas (malpais), lavas amigdaloides, columnas prismáticas, lavas almohadilladas, lavas fluidales.
 - c. Texturas.
Concepto de vidrio volcánico. Textura vítrea, textura porfídico-vítrea, textura porfídico-hipocristalina, textura porfídico-holocristalina.
 - d. Tipos de rocas.

CUADRO SIMPLIFICADO DE CLASIFICACIÓN DE LAS ROCAS VOLCÁNICAS			
Composición:	Ortosa > plag.	Ortosa \approx plag.	Plag. > ortosa.
Con cuarzo:	Riolitas.	Riodacitas.	Dacitas.
Sin cuarzo ni feldespatoides:	Traquitas.	Latitas.	Andesitas. Basaltos.
Con feldespatoides.	Fonolitas.		Basanitas. Tefritas. Basaltos nefelínicos.

1.7. Aplicaciones.

a. Materiales de construcción.

Sillería: fonolitas, traquitas y tobas volcánicas.

Basaltos: mampostería, adoquines, hormigones, capa de rodadura, escolleras portuarias.

Andesitas: mampostería, adoquines, base de carreteras, balasto.

Riolitas: árido anguloso.

Lapilli: capas drenantes, relleno terraplenes.

Pumita: abrasivos, hormigones ligeros

b. Obras públicas.

Embalse: riesgo de fugas, calafateado. Buen apoyo en general si no alteradas.

Túneles: heterogeneidad en la excavación, comportamiento hidráulico dispar de diques.

Excavaciones y cimientos: heterogeneidad (voladura-pala), apoyos diferentes.

BIBLIOGRAFÍA

- Meléndez, B. y Fuster, J.M. Geología Ed. Paraninfo.

- López Marinas, J.M. "Geología aplicada a las obras públicas". CIE Dossat 2000.

Tema 16. ROCAS METAMÓRFICAS

16.1. Generalidades.

- **El metamorfismo:** qué es. Parte del ciclo petrológico que comprende.
- **Clases:**
 1. **Contacto:** dominio de la temperatura. Aureolas de contacto. Series típicas. Minerales típicos.
 2. **Regional:** tipo de procesos. Orógenos y geosinclinales. Series típicas.
 3. **Dinámico:** esfuerzos y deformaciones que lo generan. Las milonitas.
- **Minerales característicos** del metamorfismo: series de Barrow para las arcillas. Minerales esenciales, minerales secundarios, minerales metamórficos.
- **Textura** de las rocas metamórficas (microestructura). La foliación. Texturas miloníticas, oclares, bandeados.
- **Formas de los granos:** nematoblásticas, porfiroblásticas, lepidoblásticas, granoblásticas, etc.
- **Zonas geográficas del metamorfismo:** los escudos hercínicos, los grandes erógenos, antiguos geosinclinales, zonas de presiones corticales.

16.2. Tipos de rocas metamórficas.

Los gneises

- **Composición y tipos:** cuarzo, ortosa y biotita. Tipos de gneises (micáceos y glandulares).
- **Origen:** metamorfismo regional avanzado.
- **Alteración:** jabres.
- **Paisajes característicos:** similitud con granitos. Más oscuros. Canchos oblongos. Sequedad. Fuentes en fracturas.
- **Lugares españoles en los que se encuentran.**
- **Los gneises y las obras:**
 1. Sillería, áridos de hormigón y firmes.
 2. Escolleras.
 3. Fenómenos de ladera y problemas en desmontes. Jabres.
 4. Túneles en gneises. Excavabilidad.
 5. Presas en gneises. Buenos módulos elásticos.
 6. Cimentaciones.

Esquistos y micaesquistos

- **Composición y tipos:** cuarzo, clorita o moscovita. Láminas de minerales orientadas. Tipos de esquistos: micáceos, cuarcíticos. Las micacitas presentan más metamorfismo. A veces grafitos. Minerales propios del metamorfismo.
- **Origen:** metamorfismo regional avanzado.
- **Alteración:** suelos areno-arcillosos potentes.

- **Paisajes característicos:** secos, más “blandos”. Filones cuarcíticos. Oscuros.
- **Lugares españoles en los que se encuentran.**
- **Los esquistos y las obras:**
 1. Sillería y áridos de hormigón.
 2. Fenómenos de ladera y problemas en desmontes. Minerales de bajo ángulo de rozamiento.
 3. Túneles en esquistos. Importancia de la orientación relativa esquistosidad - eje del túnel.
 4. Presas en esquistos. Menor módulo que los gneises.
 5. Cimentaciones. Existencia de suelos de alteración.

Pizarras y filitas

- **Composición y tipos:** menos cuarzo y más cloritas y micas. Rocas arcillosas (algo más arenosas las filitas). Poca materia cristalina. Más probables fósiles, hidrocarburos o grafitos. Menos minerales propios del metamorfismo.
- **Origen:** metamorfismo regional bajo, o aureolas de contacto. Dinamometamorfismo.
- **Alteración:** suelos arcillosos potentes.
- **Paisajes característicos:** secos, oscuros o verdosos, paisajes “blandos”. Redes de drenaje dendríticas. Filones cuarcíticos. Impermeables.
- **Lugares españoles en los que se encuentran.**
- **Las pizarras y las obras:**
 1. Empleo en construcción actual y tradicional: cubiertas.
 2. Mediocres propiedades para otros usos.
 3. Fenómenos de ladera y problemas en desmontes. Minerales de bajo ángulo de rozamiento. Argallos, vuelcos.
 4. Túneles en pizarras. Importancia de la orientación relativa pizarrosidad - eje del túnel. El venteo. Los minerales arcillosos (clorita, sericitas, etc).
 5. Presas en pizarras. El caso singular de El Atazar.
 6. Cimentaciones. Existencia de suelos de alteración (saneos).

Cuarcitas

- **Composición y tipos:** cuarzo (sílice) > 90%.
- **Origen:** metamorfismo regional alto grado.
- **Alteración:** pedreras.
- **Paisajes característicos:** paisajes agrestes. Redes de drenaje rectilíneas (litoclasas y fallas de traza recta). Roca muy dura. Colores blanquecinos, amarillentos (líquenes), violáceos. Pedreras de pie de cantil y en cuencos de recepción de torrenteras.
- **Lugares españoles en los que se encuentran.**
- **Las cuarcitas y las obras:**
 1. Áridos de hormigón. Balastos de ferrocarril. Áridos de firmes. No se usan en sillerías. Escolleras.
 2. Desmontes subverticales: sólo cuñas o bloques por diaclasado.
 3. Túneles en cuarcitas. Importancia de la dureza. Poco sostenimiento. Arenas y agua en fallas.

4. Presas en cuarcitas. Alto módulo elástico.
5. Cimentaciones: buen terreno.

Otras rocas metamórficas

- **Milonitas y cataclastitas:** zonas de gran deformación. Muy disgregadas. Malas en túneles, cimientos, etc.
- **Corneanas:** metamorfismo de contacto de plutones. Minerales de alto grado. Buenas características mecánicas.
- **Migmatitas:** metamorfismo regional en plutones. Gran orientación de los minerales. Bandeados de micas y venas de cuarzos y feldespatos. Parecidas a gneises.

BIBLIOGRAFÍA

- Meléndez, B. “Geología”. Editorial Paraninfo. Capítulo: Metamorfismo y rocas metamórficas.
- López Marinas, J.M. “Geología aplicada a las obras públicas”. CIE Dossat 2000. Capítulo: Rocas metamórficas: utilización y comportamiento.

TEMA 17. ROCAS SEDIMENTARIAS.

GENERALIDADES.

- **Qué son:** Las que se producen en la superficie terrestre en el proceso exógeno, que consta de erosión, transporte, sedimentación y diagénesis.
- **Fases:**
 4. Hipogénesis: generación del sedimento a partir de otras rocas (por meteorización o por alteración química).
 5. Sedimentogénesis: tipos de medios de transporte y medios sedimentarios.
 6. Diagénesis: procesos físicos, químicos o biológicos que sufre el sedimento.
 7. Epigénesis: otros procesos diagenéticos posteriores.
- **Minerales:** enumeración de los más corrientes. Sílices, silicatos, carbonatos, óxidos, sulfatos, etc. Los hay más o menos estables (desde Q a plagioclasas cálcicas).
- **Estructura:** concepto de estrato. Subestructuras singulares: ripplemarks, estriados, estructuras cruzadas, graduadas, oolitos, estilolitos, espeleotemas, etc. Estructuras y huellas orgánicas.
- **Clasificación de las rocas:**
 1. Detríticas: conglomerados, areniscas, arcillosas. Subtipos.
 2. Químicas y bioquímicas: carbonáticas, salinas, síliceas, ferruginosas, carbonosas. Subtipos.

LOS CONGLOMERADOS

- **Qué son. Tipos y origen:** brechas y pudingas. Gonfolitas. Sedimentarios, químicos, volcánicos, tectónicos. Cementos y clastos (combinaciones variadas).
- **Paisajes característicos:** paredones, diaclasas verticales en sistemas subortogonales, mallos (torreones), callejones. Otras formas características. Identificación en foto aérea. Redes de drenaje.
- **Lugares españoles en los que se encuentran.** Diferentes pisos geológicos. Bordes de orógenos.
- **Los conglomerados y las obras:**
 7. Sillería, áridos de hormigón y firmes: regulares en general. Ocasionales piedras ornamentales.
 8. Escolleras malas.
 9. Taludes naturales: verticalidad.
 10. Túneles en conglomerados. Demasías. Ojo fracturas “al hilo” de la excavación. Excavabilidad.
 11. Presas en conglomerados. Buenos módulos elásticos. Buena impermeabilidad (inyectables).

12. Cimentaciones apropiadas.

LAS ARENISCAS. GENERALIDADES

- **Qué son. Clasificaciones.** Areniscas silíceas, arcosas, maciños, molasas, grauvacas, rodenos.
- **Paisajes característicos:** paredones (más duras). Formas redondeadas. Balmas, callejones, fondones fértiles. Colores claros a rojizos (excepto grauvacas). Otras formas características (taffonis, erosiones alveolares, etc). Identificación en foto aérea. Redes de drenaje.
- **Lugares españoles en los que se encuentran.** Diferentes denominaciones y pisos.

ARENISCAS SILÍCEAS

- **Propiedades:** baja porosidad, alta resistencia. Buenos áridos y sillares. Buenas cimentaciones. Válidas las propiedades de las cuarcitas.
- Algunos ejemplos españoles.

ARCOSAS

- **Composición:** cuarzo (<75%) y feldespato (>25%). Caolines. Posibles cementos carbonáticos. Colores variolados.
- **Origen:** descomposiciones rocas ígneas.
- **Lugares españoles en los que se encuentran.** Facies típicas. Capas orgánicas.
- **Paisajes característicos:** paisajes blandos y claros. Redes de drenaje dendríticas. Cárcavas. Las arcosas y el agua.
- **Las arcosas y las obras:**
 6. Los problemas en los taludes: reptaciones, otros deslizamientos. Ejemplos.
 7. Túneles en arcosas. Importancia de la presencia de agua. Problemas en los túneles: el Talave.
 8. Obras hidráulicas en arcosas. Problemas de las presas y las laderas en los embalses.
 9. Cimentaciones: problemas del agua.

MOLASAS (areniscas arcillosas)

- **Significación como facies (origen). Tipos de cementos:** margosos, arcillosos.

- **Lugares españoles en los que se encuentran.**
- **Las molasas y las obras:**
 1. Sillerías: algunos ejemplos españoles. Alterabilidad.
 2. Otros áridos: problema de su falta de dureza.
 3. Taludes subverticales.
 4. Túneles en molasas. Buen recorte, roca blanda, poco sostenimiento.
 5. Embalses en molasas.
 6. Cimentaciones: cargas medias.

MACIÑOS (areniscas calcáreas)

- **Tipos de cementos:** calcáreos, calcomargosos. Rocas blandas.
- **Lugares españoles en los que se encuentran.**
- **Los maciños y las obras:**
 1. Pocos usos como áridos.
 2. Problemas en taludes.
 3. Cimentaciones: cargas medias, erosión diferencial.

GRAUVACAS

- **Composición** (abundancia de matriz arcillosa). **Procedencia.**
- **Lugares españoles en los que se encuentran.**
- **Las grauvacas y las obras:**
 1. Uso como piedra de construcción.
 2. Uso eventual como árido de hormigón, si no hay otro.

SAMITAS Y RÓDENOS

- **Composición** (micáceas y férricas).
- **Lugares españoles en los que se encuentran.**
- **Samitas, rodenos y las obras:**
 1. Uso como piedra de construcción: sillares.
 2. Uso como árido de hormigón.
 3. Taludes subverticales.
 4. Presas en rodenos. Impermeabilidad. Similitudes con cuarcitas.

ARENAS Y GRAVAS.

General

Rocas sueltas. Rocas cementadas asociadas.

Granulometría que caracteriza a las arenas y a las gravas. Otras denominaciones.

Homogeneidad o heterogeneidad de las partículas.

Homometría y heterometría.

Presencia de finos.

Localización de las arenas

Localización de las gravas

Propiedades ingenieriles.

Abrasividad en función de composición.

Resistencia y deformabilidad. Importancia del contenido de finos y de la humedad.

Ejemplo de diferente comportamiento de:

- *Arenas saturadas, Arenas secas limpias, Arenas secas con finos, Arenas limpias “húmedas”, Arenas “húmedas” con finos.*

- *Caso de las gravas.*

Ángulos de rozamiento de arenas y de gravas en función de densidad. Ejemplos.

Módulos de deformación.

Materiales de construcción

En hormigones. Finos?

Para pulir. Condiciones.

Elementos de filtro y de drenaje. Dónde?

Apoyo cimentaciones. Dónde?

Áridos para bases. Condiciones.

Áridos para firmes. Condiciones.

Gravas para balasto. Condiciones.

Gravas para gaviones. Condiciones.

En Terraplenes. Condiciones.

Comportamiento de obras en arenas y gravas

Excavaciones en general

Excavabilidad.

Taludes.

Mantenimiento.

Afección a acuíferos.

Vaciados importantes bajo el NF al abrigo de pantallas

Problema del sifonamiento en arenas. Soluciones. Ejemplos.

Problemas de achique. Presencia de finos.

Túneles

Excavabilidad en cuanto al arranque.

Sostenimiento. Función de los finos. Tratamientos

Deformabilidad del entorno de la sección. Problemas. Ejemplos. Soluciones.

Empleo de tuneladoras.

Cimentaciones de estructuras en general

Influencia de la densidad.

Tipología de cimentaciones.

Tratamientos

Cimentaciones de Puentes sobre ríos.

Problema de la socavación. Soluciones. Ejemplos.

Licuefacción

Explicación del fenómeno

Condiciones del terreno para producirse.

Consecuencias del sifonamiento.

Zonas geomorfológicas susceptibles de licuefacción.

Caso de las gravas.

Presas

Presas de gravedad de hormigón. Posibilidades.

Presas de materiales sueltos. Posibilidades. Tratamientos.

ARCILLAS Y LIMOS.

General. Conceptos

Origen de arcillas.

Origen de limos. Caso del Loess. Lúnulas.

Granulometrías

Presencia de otras fracciones o tamaños.

Localización

Abundancia.

Arcillas:

- Formaciones terciarias
- En el Cretácico.
- En el Triásico
- En el Cuaternario
- Suelos de alteración.
- Localizaciones geográficas típicas en la Península.

Limos:

- Zonas cuaternarias asociadas a ríos
- Marismas. Donde?
- Depósitos eólicos.

Cultivos

Propiedades

Resistencia y deformabilidad

Influencia de la presencia de otras fracciones más gruesas.

Curva de Mohr

Cohesión

Ángulo de rozamiento.

Resistencia a la compresión simple.
Influencia del agua (humedad)
Cohesión sin drenaje.
Módulo elástico
Deformabilidad . Caso del loess

Plasticidad

Explicación del fenómeno.
Límites de Atterberg
Influencia de la plasticidad en las obras “sobre”

Erosionabilidad

Permeabilidad

Modelado y Paisaje

Asociar a propiedades
Pendientes.
Erosiones.
Barrancos.
Descalces.
Red hídrica.
Paisaje típico del loess

Uso como material de construcción

Fabricación de elementos constructivos en edificación.
Áridos ligeros. Origen y ejemplos.
En presas en general.
En presas de materiales sueltos.
En pantallas.

Comportamiento de obras en arcillas y limos

Excavaciones en general

Maquinaria
Taludes en arcillas, en limos
Inestabilidades típicas que aparecen.

Túneles

Excavabilidad en cuanto al arranque.
Deformabilidad de la sección excavada.
Deformabilidad del entorno de la sección. Problemas. Ejemplos. Soluciones.
Sostenimiento. Tratamientos
Empleo de tuneladoras.
Casos especiales de arcillas

Cimentaciones de estructuras en general

Cimentaciones superficiales. ¿Cuándo?

Cimentaciones profundas. ¿Cuándo?
Arcillas expansivas. Patología. Soluciones.
Limos colapsables. Patología. Soluciones.

Obras lineales sobre arcillas

Explanadas, capas de forma y firmes sobre arcillas y limos.
Drenajes.
Terraplenes sobre suelos blandos y poco resistentes. Tratamientos.

Presas

Impermeabilidad del vaso.
Estabilidad de laderas. Erosiones.
Características de las “cerradas”
Tipología de presas.

BIBLIOGRAFÍA

- Meléndez, Bermudo. “Geología”. Editorial Paraninfo. Capítulo: Las rocas detríticas.
- López Marinas, J.M. “Geología aplicada a las obras públicas”. CIE Dossat 2000. Capítulo:
Rocas sedimentarias: utilización y comportamiento (págs. 280 y ss).

Tema 18. ROCAS CARBONATADAS

1. Introducción

Importancia. Distribución de las calizas y dolomías en el mundo, en España y en las eras geológicas.

2. Mineralogía y rocas

Calcita, aragonito. Dolomitización. Origen: químico, bioquímico, detrítico. Calizas, dolomías; diferenciación. Margas.

3. Clasificación

- a) Carbonatos autóctonos.
 - Origen marino: pelágicos, arrecifales, calizas margosas.
 - Continentales: tobas, travertinos, espeleotemas, caliche.
- b) Carbonatos alóctonos: calcirruditas, calcarenitas, calcilutitas, calizas oolíticas, coquinas.
- c) Carbonatos diagenéticos: calizas magnesianas, dolomías.

4. Modelado y paisaje

- Características fundamentales: relieve, proceso de karstificación y precipitación.
- El karst.
 - Características generales: morfología, hidrografía. Importancia práctica.
 - Geomorfología kárstica: lapiaz, dolinas, uvalas, poljes, cañones. Simas y cuevas.

5. Aplicaciones

- a) Materiales.
Sillería, mampostería. Caso de las tobas. Cemento. Hormigón. Áridos (basalto, capa rodadura ...)
Escolleras puertos.
- b) Hidrogeología.
Particularidades de los acuíferos kársticos (heterogeneidad, recarga alta ...).
Métodos de exploración.
- c) Obras Públicas.
Embalses: Apoyo. Riesgo de fugas (estudios previos, correcciones). Túneles (perforación, entrada de agua). Obras lineales: excavación, taludes, soporte de obras. Canales.

BIBLIOGRAFÍA

- Meléndez, B. y Fuster, J.M. Geología. Edit. Paraninfo.

Tema 19. LOS YESOS.

Concepto de roca evaporítica. Orden de evaporación
Yesos. Generalidades mineralógicas. Hemihidrato y anhidrita. Propiedades. Papel del agua.

Distribución en España.

Ambientes sedimentarios.

Cuencas terciarias. Yesos Eocenos y Miocenos.

Otros yesos no terciarios en España.

Facies Keuper.

Yesos wealdenses.

En series paleozoicas. (Narcea)

Tectónica yesífera.

Modelados.

Paisajes característicos. Zonas húmedas y secas.

Formas de vertientes. Cantiles. Cárcavas.

Deslizamientos de ladera.

Forma de valles, redes hidrográficas, cuencas endorreicas.

Karst en yesos. Ejemplos. Características. Subsidiencias. Calamas y clotas.

Vegetación característica.

Asociaciones con otros haluros y otros sulfatos. Arcillas y margas.

Halita y glauberita.

Arcillas asociadas.

Construcción de obras en terrenos yesíferos.

Solubilidad y permeabilidad. Discusión de casos y soluciones.

Problemática y soluciones en canales. Ejemplos.

Embalses en yesos. Ejemplos.

Vasos de embalses en yesos. Problemas y soluciones. Ejemplos españoles.

Excavaciones, taludes. Herramientas de arranque.

Túneles. Papel de la profundidad. Presencia de anhidrita / yeso. Problemas.

Soluciones

Loess y limos yesíferos. Fenómenos de colapso.

Mecanismos de colapso.

Zonas de riesgo en España.

Soluciones.

Problemas de cimentación de obras.

Huecos adquiridos. Cimentaciones superficiales y profundas. Problemas y soluciones.

Asientos. Rigidez del macizo. Soluciones.

Ejemplos de obras.

Uso como material de construcción.

Impacto en hormigones. Sal de Candlot. Soluciones.

En clinker de Cementos.

Material aglomerante.

Uso como terraplenes y rellenos. Requisitos.

Otros usos. Sillerías.

BIBLIOGRAFÍA

- Meléndez, B. y Fuster, J.M. “Geología”. Editorial Paraninfo. Capítulo: Metamorfismo y rocas metamórficas.
- López Marinas, J.M. “Geología aplicada a las obras públicas”. CIE Dossat 2000. Capítulo: Rocas metamórficas: utilización y comportamiento.

Tema 20. LA PALEONTOLOGÍA COMO CIENCIA

- 1.** Los fósiles: el proceso de fosilización (carbonatación, silicificación, fósiles piritosos, fósiles carbonosos). Clases de fósiles: normales, moldes e impresiones, huellas de actividad orgánica, paleoicnología.
Tafonomía (factores biológicos y geológicos). Yacimientos alóctonos y autóctonos, fosilización.
- 2..** Paleontología y Evolución. Leyes de evolución biológica.
- 3.** Paleontología estratigráfica (Bioestratigrafía).
Los fósiles característicos; condiciones que deben reunir: evolución rápida, área de dispersión extensa, abundancia en los estratos (facilidad de fosilización).
- 4.** La paleontología en Geología Aplicada.
Diagnóstico de fósiles con fines en Geología Aplicada a las O.P. (túneles, testificación de sondeos, interés de la micropaleontología). Cartografía en materiales sedimentarios, correlaciones estratigráficas. Datación de series.

Tema 21. TAXONOMÍA PALEONTOLÓGICA

Principales grupos de fósiles de interés paleontológico

- Microfósiles

- a) Foraminíferos (caparazón calcáreo, forma muy variable, siempre marinos)
 - Fusolinas (Carbonífero, Pérmico “Calizas de fosolinas”).
 - Alveolinas (Cretácico superior-Eoceno “Calizas de alveolinas”).
 - Nummulites (Eoceno “Calizas nummulíticas”).
 - Orbitolinas (Paleogeno).

- Invertebrados fósiles

1. Poríferos: esponjas (silíceas, calcáreas), arqueociatos.
2. Celentereos (animales marinos, con boca de tentáculos) pej: Coralarios.
3. Graptolitos (organismos acuáticos, colonias flotantes o en el fondo, arborescentes). Forma de trazos blancos sobre pizarras oscuras.
4. Poraquípodos (con caparazón de 2 valvas distintas y viven fijados al fondo del mar mediante un pedúnculo) pej: Spirifer (Devónico), Rynchonella (Jurásico), Terebrátula (Jurásico).
5. Moluscos (simetría bilateral a veces modificada por la torsión y por arrollamiento). Casi todos son marinos, algunos de agua dulce, otros terrestres. Fosilizan en carbonato cálcico.
6. Gasterópodos: un único caparazón enrollado. pej.: Turritella, Planorbis, Náutica.
7. Pelecípodos (Lamelibranchios, bivalvos), formados por un caparazón de dos piezas simétricas, pej: Pecten , Ostreidos
8. Cefalópodos. (marinos)
 - Ammonites: caparazón externo enroscado, dividida en el interior por cámaras. Líneas de sutura.
 - Belemnites.
9. Artrópodos: Trilobites. Marinos, paleozoicos. Cuerpo dividido en tres partes.
10. Equinodermos: Crinoideos. Equinodermos.

- **Vertebrados fósiles**: peces, anfibios, reptiles, mamíferos, Paleontología humana.

- Paleobotánica

Tema 22. GEOLOGÍA HISTÓRICA

1. La Geología, ciencia histórica; el principio del actualismo.
2. Cronología relativa.

Principio de horizontalidad (no basculamiento ni plegamiento), principio de continuidad (espesores, cambios laterales de facies, acuñamientos), principio de superposición de los estratos (válido también para discordancias), principio de corte (fallas, diques), metamorfismo y cronología relativa, intrusión magmática y roca encajante, plegamiento y cronología relativa.

Los fósiles contenidos en una roca sedimentaria sirven para determinar su edad geológica; las capas que tienen el mismo contenido fosilífero son de la misma edad, aunque su litología difiera.
3. Estratigrafía.
 - Interés práctico de la estratigrafía y las rocas sedimentarias: yacimientos, combustibles, aguas subterráneas, recursos minerales, materiales de construcción.
 - Concepto de estrato (capa, lecho...). Diferencia con la esquistosidad. Muro, techo, espesor. Superficie de estratificación (lapsus o cambio de sedimentación).
 - Estructuras sedimentarias de ordenamiento interno: laminaciones (horizontal, oblicua), estratificación lenticular, estratificación cruzada, estratificación gradada, imbricación.
 - Caracteres de la superficie de estratificación: ripples, estructuras de deformación. Estructuras orgánicas (bioturbación). Estructuras diagenéticas.
 - Discontinuidades estratigráficas y cartografía geológica. Concordancia estratigráfica. Laguna estratigráfica. Hiato. Vacío erosional. Diastema. Superficie de erosión. Discordancias: angular (plana / ondulada), discordancia progresiva.
 - Análisis de series estratigráficas.
 - Secuencia normal: detrítico grueso–detrítico fino–coloidal–calcáreo–evaporítico.
 - Series rítmicas.
 - a) Serie gradada (c. de turbidez, grano selección +)
 - b) Serie “flysch”: arenisca – arcilla.
 - c) Ciclotemas: yacimientos de carbón del Carbonífero.
 - Concepto de Paleogeografía: distribución de mares y continentes. Transgresiones y regresiones marinas.
 - Las Facies estratigráficas.

Tipos de facies:

 - Marinas: litoral (playas, estuarios ...), nerítica (costa 200 m de profundidad. Arenas, limos, arcillas. Corales), batial (200-2.000 m; arcillas y planckton, abisal (> 2.000, planckton silíceo)
 - Continentales: fluviales, lacustres, glacial, desérticos, eólicos, lagunar.
 - La correlación estratigráfica.

Columnas estratigráficas.
Criterios petrográficos (horizontes guía) y paleontológicos (fósiles característicos)
4. Cronología absoluta
Fundamentos , ámbito de aplicación, validez, tablas cronoestratigráficas, campo magnético (paleomagnetismo). Métodos radiactivos: U^{238} / Pb^{206} (7 ma -100.000 años),

Sr -87 / Pb-87 (millones de años), (ambos en rocas ígneas con minerales radiactivos sobre todo, intercalaciones en rocas sedimentarias); Ar-40 / K-40 (desde millones de años hasta 100.000, en rocas sin metamorfismo, sobre todo del Mesozoico y Terciario), U / Th (termoluminiscencia, 300.000 años-décadas), C-14 (hasta 60.000 años).

5. Tabla de tiempos geológicos.

Cuaternario		
Terciario		
Mesozoico	Cretácico	Superior
		Inferior
	Jurásico	Malm
		Dogger
		Lías
Triásico		
Paleozoico	Pérmico	
	Carbonífero	
	Devónico	
	Silúrico	
	Ordovícico	
	Cámbrico	
Arcaico / Precámbrico		

BIBLIOGRAFÍA

- Meléndez, B. y Fuster, J.M.. Geología. Ed. Paraninfo. Capítulo XX.
- Corrales, I. y otros. Estratigrafía. Ed. Rueda

Tema 23- LAS DISTINTAS ERAS GEOLÓGICAS

1. La Era Arcaica

Edad de la Tierra. Escudos: escandinavo, canadiense, siberiano ... Orogenias. Careliana y Huroniana. Presencia de glaciaciones (tillitas).

Divisiones

- Arcaico ppd: No hay en España.
- Precámbrico: discordante sobre el Arcaico. Rocas de metamorfismo menos intenso y rocas eruptivas. Algas fósiles, estromatolitos. Aparece en España en Galicia, Asturias, León, Montes de Toledo.

2. Paleozoico

- Generalidades

Constituye el zócalo de la cobertera mesozoica o terciaria. Abundancia de rocas metamórficas. En el Paleozoico inferior (Cámbrico–Silúrico) abundan las rocas detríticas (cuarcitas, areniscas, pizarras), en el medio y superior las calizas y las formaciones flysch.

Orogenias: Caledoniana (Cámbrico–Devónico) y Hercínica (Carbonífero–Pérmico), con manifestaciones magmáticas (granitos hercínicos de España, pej: Sierra del Guadarrama).

Paleografía: Continentes (Gondwana, Nordatlántico y Ancara), mares (Tetis, mar de Ural).

El paisaje del Paleozoico en España. Materiales y aplicaciones en Obras Públicas. (Referencia a la columna estratigráfica sintética de España).

BIBLIOGRAFÍA

- Meléndez, B. y Fuster, J.M. Geología. Ed. Paraninfo. Cap. XXI y XXII.

Tema 24. EL MESOZOICO

- Triásico
- Facies Germánica (mayor parte de España).
Límite impreciso con Pérmico. De abajo a arriba: Areniscas Buntsandstein, calizas conchíferas (Muehlekalk) y margas con yesos y sales (Keuper), ambientes subtropicales, vulcanismo. Minerales característicos, nivel de despegue tectónico, contacto mecánico, mantos de corrimiento, diapirismo. Problemas en obras públicas. Límite superior: conchíferas del infralías.
- Trías alpino (Andalucía, Béticas). Principalmente marino (calizas y dolomías) pej: Alpes Dolomíticos.

El paisaje del Triásico en España. Materiales útiles del Triásico.

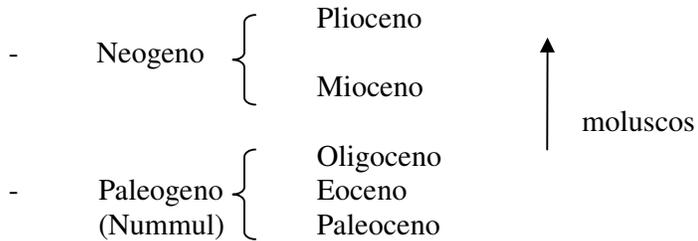
- Jurásico
- Generalidades
Calizas, margas, calizas oolíticas. Paisaje. Clima tropical y húmedo. Arrecifes, evaporitas. Descomposición del Continente de Gondwana. Fósiles: Ammonites, Belemnites, Braquiópodos, Pelecípodos. Estilo tectónico. Jurásico y Alpino (Bética).
- Subdivisiones, de más antiguo a más moderno:
Lías (dolomías, calizas, calizas margosas).
Dogger: calizas oolíticas y calizas tableadas.
Malm: calizas y margas. Facies Purbeck (continental, areniscas).
- Cretácico
Cretácico Inferior: Facies Urganiana (arrecifal). Facies Weald (continental, detrítico). Facies Utrillas (arenas caoliníferas, problemas en obras públicas). Lignitos. Paisaje.
Cretácico Superior: (facies marinas). Margas y calizas.
Estilo tectónico Jurásico y Alpino (Béticas). El Garumnense.
El paisaje del Jurásico y del Cretácico en España. Materiales y problemas en las obras públicas.
(Referencia a la columna estratigráfica sintética de España).

BIBLIOGRAFÍA

- Meléndez, B. y Fuster, J.M. Geología. Ed. Paraninfo. 1975. Capítulo XXIII.

Tema 25. EL TERCIARIO

- Generalidades: gran desarrollo de los mamíferos. Terrenos todavía no consolidados. Predominancia de las formaciones continentales.
- Divisiones estratigráficas en función de nummulites y moluscos



- Actividad orogénica: Orogenia Alpina (Oligoceno-Mioceno) (Eoceno, Pirineo). pej: Alpes, Himalaya, Cáucaso, Atlas. Mantos de corrimiento, volcanismo.
- Paleogeografía, clima cálido. Fauna y flora terciarias.
- Terrenos: flysch, molasas, calizas páramo, arcosas, evaporitas, calizas con alveolinas y numulíticas, conglomerados. Cuencas Terciarias. Rañas.

El paisaje del Terciario en España. Materiales y problemas en las obras públicas.
(Referencia a la columna estratigráfica sintética de España).

BIBLIOGRAFÍA

- Meléndez, B. y Fuster, J.M. Geología. Ed. Paraninfo. 1975. Capítulo XXIV.

Tema 26. EL CUATERNARIO

Pleistoceno (inferior, medio, superior) 1'8 m.a. → 10.000 años. Holoceno. Importancia de las formaciones superficiales y del Cuaternario en las obras públicas. Importancia de la cronología absoluta.

Principales formaciones cuaternarias

a) Continentales:

Morrenas glaciares, loess, terrazas fluviales, conos aluviales, coluviones y derrubios de ladera. Otros: dunas consolidadas, travertinos, (arcillas varvadas, turberas, depósitos de cuevas).

b) Formaciones marinas y de transición:

Playas levantadas, arrecifes costeros, deltas, estuarios

Glaciaciones y variaciones climáticas. Causas: excentricidad orbita terrestre, eclíptica, inclinación eje de rotación, manchas solares..... Glaciaciones: Gunz, Mindel, Riss, Würm. El clima en el Pleistoceno Superior y Holoceno.

Fauna cuaternaria (mamíferos): El hombre fósil. Cultura: lítica.

BIBLIOGRAFÍA

- Meléndez, B. y Fúster, J.M. (1975). Geología. Ed. Paraninfo. (Capítulos XX, XXI, XXII, XXIII, XXIV Y XXV).

Tema 27. GEOLOGÍA DE ESPAÑA

Las grandes unidades regionales de España (véase mapa adjunto).

1. El Macizo Ibérico.

Materiales paleozoicos metamórficos (pizarras, cuarcitas...), sedimentarios (calizas, areniscas) e intrusivos. Están afectados por la Orogenia Hercínica, aumentando el metamorfismo hacia el SO. Durante la Orogenia Alpina constituyó un trozo de placa continental estable y autóctona. No incluye el Paleozoico de los Pirineos, Béticas y Cordilleras Costero-Catalanas, pero sí el de la Cordillera Ibérica.

Se divide en 5 zonas de orientación general NO-SE y en forma de arcos:

- Zona Cantábrica: Tiene un Paleozoico Superior muy desarrollado (Cuenca Carbonífera Asturiana, pe.). Tectónica: cabalgamientos y escamas. Separado de la Zona Asturoccidental Leonesa por el Antiforme de Narcea.
- Zona Asturoccidental Leonesa: Gran desarrollo del Paleozoico Inferior. Continúa a la Cordillera Ibérica bajo la cobertera mesozoica y terciaria. Tectónica: cabalgamientos, escamas, aumento del metamorfismo hacia el oeste. Facies Olla de Sapo.
- Zona Centro Ibérica: Sucesión de anticlinales y sinclinales. Metamorfismo muy variable. Batolito de los Pedroches.
- Zona de Ossa-Morena: Gran desarrollo del Paleozoico Inferior. Es un gran anticlinorio muy complicado y fracturado. Metamorfismo variable. Intrusiones magmáticas estrechas.
- Zona Surportuguesa: Gran desarrollo del Paleozoico Superior, con series rítmicas y materiales volcanosedimentarios, a veces mineralizados (Faja Pirítica). Tectónica: mantos de corrimiento y pliegues tumbados. Metamorfismo de bajo grado.

2. Cordilleras Alpinas.

Se originan durante la Orogenia Alpina como consecuencia del cerramiento del Mar de Tetis. En los Pirineos y Béticas hay tectónica alpina ppd. (cabalgamientos, mantos de corrimiento), no en la Cordillera Ibérica y Cord. C. Catalanas, de tectónica más suave.

- Pirineos, de sur a norte se distinguen las siguientes subzonas: Cuenca del Ebro (Terciario) – Sierras Exteriores o Prepirineo (Mesozoico-Terciario) – Canal de Jaca y Pamplona (Terciario) – Subpirineo español (Mesozoico plegado) – Zona axial (Paleozoico – rocas intrusivas) – Subpirineo francés (Mesozoico cabalgado) – Cuenca de Aquitania (Terciario).

La terminación hacia el Oeste son las Cordilleras Vasco-Cantábricas, donde aparecen materiales sedimentarios triásicos, jurásicos, cretácicos y terciarios, parecidos a los de la Cordillera Ibérica

- Béticas: Estratigrafía y estructura complicada. De Norte a Sur se distinguen tres zonas:
 - Dominio Externo: Prebético (única unidad autóctona sin Paleozoico, y con estratigrafía parecida a la Cordillera Ibérica. Subbético: alóctono, con mantos de corrimientos y cabalgamientos desplazados hacia el norte a favor del Triásico.
 - Dominio Intermedio, que comprende las unidades alóctonas del Campo de Gibraltar.
 - Dominio Interno: Materiales paleozoicos y mesozoicos afectados por grandes mantos del corrimiento (complejos Alpujárride, Nevado-Filábride), etc.

- Cordillera Ibérica:
Directrices geológicas NO-SE. Se distinguen las siguientes unidades: Sierra de la Demanda (con Paleozoico, muy desarrollada la Facies Weald del Cretácico), Rama Aragonesa (Mesozoico principalmente), Depresión Calatayud-Teruel (Terciario), Rama Castellana, Sierra de Altomira (N-S), Zona del Maestrazgo.
- Cordilleras Costero-Catalanas:
Directrices NE-SO. Se distinguen: Zona de enlace con el Maestrazgo, Cordillera Prelitoral , Cordillera Litoral, Depresión interna del Vallés-Penedés, Tectónica de horts y gravenes, cabalgamiento, diapirismo, Paleozoico y Mesozoico.

3. Cuencas Terciarias

- Cuenca del Duero.
- Cuenca del Ebro.
- Cuenca del Tajo.
- Cuenca del Guadalquivir.

Tema 28 a. SONDEOS Y CALICATAS. TOMA DE MUESTRAS.

Sondeos y calicatas. Toma de muestras.

1. Razón y ser de los sondeos y calicatas. Clases de sondeos y elección. Número y profundidad.
2. Sondeos a rotación
 - a. Operativa
 - b. Aparentaje: tubo simple, tubo doble, triple tubo, wire line.
 - c. Circulación del agua. Toma de muestras.
 - d. Limitaciones y uso.
3. Sondeos con barrena helicoidal.
 - a. Operativa
 - b. Aparentaje.
 - c. Toma de muestras.
 - d. Limitaciones y uso.
4. Sondeos a percusión..
 - a. Operativa
 - b. Aparentaje.
 - c. Toma de muestras.
 - d. Limitaciones y uso.
5. Sondeos especiales: rotopercusión, trépano y tricono.
 - a. Operativa
 - b. Aparentaje.
 - c. Limitaciones y uso.
6. Calicatas: Uso, limitaciones, partes de catas, ventajas y desventajas.
7. Muestras:
 - a. Inalteradas
 - b. Parafinados
 - c. Alteradas.
 - d. Agua
8. Toma de muestras en sondeos
 - a. A rotación, pared única o doble.
 - b. Tomamuestras hincados a presión y a golpeo. Abiertos y cerrados, pared gruesa y delgada. Tubos Shelby. Tomas con pistón.
9. Toma de muestras en calicatas.
 - a. Operativa.
 - b. Cantidades.
 - c. Muestras en bloque.
 - d. Hincada de tubos tomamuestras.
10. Transporte, diámetros y tamaño de las muestras.
11. Testificación de sondeos.
 - Descripción del proceso de perforación o de calicata,.
 - Estadillos, descripciones, RQD, diaclasas, ensayos, fotografías, etc.

BIBLIOGRAFÍA:

- García Yagüe, a. Temas de geología aplicada a las obras publicas. Madrid, s.a. Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos,. Servicio de Publicaciones. Colección Escuelas.
- González de Vallejo, L.I. Ingeniería Geológica. Madrid, 2002. Ed Prentice Hall.

Tema 28b. ENSAYOS IN SITU.

Ensayos in situ.

1. Razón y ser de los ensayos in situ. Ventajas y desventajas.
2. Ensayos de resistencia:
 - a. Suelos
 - i. SPT, penetración estándar.
 - ii. Ensayos de penetración dinámica.
 1. Borros
 2. DPL, Dynamic Probing Low
 3. DPM, idem medium.
 4. DPH, idem heavy
 5. DPSH, idem superheavy.
 - iii. Ensayos de penetración estática.
 1. CPT, cone penetration test.
 2. Piezocono.
 - iv. Ensayo del molinete, vane test.
 - b. Rocas
 - i. Esclerómetro o martillo Schmidt.
 - ii. Ensayo de carga puntual
 - iii. Ensayo de discontinuidades.
 1. Ensayo de resistencia al corte
 2. Tilt Test
3. Ensayos de deformabilidad
 - a. Suelos
 - i. Ensayo presiométrico
 - ii. Ensayo de placa de carga.
 - b. Rocas
 - i. Ensayo dilatométrico
 - ii. Ensayo de placa de carga
 - iii. Ensayo de gato plano, Flat jack
 - c. Métodos sísmicos: ver geofísica.
4. Ensayos de permeabilidad
 - a. Suelos
 - i. Lefranc
 - ii. Gilg-Gavard
 - iii. Matsuo
 - iv. Haefeli
 - b. Rocas
 - i. Lugeon
 1. Mecánica
 2. Definición de UL
 3. Valores en rocas de permeabilidad, según UL's
 4. Interpretación del ensayo.
5. Concepto de resistencia y deformabilidad de un macizo rocoso frente a una obra.
 - a. **A DESARROLLAR**

BIBLIOGRAFÍA:

- García Yagüe, A. Temas de geología aplicada a las obras publicas. Madrid, s.a. Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos,. Servicio de Publicaciones. Colección Escuelas.
- González de Vallejo, L.I. Ingeniería Geológica. Madrid, 2002. Ed Prentice Hall.

Tema 29. PROSPECCIÓN GEOFÍSICA.

1. Nociones y características de las prospecciones geofísicas. Ventajas y desventajas.
2. Principales métodos y parámetros a medir e interpretar.
3. Eléctrica.
 - a. Noción de resistividad.
 - b. Valores en rocas y agua. Formula de Archie.
 - c. Metodología y base de la geofísica eléctrica.
 - d. Aparentaje, formulación e interpretación.
 - e. Configuraciones. Wenner y Schlumberger.
 - f. SEV, sondeo eléctrico vertical.
 - g. CE, calicata eléctrica.
 - h. Dipolo-dipolo o pseudo sección.
 - i. Limitaciones.
4. Sísmica.
 - a. Noción de ondas sísmicas, P, S, L y R.
 - b. Relación de la velocidad con el módulo de Young.
 - c. Ley de Snell y Principio de Huyghens. Refracción total y reflexión.
 - d. Valores en rocas y minerales.
 - e. Reflectores y refractores.
 - f. Sísmica de refracción.
 - i. Aparentaje, formulación e interpretación. Dromocrónicas. Ejemplo de refractor a profundidad constante.
 - ii. Otras casos de refractores.
 - iii. Limitaciones.
 - g. Sísmica de reflexión.
 - i. Noción.
 - ii. Aplicaciones.
 - iii. Limitaciones.
5. Electromagnética
 - a. Noción
 - b. Clasificación: corrientes de inducción y de desplazamiento.
 - i. FDEM.
 - ii. ÍDEM.
 - iii. Inducción lejana, VLF.
 - iv. Geo-radar o GPR.
6. Gravimétricos.
7. Magnéticos.
8. Geofísica en interior de sondeos.
 - a. Testificación en sondeos. Logs y diagrfías.
 - b. Aparentaje.
 - c. Registros:
 - i. Eléctricos: resistividad, conductividad, potencial espontáneo.
 - ii. Nucleares o radiactivos: Gamma natural, Gamma-gamma, Gamma-neutrón, neutrón-neutrón.
 - iii. Acústicos.
 - iv. Fluidos: temperatura, conductividad, velocidad de flujo.
 - v. Geométricos: calibre, dípmetro y sondas de televisión.
9. Sísmica en sondeos.
 - a. Cross-hole.

- b. Up y Down-hole.
- c. Tomografía sísmica.

BIBLIOGRAFÍA:

- García Yagúe, A. Temas de geología aplicada a las obras publicas. Madrid, s.a. Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos,. Servicio de Publicaciones. Colección Escuelas.
- González de Vallejo, L.I. Ingeniería Geológica. Madrid, 2002. Ed Prentice Hall.

Temas 30, 31 y 32.

- **Metodología. Análisis topográfico y morfológico. Reconocimiento de campo. El mapa geológico. Los cortes**
- **Modus operandi. Los tipos pétreos, las estructuras y su visión estéreo.**

**ESTAS LECCIONES SE HAN DESARROLLADO EN PRÁCTICAS DE
CORTES Y LABORATORIO Y NO SE IMPARTIRÁN EN TEORÍA**

Tema 33. CANTERAS

- **Concepto de cantera y de gravera**
- **Usos de rocas en construcción:**
 1. Bloques (escolleras)
 2. Sillares, sillarejos, mampostería. Chapados. Usos tegulares.
 3. Áridos gruesos rodados o machacados: hormigones, balastos, firmes.
 4. Áridos finos rodados o machacados: hormigones, firmes, filtros, drenes, camas de arena.
 5. Arcillas y limos: ladrillos, tejas.
 6. Arcillas y limos: núcleos y tapices de presas.
 7. “Tierras” en general: rellenos de obras viales, portuarios, cuerpos de presas, explanaciones industriales (concepto de préstamos).
- **Usos industriales de las rocas:**
 1. Cementos (calizas y margas)
 2. Industria del yeso, industria del alabastro.
 3. Cerámicas (similar al caso de ladrillos), porcelanas (caolines), vidrios (arenas).
 4. Cuarzos industriales.
 5. No incluimos industrias del carbón, minería metálica...
- **Canteras por su duración:** provisionales (de obra), intermitentes (asociadas a mantenimiento, por ejemplo de líneas ferroviarias), fijas (grandes volúmenes, duran décadas).
- **Laboreo:** mecánico, voladuras, otros (rasgado de cuñas, hilo diamantado, etc. Antiguamente: “estereotomía” (canteros), *ruina montis*, etc.
- **Morfología:**
 1. Rocas ígneas: masivas
 2. Rocas filonianas: “cajeros” estrechos.
 3. Rocas sedimentarias: capas y bancos, horizontales o inclinados. A veces masas “informes”.
 4. Graveras: las terrazas suelen dar superficies extensas, poco potentes (ojo medioambiente). Terrazas bajas: nivel freático.
 5. Otros depósitos sueltos: coluviales, morrenas. Son irregulares. A veces algo de agua.
- **Fases de un estudio:**

Estudios iniciales: planos gran escala (1/10.000 a 1/50.000). Se indican los “isleos” o afloramientos. Se indican acceso. Inspección de calidades y cubicación “de visu”. Niveles freáticos previsibles.

Estudios de detalle: ensayos petrográficos, de desgaste, resistencia. Planos escala 1/1.000 o menores. Se levantan discontinuidades, estructura.

Sondeos, calicatas, geofísica Inspección de calidades y cubicación “de visu”.
Definición de volumen, accesos, drenaje, vertederos, instalaciones. Plan de explotación.
Planes de restauración ambiental.

BIBLIOGRAFÍA

- Sáenz Ridruejo, Clemente. “Explotación de rocas. Canteras y graveras”. En: *Ingeniería Civil y Medio Ambiente*. CEOTMA ed. (MOPU). Monografías, nº 10, págs. 655-669. Madrid, 1981.

Tema 34. HIDROGEOLOGÍA

1. Conceptos básicos.
Las aguas subterráneas en el ciclo hidrológico. Definición de acuífero, acuitardo, acuicludo, acuífugo. Distribución del agua en un perfil vertical del terreno. Geología y aguas subterráneas.
2. Clasificación de acuíferos.
Según su litología (de porosidad intergranular, de fracturación, de disolución).
Según su comportamiento hidrodinámico: acuíferos libres, confinados, semiconfinados, colgados, multicapa.
3. Funcionamiento hidrogeológico de los acuíferos.
Balance hidráulico (entradas, salidas). Concepto de recursos y reservas de agua subterránea. Formas de explotación y gestión de las aguas subterráneas. Características de los acuíferos y problemas en su explotación. La relación ríos – acuíferos.
4. Flujo del agua en medios porosos.
Concepto de potencial hidráulico. Ley de Darcy. Velocidad real y de Darcy. Parámetros hidrogeológicos: porosidad, conductividad hidráulica (tabla de permeabilidades), transmisividad (tabla de transmisividades), coeficiente de almacenamiento, dispersión hidrodinámica.
5. Introducción a la construcción de pozos y ensayos de bombeo.
Métodos de perforación. Equipamiento de pozos. Ensayos de bombeo: caudal del pozo y obtención de parámetros hidrogeológicos.

BIBLIOGRAFÍA

- Sanz, E. (2004). Hidráulica Subterránea Aplicada. Colegio de Caminos. Colección Escuela. Capítulos 2, 3 y 4. (en Biblioteca de la Escuela).

Tema 35 INGENIERÍA SÍSMICA

Fundamentos de sismología

- Los terremotos: qué son y a qué se deben. El régimen *stick-slip*. Clasificación por profundidades. Zonas mundiales de concentración de terremotos: bordes convergentes, bordes divergentes, fallas transformantes.
- Conceptos básicos:
 - El foco: epicentro e hipocentro.
 - Tipos de ondas liberadas: P, S, Love y Raleigh.
 - Magnitud de un terremoto: mide energía liberada. Unidades de medida.
 - Intensidad: mide los daños producidos. Escala de medida. De qué depende. Relación con la magnitud.

Efectos de los terremotos

- Daños por vibración. Influencia del tipo de estructuras.
- Fallos del cimiento por licuefacción: influencia del tipo de suelos.
- Tsunamis: amplificación en zonas costeras.
- Deslizamientos de ladera. Terrenos susceptibles.
- Otros indirectos: rotura de conducciones de gas (incendios), etc.

Zonas sismogénicas españolas : las Béticas, falla Azores-Gibraltar, el Prepirineo, región volcánica catalana, etc.

La Norma de Construcción Sismorresistente: aceleraciones a considerar, espectros, mapa de peligrosidad sísmica.

Estudios sismotectónicos

- Analizan las relaciones tectónica – sismicidad
- Obligado en grandes presas o centrales nucleares.
- Uso de catálogos sísmicos, mapas de isosistas, mapas de epicentros, etc, en relación a la geología regional y local.
- Se obtienen relaciones de diferentes parámetros: frecuencia con magnitud, intensidad y distancia, etc.

Estudios de peligrosidad

- Peligrosidad: probabilidad de excedencia de un parámetro determinado en un periodo de tiempo. Estudios deterministas y probabilistas (diferencia entre unos y otros).
- Fases de un estudio de peligrosidad:
 - Estudio de sismicidad del área de influencia: mapas de isosistas, catálogos sísmicos, documentos históricos + identificación de fuentes sismogénicas.
 - Estudio de la atenuación sísmica regional.
 - Estudio de efectos locales (suelos blandos, por ejemplo, amplifican determinadas frecuencias).

BIBLIOGRAFÍA

- Edward J. Tarbuck, E. y Lutgens, F. Ciencias de la Tierra Una introducción a la Geología Física. 6ª Edición, 2000

Tema 36 PRESAS Y EL TERRENO (2ª PARTE)

PAPEL DEL AGUA

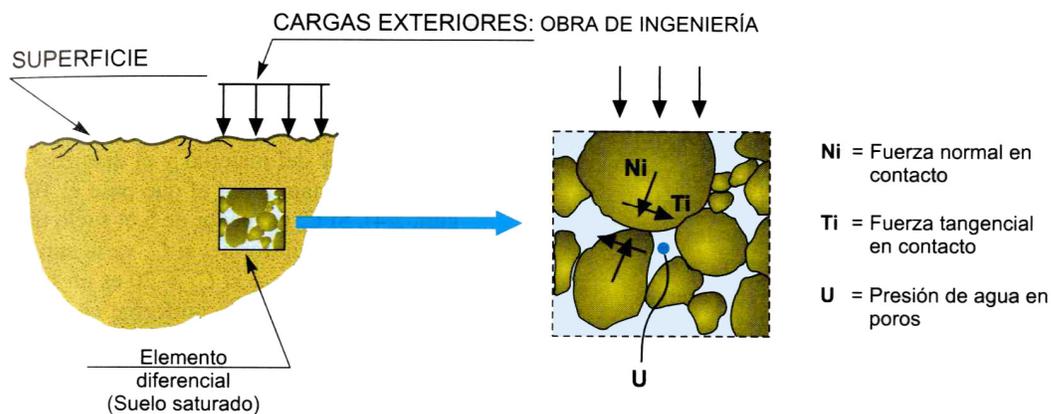
Satura los terrenos de la cimentación, fondo y estribos

Satura los terrenos de las márgenes del embalse

Satura los materiales del espaldón de agua arriba y parcialmente del núcleo de las presas de materiales sueltos

En ellos puede causar los efectos siguientes:

- Disminuye a veces la cohesión
- Provoca la aparición de una presión actuando sobre las partículas que disminuye la fricción entre ellas.
- Puede disolver algunos materiales.
- Con determinados gradientes puede haber una erosión y arrastre de partículas.



ADMISIBILIDAD DE UNA PRESA

Aparte de la estabilidad frente al vuelco, su cimiento (fondo y estribos) deben resistir sin romperse.

Las deformaciones bajo el peso de la presa y los empujes deben ser admisibles.

La estabilidad frente al deslizamiento debe estar garantizada.

Las filtraciones bajo la presa, fondo y estribos deben ser nulas o mínimas y siempre controladas.

ADMISIBILIDAD DEL EMBALSE.

Laderas estables, fundamentalmente en los momentos de desembalse.

Laderas poco erosionables.

Vaso impermeable o con filtraciones mínimas.

Tema 37. OBRAS LINEALES

- **Qué es una obra lineal.** Qué debe tener (anchura, trazado en planta y alzado). Se deben mover tierras y realizar estructuras. Además de reponer servicios, caminos, cauces. Integración ambiental. Requiere además: materiales de firmes, materiales bajo travesía, etc.

- **Desmontes:**
 1. Excavabilidad (depende de litología, resistencia de roca, fracturación). Se investiga con geología de campo, ensayos de laboratorio y ensayos geofísicos. Medios mecánicos. Voladuras. Tipos de rocas y suelos.
 2. Estabilidad: depende de cohesión y rozamiento (suelos), litología, fracturación y disposición estructural (rocas). Además, presiones de agua. Se necesita geología de campo (incluso censado de litoclasas y disposición estructural), ensayos de laboratorio. Rocas y suelos típicos en la producción de inestabilidades.
 3. Reaprovechamiento de los materiales: el criterio es aprovechar todo lo posible. Geología y ensayos de laboratorio.
 4. Prestar atención a niveles acuíferos.
 5. Analizar la estabilidad de la plataforma.

- **Rellenos:**
 1. Estabilidad del cimiento: suelos y rocas que favorecen la inestabilidad.
 2. Deformabilidad del cimiento (relacionada con la estabilidad). Suelos blandos y colapsables. Materiales evolutivos en el cuerpo del terraplén.
 3. Importancia de los materiales constitutivos: fragmentos indeformables, granulometrías cerradas, rocas no evolutivas. Rocas y suelos que se comportan bien y mal. Se aprovecha todo lo posible (economía, medio ambiente).
 4. Prever el drenaje transversal y la evacuación de aguas.
 5. Importancia de las técnicas de construcción.

- **Pavimentos y balastos:** se adaptan a la función En ferrocarriles, capa de forma, subbalasto, balasto. En carreteras, explanadas, bases, firmes. Se buscan en cantera (cuanto mejores) o yacimientos granulares.
 1. Aglomerados: machaqueo, resistentes al desgaste. Tipos de fragmentos.
 2. Bases y subases: idem, menos exigentes. Tipos de fragmentos.
 3. Balastos: resistencia al desgaste, machaqueo. Caros. Tipos de árido.

– **El agua y las obras lineales:**

ELEMENTO	PROBLEMA	SOLUCIONES POSIBLES
Desmontes	Inestabiliza Erosiona	Drenes Cunetas (bermas, coronación) Taludes más suaves Revegetación
Rellenos	Inestabiliza cuerpo y cimentación Deforma	Capas drenantes intermedias Materiales inertes Taludes suaves Zanjas drenantes
Plataforma	Disminuye resistencia y durabilidad	Cunetas Drenes en zanja (bajo cunetas, en esquina de pez) Materiales drenantes

– **Obras de fábrica:** tipo y objeto

– **Casística de los canales:** tipos de canales (abastecimiento, regadío, hidroeléctricos, trasvase, navegación, etc)

1. Arcillas expansivas: cambios de volumen en ciclos húmedo-seco.
2. Terrenos yesíferos: disoluciones y sales expansivas. Agresividad.
3. Limos colapsables: tubificación interna. Colapso de la estructura.
4. Problemas hidrogeológicos en las medias laderas.

BIBLIOGRAFÍA

Apuntes de clase.

Tema 38 TÚNELES Y OBRAS SUBTERRÁNEAS

Tipología de las obras subterráneas en cuanto a sus fines.

Concepto de la palabra proyecto de una obra subterránea.

Aspectos que deben definirse en el proyecto de una obra subterránea. Excavabilidad, estabilidad, sostenimientos, deformabilidad, agua, etc..

Alguna nomenclatura habitual en las O.S.

Técnicas de excavación (arranque). Excavación con perforación y voladura, con rozadoras, con tuneladoras.

Sostenimiento con bulones, gunita, cerchas...

Comportamiento específico de formaciones geológicas, ejemplos.

Túneles en granitos.

Túneles en andesitas, basaltos y otras rocas volcánicas.

Túneles en esquistos, en pizarras.

Túneles en cuarcitas.

Túneles en gneiss.

Túneles en arenas.

Túneles en arcillas.

Túneles en gravas.

Túneles en conglomerados, puddingas.

Túneles en areniscas.

Túneles en calizas.

Túneles en dolomías y calizas dolomíticas.

Túneles en margas.

Túneles en anhidritas y yesos.

Construcción tradicional en comparación con una construcción con tuneladora.

Reconocimientos geológicos para una obra subterránea.

Comentarios finales; aspectos importantes de un estudio geológico.

BIBLIOGRAFÍA

Apuntes de clase

Tema 39. EL INFORME GEOLÓGICO

Área que debe abarcar.

Escala de trabajo.

Contenido de la memoria del Informe: Zona de estudio, planos, escalas, litologías, propiedades, estructura de los macizos, toma de datos, diagramas, prospecciones, sismicidad, hidrogeología. Consecuencias sobre la obra de ingeniería.

Contenido de los planos geológicos 1:5.000: Situación obra y alternativas, contactos, suelos, afloramientos, ejes de pliegues, fallas, símbolos, puntos de toma de datos, surgencias de agua, situación prospecciones.

Aspectos no abordados en otros temas de la asignatura:

Toma de datos geomecánicos en afloramientos rocosos:

Características de la matriz. Litología. Estructura de la roca. Textura, color y mineralogía de visu. Meteorización. Resistencia de visu. Espesor de estratos. R.Q.D. medio aproximado del afloramiento, expresión de Palmstrom.

Características de las juntas. Tipo. Dirección del buzamiento. Buzamiento. Continuidad. Espaciado. Abertura. J.R.C. Relleno y estado de las paredes. Agua.

BIBLIOGRAFÍA

Apuntes de clase

GEOLOGÍA APLICADA A LA INGENIERÍA CIVIL

J. M. López Marinas

Ed. Dossat

2000. Madrid

INGENIERÍA GEOLÓGICA

Luis González de Vallejo

Ed. Prentice Hall

2004 Madrid