

Guía  
de la

Facultad de  
Ciencias Geológicas



Universidad Complutense  
Madrid, febrero 1988

Guía  
de la

# Facultad de Ciencias Geológicas



Universidad Complutense  
Madrid, 1988

Depósito legal: M. 9.514-1988  
Impreso en Lavel. Los Llanos, nave 6. Humanes (Madrid)

## INDICE

INTRODUCCION.....	9
1. Equipo Decanal .....	11
2. Profesorado de la Facultad .....	13
3. Servicios generales .....	17
3.1. Servicios Administrativos .....	17
3.2. Aulas y otros locales .....	18
3.3. Biblioteca-Hemeroteca .....	18
3.4. Autobús.....	19
4. Departamentos de la Facultad.....	21
4.1. Departamento de Cristalografía y Mineralogía .....	21
4.2. Departamento de Estratigrafía .....	24
4.3. Departamento de Geodinámica .....	26
4.4. Departamento de Paleontología.....	28
4.5. Departamento de Petrología y Geoquímica.....	30
5. Unidades Estructurales de Investigación (U.E.I.) del Consejo Superior de Investigaciones Científicas en la Facultad .	33
5.1. U.E.I. de Correlaciones Estratigráficas y Paleogeografía .....	33
5.2. U.E.I. de Paleontología.....	34
5.3. U.E.I. de Petrología y Geoquímica de Rocas Igneas, Metamórficas y Sedimentarias .....	34

6.	Organizaciones Estudiantiles.....	35
6.1.	Asociación Cultural.....	35
6.2.	Club Deportivo .....	35
7.	Plan de Estudios .....	37
7.1.	Plan de Estudios de la Licenciatura en Ciencias Geológicas. Primer ciclo .....	37
	Segundo ciclo. Especialidad de Paleontología.....	38
	Especialidad de Ambientes Sedimentarios .....	39
	Especialidad de Geología Dinámica Estructural .....	40
	Especialidad de Geología y Geoquímica de Materiales Endógenos.....	41
	Especialidad de Geología y Geoquímica de Materiales Exógenos.....	42
	Programas de las asignaturas de Licenciatura .....	43
	<i>Primer curso</i>	
X	Biología .....	43
X	Cristalografía I .....	45
X	Cristalografía II .....	48
X	Física .....	50
X	Geología General (Principios Básicos) I .....	53
X	Geología General (Principios Básicos) II .....	54
X	Matemáticas I .....	56
X	Matemáticas II .....	56
	<i>Segundo curso</i>	
X	Geodinámica Externa I .....	59
X	Geodinámica Externa II .....	63
X	Geodinámica Interna I .....	65
X	Geodinámica Interna II .....	68
X	Mineralogía I .....	71
X	Mineralogía II .....	72
X	Petrología Exógena I .....	74
X	Química .....	76
	<i>Tercer curso</i>	
X	Estratigrafía I.....	79
X	Estratigrafía II.....	80

✓	Geología Histórica y Regional .....	82
✕	Paleontología I .....	85
✕	Paleontología II .....	87
✕	Petrología Endógena I .....	90
✕	Petrología Endógena II .....	92
✕	Petrología Exógena II .....	94
✕	Seminario de Metodología de las Ciencias .....	96

#### *Cuarto curso*

✓	Análisis Estructural Geológico .....	99
✕	Cartografía Básica .....	102
✓	Cartografía Geológica .....	103
✕	Correlaciones Estratigráficas .....	106
	Cristalofísica .....	107
	Cristaloquímica .....	108
	Geofísica Básica .....	110
	Geomorfología .....	112
	Geoquímica General .....	116
	Geotectónica .....	118
✕	Hidrología de Superficie .....	120
	Informática y Programación .....	123
	Mecánica de Rocas .....	124
✕	Métodos de Reconstrucción Paleogeográfica .....	127
	Micropaleontología Animal .....	128
	Micropaleontología General y Vegetal .....	129
✕	Paleoecología .....	131
	Paleozoología del Mesozoico y Cenozoico .....	132
	Paleozoología del Paleozoico .....	132
	Plasticidad y Elasticidad de Materiales Cristalinos .....	135
	Rocas Detríticas .....	137
	Técnicas Instrumentales Físicas .....	140
	Técnicas Instrumentales Químicas .....	141

#### *Quinto curso*

✕	Análisis Paleogeográfico de Cuencas .....	143
✕	Edafología y Formaciones Superficiales .....	144
	Geología de Cordilleras y Cuencas Alpinas .....	146
✓	Geología Histórica .....	147
	Geología del Macizo Ibérico .....	149
✓	Geología Marina .....	151
	Geoquímica de los Procesos Endógenos .....	154

Hidrogeología Básica .....	155
Materiales Arcillosos .....	156
Metamorfismo .....	157
✕ Modelos de Sedimentación .....	159
Paleobotánica .....	160
↘ Paleontología Estratigráfica .....	161
Paleontología Humana .....	162
Paleontología de Mamíferos .....	164
Paleontología de Vertebrados Inferiores .....	167
Plutonismo .....	170
× Procesos Postsedimentarios .....	172
Prospección Geoquímica .....	174
Rocas Carbonáticas y Salinas .....	176
✕ Sistemas Morfogenéticos .....	178
Vulcanismo .....	182
Yacimientos Endógenos .....	184
Yacimientos Exógenos .....	187
7.2. Planes de Estudios de Tercer Ciclo .....	189
Doctorado en Geología Ambiental .....	190
Doctorado en Geología de las Cuencas Sedimentarias .....	195
Doctorado en Geodinámica e Ingeniería Geológica ...	203
Doctorado en Mineralogía Aplicada .....	214
Doctorado en Paleontología .....	219
Doctorado en Petrología, Geoquímica y Recursos Sedimentarios .....	235
Doctorado en Petrología, Geoquímica y Recursos Endógenos .....	243
7.3. Cursos para Postgraduados .....	257
Curso de Geología y Exploración de Yacimientos Minerales .....	257
Curso de Hidrogeología «Noel Llopis» .....	257
Curso de Ingeniería Geológica .....	258
 ANEXOS:	
Guía de la Biblioteca .....	261
Las consultas más frecuentes de los alumnos a Secretaría ...	266
Fichas para la Asociación Cultural y el Club Deportivo .....	268

## INTRODUCCION

La Facultad de Ciencias Geológicas, una de las diecisiete de que consta la Universidad Complutense de Madrid, fue creada el año 1974, en el que la antigua Facultad de Ciencias se dividió en cinco Facultades, las anteriores Secciones de Matemáticas, Físicas, Químicas, Biológicas y Geológicas. Como la Sección de Ciencias Geológicas había sido creada en 1964, la Facultad recibió en el curso académico 1987-1988 a la promoción número 36 de su historia.

La Facultad, haciendo uso de la potestad que le confiere el artículo 73.3 de los Estatutos de la Universidad Complutense, se ha dotado de un Reglamento (que se difunde junto con esta Guía) en el que se describe en líneas generales la estructura de la Facultad y se definen los derechos y obligaciones de sus miembros. En esta Guía se pretende una explicación más detallada del funcionamiento de la Facultad y una puesta al día de los datos esenciales de uso cotidiano. El Equipo Decanal espera que sea un instrumento útil para todos.



## 7. PLAN DE ESTUDIOS

Los tres primeros cursos del actual Plan de Estudios de Licenciatura en Ciencias Geológicas entraron en vigor en el curso 1975-1976 (por Orden Ministerial de 21-7-75), y los dos últimos el curso siguiente (por Orden Ministerial 1-10-76). El actual Plan de Estudios de Tercer Ciclo entró en vigor el curso 1985-1986 (Real Decreto de 23-1-87, «B.O.E.» 16-2-85). En estos momentos la Comisión de Plan de Estudios de la Facultad está en período de elaboración de un nuevo Plan de Estudios para la Licenciatura, que en ningún caso entrará en vigor antes de dos años. Todo alumno tiene derecho a terminar el Plan de Estudios que ha comenzado, más un período de adaptación de dos cursos académicos.

### 7.1. Plan de estudios de la Licenciatura en Ciencias Geológicas

#### PRIMER CICLO

##### PRIMER CURSO

###### *Primer Cuatrimestre*

Geología General I  
Matemáticas I  
Física  
Cristalografía I

###### *Segundo Cuatrimestre*

Geología General II  
Matemáticas II  
Biología  
Cristalografía II

## SEGUNDO CURSO

---

### *Primer Cuatrimestre*

Mineralogía I  
Geodinámica Externa I  
Geodinámica Interna I  
Química General

### *Segundo Cuatrimestre*

Mineralogía II  
Geodinámica Externa II  
Geodinámica Interna II  
Petrología Exógena I

## TERCER CURSO

---

### *Primer Cuatrimestre*

Petrología Exógena II  
Petrología Endógena II  
Paleontología I  
Estratigrafía I  
Seminario de Metodología de las Ciencias

### *Segundo Cuatrimestre*

Petrología Endógena II  
Paleontología II  
Estratigrafía II  
Geología Histórica y Regional

Para el acceso al segundo ciclo, los alumnos deberán demostrar su suficiencia en el conocimiento del idioma inglés.

## SEGUNDO CICLO

### *Especialidad de Paleontología*

## CUARTO CURSO

---

### *Primer Cuatrimestre*

#### *Asignaturas obligatorias*

Paleozoología del Paleozoico (invertebrados)  
Micropaleontología general y vegetal  
Correlaciones estratigráficas

#### *Asignaturas optativas*

Cartografía básica  
Geotectónica  
Geomorfología  
Informática y programación

## QUINTO CURSO

---

### *Primer Cuatrimestre*

#### *Asignaturas obligatorias*

Paleontología de vertebrados inferiores  
Paleobotánica  
Geología histórica

#### *Asignaturas optativas*

Modelos de sedimentación  
Procesos postsedimentarios  
Geología del Macizo Ibérico  
Rocas carbonáticas y salinas

## CUARTO CURSO

---

### *Segundo Cuatrimestre*

#### *Asignaturas obligatorias*

Paleozoología del Mesozoico y Cenozoico (Invertebrados)

Micropaleontología animal

Paleoecología

#### *Asignaturas optativas*

Cartografía geológica

Métodos de reconstrucción paleo-  
gráfica

Geoquímica general

Rocas detríticas

## QUINTO CURSO

---

### *Segundo Cuatrimestre*

#### *Asignaturas obligatorias*

Paleontología de mamíferos

Paleontología humana

Análisis paleogeográfico de cuen-  
cas

#### *Asignaturas optativas*

Edafología y formaciones superfi-  
ciales

Geología marina

Sistemas morfogenéticos

Geología de cuencas y cordilleras  
alpinas

Los alumnos elegirán una o dos asignaturas optativas por cuatrimestre, de las indicadas en cada especialidad.

### *Especialidad de Ambientes Sedimentarios*

## CUARTO CURSO

---

### *Primer Cuatrimestre*

#### *Asignaturas obligatorias*

Correlaciones estratigráficas

Cartografía básica

Hidrología de superficie

#### *Asignaturas optativas*

Informática y programación

Geomorfología

Paleozoología del Paleozoico

Micropaleontología general y vege-  
tal

## QUINTO CURSO

---

### *Primer Cuatrimestre*

#### *Asignaturas obligatorias*

Modelos de sedimentación

Paleontología estratigráfica

Procesos postsedimentarios

#### *Asignaturas optativas*

Materiales arcillosos

Rocas carbonáticas y salinas

Geología del Macizo Ibérico

Geología histórica

*Asignaturas obligatorias*

Cartografía geológica  
Rocas detríticas  
Paleozoología del Mesozoico y Cenozoico  
Paleoecología

*Segundo Cuatrimestre*

*Asignaturas obligatorias*

Yacimientos exógenos  
Sistemas morfológicos  
Geología de cordilleras y cuencas alpinas  
Hidrogeología básica

*Especialidad de Geología Dinámica Estructural*

**CUARTO CURSO**

---

*Primer Cuatrimestre*

*Asignaturas obligatorias*

Geotectónica  
Geomorfología  
Plasticidad y elasticidad de materiales cristalinos

*Asignaturas optativas*

Correlaciones estratigráficas  
Informática y programación  
Hidrología de superficie  
Cartografía básica

*Segundo Cuatrimestre*

*Asignaturas obligatorias*

Geofísica básica  
Análisis estructural geológico  
Mecánica de rocas

*Asignaturas optativas*

Cartografía geológica  
Métodos de reconstrucción paleogeográfica  
Rocas detríticas

**QUINTO CURSO**

---

*Primer Cuatrimestre*

*Asignaturas obligatorias*

Geología del Macizo Ibérico  
Metamorfismo  
Prospección geofísica

*Asignaturas optativas*

Modelos de sedimentación  
Geología histórica  
Materiales arcillosos  
Vulcanismo

*Segundo Cuatrimestre*

*Asignaturas obligatorias*

Hidrogeología básica  
Sistemas morfológicos  
Geología de cordilleras y cuencas alpinas

*Asignaturas optativas*

Edafología y formaciones superficiales  
Análisis paleogeográfico de cuencas  
Geología marina  
Plutonismo

*Especialidad de Geología y Geoquímica de Materiales Endógenos*

CUARTO CURSO

---

*Primer Cuatrimestre*

*Asignaturas obligatorias*

Cristalofísica  
Técnicas instrumentales físicas  
Informática y programación

*Asignaturas optativas*

Cristaloquímica  
Cartografía básica  
Geotectónica  
Plasticidad y elasticidad de materiales cristalinos

*Segundo Cuatrimestre*

*Asignaturas obligatorias*

Geoquímica general  
Técnicas instrumentales químicas  
Análisis estructural geológico

*Asignaturas optativas*

Geofísica básica  
Mecánica de rocas  
Cartografía geológica

QUINTO CURSO

---

*Primer Cuatrimestre*

*Asignaturas obligatorias*

Geoquímica de procesos endógenos  
Vulcanismo  
Metamorfismo

*Asignaturas optativas*

Procesos postsedimentarios  
Geología del Macizo Ibérico  
Geología histórica  
Prospección geofísica

*Segundo Cuatrimestre*

*Asignaturas obligatorias*

Plutonismo  
Yacimientos endógenos  
Síntesis mineral y petrología experimental

*Asignaturas optativas*

Prospección geoquímica  
Yacimientos exógenos  
Geología marina  
Geología de cordilleras y cuencas alpinas

*Especialidad de Geología y Geoquímica de Materiales Exógenos*

CUARTO CURSO

---

*Primer Cuatrimestre*

*Asignaturas obligatorias*

Cristaloquímica  
Técnicas instrumentales físicas  
Informática y programación

*Asignaturas optativas*

Correlaciones estratigráficas  
Cartografía básica  
Cristalofísica  
Geomorfología

*Segundo Cuatrimestre*

*Asignaturas obligatorias*

Geoquímica geneal  
Rocas detríticas  
Físico-química aplicada a la Geología

*Asignaturas optativas*

Cartografía geológica  
Métodos de reconstrucción paleogeográfica  
Análisis estructural geológico  
Paleoecología

QUINTO CURSO

---

*Primer Cuatrimestre*

*Asignaturas obligatorias*

Materiales arcillosos  
Rocas carbonáticas y salinas  
Procesos postsedimentarios

*Asignaturas optativas*

Modelos de sedimentación  
Metamorfismo  
Geología del Macizo Ibérico  
Geología histórica

*Segundo Cuatrimestre*

*Asignaturas obligatorias*

Yacimientos exógenos  
Prospección geoquímica  
Análisis paleogeográfico de cuencas

*Asignaturas optativas*

Edafología y formaciones superficiales  
Geología marina  
Síntesis mineral y petrología experimental  
Geología de cordilleras y cuencas alpinas

A continuación se incluyen los programas teóricos de las asignaturas del vigente Plan de Estudios, ordenados por cursos, y dentro de éstos por orden alfabético.

# PROGRAMAS DE PRIMER CURSO

## BIOLOGIA

Grupo A: Profesor don Rafael Alvarado Ballester.

Grupos B y C: Profesor don Gregorio Fernández Leborans.

1. Las Ciencias Biológicas. Caracteres fundamentales de los seres vivos. Niveles de organización. Nivel molecular. Bioelementos y biomoléculas.
2. El agua en el protoplasma. Sales minerales. pH. Moléculas orgánicas. Glúcidos: propiedades generales. Monosacáridos. Disacáridos. Polisacáridos. Heterósidos.
3. Lípidos: propiedades generales. Grasas y ceras. Fosfolípidos. Esteroides. Carotinoides.
4. Las proteínas: generalidades. Aminoácidos: estructura y propiedades. Péptidos. Disposición espacial de las moléculas de proteína. Principales funciones y propiedades de las proteínas.
5. Proteínas conjugadas. Glucoproteínas y lipoproteínas. Cromoproteínas. Nucleoproteínas. Nucleótidos.
6. El ADN: estructura y función. Tipos de ARN. Síntesis de proteínas. El ATP. Vectores de hidrógeno.
7. Enzimas: propiedades generales. La acción enzimática. Generalidades sobre vitaminas. Vitaminas más importantes. Generalidades sobre hormonas. Hormonas animales y vegetales.

8. La célula. Tipos de organización celular. La membrana plasmática. Funciones de la membrana. La pared vegetal. El citoplasma: microtúbulos y microfilamentos.
9. El retículo endoplásmico. Ribosomas. Sistema de Golgi. Lisosomas. Vacuolas. Centriolos y derivados.
10. La mitocondria. Funciones de la mitocondria. La respiración celular. Glicolisis. Respiración aerobia. Los plastos: generalidades.
11. La fotosíntesis del carbono. El núcleo celular. Membrana y nucleolos. Cromatina y cromosomas. Mitosis.
12. La célula procariótica. Bacterias. Cianobacterias. Virus. Tipos de virus.
13. El ser pluricelular. Diferenciación celular y orgánica. Generalidades sobre tejidos. Tejidos animales. Tejidos vegetales.
14. Funciones de nutrición a nivel de organismo. El metabolismo. Biosíntesis. Respiración. Tipos de respiración.
15. Nutrición autótrofa en vegetales verdes. Nutrición autótrofa en bacterias. Nutrición heterótrofa. Tipos de heterótrofos. Los saprobios.
16. Diversidad de los seres vivos. Caracteres generales de los planes de organización de los animales. Simetría. Metamerización. Planes de organización de los vegetales.
17. Funciones de reproducción de los organismos. Reproducción vegetativa. Reproducción esporica. Reproducción sexual. Gametos. Organos sexuales. Fecundación.
18. Meiosis. Gametogénesis en los animales. Primeros estados embrionarios. Desarrollo posembrionario. Metamorfosis y sus tipos.
19. Genética: conceptos generales. Leyes de Mendel. Retrocruzamiento. Herencia del sexo. Herencia ligada al sexo.
20. Las mutaciones. Mutaciones génicas y sus causas. Mutaciones cromosómicas. Mutaciones cariotípicas. Genes letales.
21. Genética de poblaciones. Población mendeliana. Ley de Hardy-Weinberg. Excepciones a la ley de Hardy-Weinberg y sus causas. La selección natural.
22. La evolución de los organismos. Teorías evolucionistas. Principios generales de la evolución de los factores determinantes de la evolución.
23. Micro y macro evolución. La especiación y la radiación. Pruebas de la evolución. Pruebas paleontológicas. Las leyes paleontológicas de la evolución.
24. Otras pruebas de la evolución. La ley biogenética de Haeckel. La evolución del hombre. El origen de la vida.



## CRISTALOGRAFIA I

Grupos A y C: Profesor don Juan Luis Martín-Vivaldi.

Grupo B: Profesora doña Victoria López-Acevedo.

1. El estado cristalino. Concepto macroscópico de cristal. Microestructura de una sustancia cristalina: evidencia experimental de la ordenación repetitiva. El cristal en el marco de las características estructurales de las fases condensadas: orden a corta y larga distancia. Cristales reales y modelos ideales.
2. SIMETRIA DE LOS CRISTALES. Redes cristalinas. Estructura cristalina: motivo y red. Redes mono, bi y tridimensionales. Vectores de traslación. Celdas unidas. Filas y planos reticulares: indexación. Relaciones geométricas entre los elementos de la red.
3. Tipos de redes. Ocupaciones y elementos de simetría. Tipos de redes planas y tridimensionales. Simetría contenida en las redes cristalinas. Clasificación de las redes por su simetría.
4. Simetría contenida en las estructuras cristalinas. Ejes helicoidales y planos de deslizamiento. Combinaciones posibles de elementos de simetría. Teoría de Grupos en Cristalografía.
5. Grupos puntuales y especiales de simetría. Grupos puntuales bi y tridimensionales: nomenclatura, símbolos y fundamentos de su derivación. Grupos espaciados bi y tridimensionales: nomenclatura, símbolos y fundamentos de su derivación.

6. Morfología cristalina. La forma como defecto y como frontera. Hábito de crecimiento y forma de equilibrio. Relaciones entre la forma y la estructura de los cristales. Teorías morfológicas.
7. Simetría morfológica. Relación entre la simetría estructural y la simetría morfológica. Sistemas cristalinos y cruz axial. Indexación de caras y aristas. Relaciones geométricas en la morfología. Formas cristalinas simples. Determinación de la clase de simetría de un cristal.
8. FUNDAMENTOS DE CRISTALOQUIMICA. Principios de arquitectura cristalina. Enlaces químicos en los cristales. Energía cristalina. Las estructuras como poliedros de coordinación. Principios estructurales generales. La clasificación de las estructuras cristalinas y sus limitaciones.
9. Estructuras empaquetadas y de coordinación. Empaquetados densos. Lugares intersticiales en las estructuras empaquetadas. Estructuras de coordinación derivadas de los empaquetados densos.
10. Estructuras que contienen iones complejos. Radicales. Polimerización de radicales. Estructuras con radicales islas. Estructuras en cadenas. Estructuras en hojas. Estructuras de armazón tridimensional.
11. Otros tipos estructurales. Cristales moleculares. El enlace de hidrógeno en las estructuras cristalinas. El agua en las estructuras cristalinas. Paracristales. Polímeros, cristales líquidos y vidrios.
12. CRECIMIENTO, IMPERFECCIONES Y DINAMICA CRISTALINOS. Desorden intrínseco e imperfecciones nativas en cristales reales. Imperfecciones relativas a la extensión, integridad estructural, composición y dinámica cristalinas. El cristal mosaico. Clasificación dimensional de las imperfecciones.
13. Libertad atómica y desorden intrínseco en los cristales. Impurezas, vacancias e intersticiales. Asociaciones de defectos puntuales. No estequiometría. Desorden térmico posicional, distorsional y sustitucional. Equilibrio gobernando el desorden. Movilidad y difusión en estado sólido.
14. Dislocaciones. Concepto y tipos de dislocaciones. Campo de fuerzas y energía asociadas a una dislocación: movimiento de dislocaciones. Mecanismo del deslizamiento plástico. Efectos debidos a la movilidad de las dislocaciones.
15. Defectos bidimensionales. Defectos de apilamiento. Energía de los defectos de apilamiento. Politipismo.
16. Principios del crecimiento cristalino. Equilibrio de fases. Energía de superficie y cadenas periódicas de enlace: Anisotropía de la energía libre superficial. Caras singulares y no-singulares; caras F, S y K.

- Las superficies cristalinas: lugares atómicos en la superficie. Forma de equilibrio de un cristal.
17. Nucleación cristalina. La fuerza termodinámica conductora de la cristalización. Nucleación homogénea. Nucleación heterogénea. Nucleación a altas sobresaturaciones: teoría no-clásica de la nucleación. Cristalización metaestable. Envejecimiento de Ostwald. Nucleación en presencia de impurezas.
  18. Mecanismos de crecimiento cristalino. Crecimiento continuo o difuso. Crecimiento de caras F: crecimiento por nucleación bidimensional y a partir de dislocaciones helicoidales.
  19. Cinética del crecimiento cristalino. Procesos de superficie y procesos de volumen. Control cinético de los procesos de superficie: Sobresaturación, mecanismos y velocidades de crecimiento. Flujo de material y de calor en el crecimiento cristalino. Control cinético de los procesos de volumen.
  20. Generación cinética de hábitos cristalinos. Morfologías superficiales de crecimiento. Hábitos de crecimiento: desarrollo relativo de las caras de un cristal. Hábitos aciculares y hojosos. Dendritas, tolvas y formas esqueléticas. Generación de inclusiones. Modificación de hábitos por efecto de impurezas. Las formas como indicadores genéticos en la cristalización natural.
  21. Agregados cristalinos. Clasificación de los agregados cristalinos. Bordes de grano. Agregados paralelos, drusas y esferulitos. Selección geométrica de las direcciones de crecimiento. Maclas: condiciones energéticas y estructurales para su formación. Génesis de maclas: Maclas de crecimiento, de transformación y de deformación plástica. Agregados heterogéneos irregulares. Epitaxias. Agregados cristalinos de morfología inducida.
  22. Isomorfismo y soluciones sólidas. Condiciones cristalocímicas del isomorfismo. Series isomorfas. Soluciones sólidas sustitucionales, omisionales e intersticiales. Soluciones sólidas limitadas. Efecto de la temperatura.
  23. Polimorfismo y transformaciones polimórficas. Aspectos termodinámicos y estructurales del polimorfismo. Procesos de transformación: nucleación y difusión en estado sólido. Cinética de las transformaciones. Influencias de la temperatura. Presión y polimorfismo.
  24. Clasificación de las transformaciones cristalinas. Transformaciones reconstructivas y de dilatación que afectan a la primera esfera de coordinación. Transformaciones reconstructivas y distorsionales de orden superior. Transformaciones del tipo de enlace. Transformaciones orden-desorden. Exsoluciones. Otros procesos de cristales:

fenómenos de recuperación y recristalización. Oxidación, meteorización y corrosión.

## CRISTALOGRAFIA II

Grupos A y C: Profesor don José Angel López García.

Grupo B: Profesora doña Victoria López-Acevedo.

1. Introducción. Isotropía y anisotropía. Clasificación de las propiedades físicas. Propiedades no direccionales: intrínsecas y ligadas a imperfecciones, propiedades direccionales. Principio de Newman. Expresión tensorial de las propiedades físicas.
2. Cristales y luz. Naturaleza de la luz. Luz polarizada. Refracción y reflexión de la luz. Índice de refracción. Dispersión, colores transmitidos y absorción. Color, impurezas e imperfecciones. Centros de color. Emisión de luz. Luminiscencia.
3. Medios ópticamente isótropos y anisótropos. Control estructural de las propiedades ópticas. Propagación de la luz en un medio ópticamente isótropo. Superficie isótropa de velocidad de rayos. Indicatriz isótropa.
4. Anisotropismo uniáxico. Birrefringencia. Superficies uniáxicas de velocidad de rayos. Indicatriz uniáxica. Signo óptico. Colores de interferencia, birrefringencia y retardo. Figuras de interferencia uniáxicas. Determinación del signo óptico. Color y pleocroismo. Relación entre direcciones ópticas y cristalográficas. Angulos de extinción y signo de elongación.
5. Anisotropismo biáxico. Indicatriz biáxica. Figuras de interferencia biáxicas. Signo óptico. Variación y cálculo del ángulo  $2V$ . Dispersión.
6. Los rayos X. Propiedades. Producción. Espectro continuo. Radiación característica. Interacción de los rayos X y la materia. Filtros. Detección.
7. La difracción de los rayos X por los cristales en condiciones ideales. Ecuaciones de Laue. Ecuación de Bragg. Interpretación geométrica de la ley de Bragg en términos de la red recíproca. Condiciones de Laue. Equivalencia entre la ley de Bragg y las ecuaciones de Laue.
8. Intensidad de los haces difractados. Difusión por un electrón. Difusión por un átomo. Factor atómico. Difusión por una celdilla unidad. Factor de estructura. Otros factores.
9. Métodos de difracción de rayos X (I). Métodos de cristal único. Mé-

- todos de Laue. Aplicaciones. Método de cristal rotatorio. Introducción a los métodos de película móvil.
10. Métodos de difracción de rayos X (II). Métodos del polvo cristalino. Geometría de los diagramas de polvo según la construcción de Ewald. Utilidad y aplicación del método del polvo al análisis cualitativo y cuantitativo de fases cristalinas.

## FISICA

Grupo A: Profesora doña Elisa Buforn Peiró.

Grupo B: Profesor don Diego Córdoba Barba.

Grupo C: Profesora doña María Dolores Muñoz Sobrino.

1. Introducción. Unidades. Magnitudes fundamentales y derivadas. Ecuaciones dimensionales. Análisis vectorial.
2. Cinemática I. Movimiento en una dimensión: desplazamiento, velocidad media e instantánea, aceleración. Educación del movimiento. Movimiento en dos y tres dimensiones: vector desplazamiento, velocidad y vector aceleración. Movimiento con aceleración constante: tiro parabólico.
3. Cinemática II. Movimiento circular: velocidad de módulo constante y velocidad de módulo variable. Aceleración tangencial. Aceleración normal.
4. Dinámica. Primera ley de Newton. Fuerza y masa. Cantidad de movimiento. Segunda ley de Newton. Masa y peso. Aplicaciones de la segunda ley de Newton. Tensión. Rozamiento. Tercera ley de Newton.
5. Trabajo y energía. Concepto de trabajo. Trabajo realizado por una fuerza variable. Energía cinética. Energía potencial. Tipos de energía: rozamiento, térmica. Relación trabajo-energía. Trabajo interno. Potencia.
6. Fuerzas conservativas y conservación de la energía. Fuerzas conservativas. Fuerzas conservativas y energía potencial. Fuerzas no con-

- servativas. Teorema de conservación de la energía. Ejemplos: Velocidad de escape y energía de enlace. Conservación de la energía con fuerzas no conservativas.
7. Sistemas de partículas. Centro de masas. Conservación de la cantidad de movimiento. Impulso. Sistema de referencia del centro de masas. Energía cinética de un sistema de partículas. Estudio de choques.
  8. Dinámica del sólido rígido. Velocidad angular y aceleración angular. Energía cinética de rotación y momento de inercia. Cálculo del momento de inercia: teorema de Steiner, radio de giro. Momento de una fuerza. Equilibrio estático de un cuerpo rígido: Centro de gravedad. Momento angular. Conservación del momento angular. Conservación de la energía en el movimiento de rotación. Propiedades elásticas de la materia.
  9. Sistemas de referencia acelerados y fuerzas inerciales. Sistemas de referencia acelerados linealmente. Fuerza de inercia. Sistemas de referencia en rotación. Fuerzas de Coriolis. Fuerza centrífuga.
  10. Gravitación. Leyes de Kepler. Ley de Newton de la Gravitación Universal. Campo gravitatorio. Líneas de fuerza. Potencial gravitatorio.
  11. Movimiento armónico simple. Analogía entre el movimiento circular. Péndulo simple. Péndulo de torsión. Péndulo físico. Combinaciones de dos movimientos armónicos simples. Oscilaciones forzadas y amortiguadas.
  12. Movimiento ondulatorio. Ecuación de ondas. Solución general de la ecuación de ondas. Velocidad de ondas. Ondas circulares y esféricas. Frente de ondas. Efecto Doppler. Interferencias.
  13. Ondas armónicas y estacionarias. Ondas armónicas en una dimensión. Polarización. Superposición e interferencia de ondas armónicas. Energía e intensidad de una onda armónica. Ondas estacionarias.
  14. Superposición de ondas de frecuencia diferente. Superposición de dos ondas de frecuencia y longitud de onda próximas. Batidos y pulsiones. Paquetes de onda. Dispersión. Velocidad de grupo y velocidad de fase.
  15. Propagación de ondas. Frentes de onda y rayos. Principio de Huygens. Reflexión. Refracción. Ley de Snell y principio de Fermat. Reflexión total interna. Difracción. Polarización. Birrefringencia.
  16. Óptica geométrica. Espejos planos y esféricos. Imágenes formadas por refracción. Lentes. Aberraciones. Instrumentos ópticos.
  17. Fluidos. Densidad. Presión. Principios de Pascal y Arquímedes.

- Tensión superficial. Fluidos en movimiento. Principio de Bernouilli.
18. Calor y temperatura. Temperatura. Escalas de temperatura. Dilatación térmica. Calor. Absorción de calor. Conducción del calor. Gases ideales. Ecuación de estado.
  19. Primer Principio de la Termodinámica. Calor, energía, trabajo y primer Principio de la Termodinámica. Energía interna de un gas ideas.
  20. Segundo y Tercer Principios de la Termodinámica. Segundo Principio de la Termodinámica. El ciclo de Carnot. Máquinas térmicas. Escala absoluta de temperaturas. Tercer Principio de la Termodinámica. Entropía.



## GEOLOGIA GENERAL (*principios básicos*) I

Grupos A y B: Profesor don Francisco Anguita Virella.

Grupo C: Profesor don Juan de Dios Centeno Carrillo.

1. La Geología como ciencia. Filosofía de la Geología.
2. Origen y características generales del Sistema Solar.
3. Las energías de la Tierra: flujo térmico, magnetismo y gravedad.
4. Estructura y composición de la Tierra. Isostasia.
5. Orógenos. Historia de las teorías orogénicas. La tectónica de placas clásica y actual. Pruebas y límites de la tectónica de placas. Tectónica de placas y orogenias.
6. Metamorfismo: condiciones físicas y rocas generadas. El metamorfismo en el espacio y en el tiempo.
7. Magmatismo: condiciones físico-químicas y geológicas. Magmatismo y tectónica. Diferenciación magmática. Vulcanismo: factores y formas. Plutones y diques. Magmatismo y orógenos. Síntesis sobre los procesos térmicos.
8. Plegamiento y fracturación. Sismicidad. Síntesis sobre estructuras: tectónica y tectónica de placas.
9. Síntesis del sistema interno: la historia de los continentes.

## GEOLOGIA GENERAL (*principios básicos*) II

Grupos A y B: Profesor don Francisco Anguita Virella.

1. Una visión actual del ciclo geológico.
2. Geomorfología. Agentes fundamentales y secundarios. Rocas, tectónica, clima y relieve. El relieve en el tiempo.
3. Sedimentología. Los fondos oceánicos. Cuencas sedimentarias. Rocas sedimentarias. Combustibles fósiles.
4. Síntesis sobre los procesos externos.
5. Geología histórica. Las huellas del registro geológico.
6. El registro orgánico: fósiles y evolución. La evolución de los homínidos.
7. Geocronología radiométrica y relativa: el calendario de la historia de la Tierra.
8. Historia de la Tierra: evolución de los procesos geológicos a través del Arcaico, el Proterozoico y el Fanerozoico.
9. Geología planetaria: procesos primordiales y procesos geológicos. Historia geológica comparada de los cuerpos planetarios.
10. Geología de España.
11. Geología ambiental.

## GEOLOGIA GENERAL (*principios básicos*) II

Grupo C: Profesor don Salvador Ordóñez Delgado.

1. El ciclo externo del agua en la Naturaleza. Introducción a la meteorología. Climatología. Parámetros climatológicos de interés en los procesos de alteración superficial.
2. El origen de las aguas marinas. La constancia de su composición. La evolución de la composición en los tiempos geológicos. Las teorías clásicas. La quimioestratigrafía.
3. La alteración de los materiales en la superficie del planeta. Procesos físicos. Procesos químicos. Estabilidad mineral. Concepto de suelo. Tipos de suelos. Destrucción del suelo.
4. Vertientes naturales. Estabilidad en materiales sueltos. Estabilidad en materiales rocosos. Deslizamientos. Desprendimientos. Flujo en masa. Depósitos asociados.
5. Sistemas fluviales. La acción de las aguas de escorrentía. Tipos básicos de redes de drenaje. Los depósitos fluviales. El sistema kárstico.

6. Glaciarismo. Tipos básicos de glaciares y formas asociadas. Mecanismos del movimiento del glaciar. Depósitos glaciares.
7. La acción de viento. Acción modeladora del viento. Depósitos eólicos.
8. La dinámica y sedimentación marina. Los movimientos del mar. La acción del oleaje sobre la costa. Depósitos playeros. Depósitos de plataforma. Depósitos de grandes fondos oceánicos.
9. Cuencas de sedimentación. Velocidad de sedimentación y subsidencia. El registro estratigráfico. Criterios de división del registro estratigráfico. Aproximación a la obtención de secciones estratigráficas. Nomenclatura de las unidades litoestratigráficas.
10. Introducción a las rocas sedimentarias. Clasificación. Rocas detríticas. Parámetros básicos de la descripción de una roca detrítica.
11. Las rocas carbonáticas y evaporíticas. El papel del CO<sub>2</sub> en la génesis de carbonatos. Carbonatos organogénicos y biogénicos. Génesis de rocas evaporíticas.
12. La materia orgánica fósil. El origen de la vida sobre el planeta. La evolución de los seres vivos. Las rocas orgánicas: carbones y petróleo.
13. Iniciación a la bioestratigrafía. Principios básicos. Fosilización. Paleoecología. Unidades bioestratigráficas.
14. Las edades radiométricas. Fundamento teórico. Análisis somero de métodos convencionales. Unidades cronoestratigráficas.
15. Geología de España. I: Macizo Ibérico.
16. Geología de España. II: las cadenas alpinas y las cuencas terciarias.
17. Yacimientos minerales: tipos según usos. Geología minera de España.
18. Recursos hidráulicos: las aguas superficiales. Las aguas subterráneas. Captación de las aguas subterráneas.
19. Ingeniería geológica. Mapas de condiciones constructivas. Aspectos genéricos sobre geología de grandes obras.
20. Geología ambiental. Conceptos de riesgos naturales geológicos. Riesgos inducidos por la actividad humana. Papel de la geología en la minimización del impacto ambiental sobre la base física.

## MATEMATICAS I

Grupos A, B y C: Profesora doña María Jesús Ríos Insúa.

1. Sucesiones y series numéricas.
2. Límites y continuidad de funciones reales de una variable real.
3. Derivadas de una función.
4. Representación gráfica de funciones.
5. Aproximación de funciones. Fórmula de Taylor.
6. Integración de funciones.
7. Funciones reales de varias variables reales. Derivadas parciales.

## MATEMATICAS II

Grupos A, B y C: Profesor don Eusebio Gómez Sánchez-Manzano.

1. ANALISIS DE DATOS. Intervalos de clase. Límites de intervalos. Marcas de clase. Frecuencias absolutas. Frecuencias relativas. Histogramas. Polígonos de frecuencias.
2. Medidas de posición. Datos no agrupados: media, moda, mediana, cuantiles. Datos agrupados: media, moda, mediana.
3. Medidas de dispersión. Datos no agrupados: desviación media, desviación típica. Datos agrupados: desviación media, desviación típica. Coeficientes de asimetría y curtosis.
4. CALCULO DE PROBABILIDADES. Espacio muestral. Algebra de sucesos. Probabilidades. Espacios equiprobables.

5. Combinatoria: Combinaciones. Permutaciones. Variaciones.
6. Probabilidad condicionada. Independencia. Teorema de la probabilidad total. Teorema de Bayes.
7. Variables aleatorias. Funciones de distribución. Función de distribución. Función de probabilidad. Función de densidad. Media. Varianza.
8. Distribuciones discretas: binominal, geométrica, de Poisson.
9. Distribuciones continuas: uniforme, exponencial. La distribución normal y el teorema central del límite.
10. Variables aleatorias bidimensionales. Independencia. Covarianza. Coeficiente de correlación.
11. INFLUENCIA ESTADISTICA. Muestra. Estimadores. Propiedades. Construcción de estimadores: método de máxima verosimilitud.
12. Muestreo en poblaciones normales. Distribuciones  $X^2$ ,  $t$  y  $F$ . Lema de Fisher.
13. Estimación por intervalos de confianza.
14. Contrate de hipótesis. Planteamiento. Tipos de error. Función de potencia. Contrastes en poblaciones normales.
15. Contrastes de bandas de ajuste e independencia.
16. Análisis de regresión lineal.
17. Análisis de la varianza.



# PROGRAMAS DE SEGUNDO CURSO

## GEODINAMICA EXTERNA I

Grupos A y B: Profesor don Javier de Pedraza Gilsanz.

1. INTRODUCCION. Planteamiento epistemológico: conceptos y modelos de referencia en Geodinámica. El proceso como sistema y base de dedicación en Geodinámica.
2. Evolución de los conocimientos: Filosofía Natural, la Física de la Naturaleza y los primeros análisis de procesos. La Historia Natural y el concepto de evolución como referencia básica. La Geodinámica Externa en el contexto geológico y geomorfológico. Tendencias actuales.
3. Geodinámica Externa y Geología aplicada. Recursos Naturales, Ingeniería Civil, Medio Ambiente y Ordenación del Territorio.
4. Fuentes globales de energía en la dinámica externa. Tipos de energía en función de los procesos exógenos: interna, gravitacional, solar.
5. ANALISIS DE LOS PROCESOS. PROCESOS EDAFICOS. El Suelo. Conceptos generales: definición del suelo como ente edáfico, su valor como indicador ecológico. Procesos de formación del suelo: meteorización y alteración de materia mineral y orgánica en procesos convergentes.
6. Composición y características del suelo: parte mineral y parte orgánica.

- nica. Características físicas, químicas y biológicas del suelo. Factores que controlan el desarrollo de los suelos.
7. El perfil del suelo. Los horizontes edáficos. Génesis, función y significado. Horizontes y evolución del suelo, el proceso de migración como determinantes de la evolución, tipos de migración. Evolución ideal, suelos climáticos.
  8. Clasificación y asociación de suelos. Tipos de clasificación: catenas, series, asociaciones. Tipos de suelos según su distribución geográfica. Tipos de suelos según su capacidad productiva. Tipos de suelos según su grado de madurez. Catenas y series de suelos.
  9. Gestión y conservación de suelos. Degradación, erosión y regeneración del suelo. El suelo como elemento ecológico en la ordenación del territorio. Los usos del suelo.
  10. **PROCESOS GRAVITACIONALES.** Delimitación del proceso: fenómenos gravitacionales, de vertiente, de ladera, en masa. Nomenclatura según el agente, el fenómeno y el medio.
  11. Principios físicos. Fuerzas que actúan en los procesos gravitacionales. Gravedad, cohesión. Fricción. Bases y conceptos generales. Movimiento general.
  12. Tipos de movimientos gravitacionales: clasificación según los tipos de fenómenos, según la morfología del terreno, según los agentes implicados y según el material puesto en movimiento.
  13. Las caídas: definición, tipos fundamentales y principios que las regulan.
  14. Deslizamientos: definición, tipos fundamentales y principios que los regulan.
  15. Flujo: definición, tipos fundamentales y principios que lo regulan.
  16. Creep: definición, tipos fundamentales y principios que lo regulan.
  17. Fenómenos gravitacionales y riesgos geológicos. Control y prevención de estos procesos.
  18. **PROCESOS PERIGLACIARES.** Consideraciones generales: periglaciario y glaciario, asociación y límites. Permafrost y ciclos de hielo-deshielo.
  19. Tipos de fenómenos periglaciares I. Desarrollados «sobre» la superficie. Corredores, conos, campos de bloques, glaciares rocosos, derrubios ordenados. Depósitos eólicos.
  20. Tipos de fenómenos periglaciares II. Desarrollados «en» la superficie: gelifluxión, involuciones, cuñas de hielo, círculos y surcos de piedra. Suelos poligonales, estriados, etc. Pavimentos y enlosados. Gaps. Césped almohadillado, pingos e hidrolacólitos. Otras formas menores.



21. La evolución de los paisajes periglaciares. Terrazas de crioplanación. Tors, valles asimétricos, etc. La crioplanación.
22. Periglaciarismo e ingeniería civil. El problema de las cimentaciones en zonas periglaciares de permafrost. Incidencia de los ciclos de hielo-deshielo en la estabilidad de taludes y otras obras de ingeniería. Los riesgos naturales en zonas periglaciares estacionales o permanentes: deslizamiento, caídas, avalanchas, aludes, etc.
23. PROCESOS GLACIARES. Consideraciones generales: definición, clasificación de los glaciares. Escala de variación rítmica de los hielos en la Tierra y causas posibles de dichas variaciones.
24. Principios físicos del flujo glaciario: el hielo glaciario, características físicas. Desarrollo histórico de las ideas sobre flujo glaciario. Tipos de flujo de hielo y su relación general del glaciario: basal, interno, superficial. Estructuras derivadas del movimiento del hielo.
25. Formas derivadas de la acción glaciario: fenómeno de desgaste, concepto y limitaciones. Formas en la zona de acumulación y en la zona de descarga. Circos, cubetas, cuencas, valles, etc.
26. Depósitos derivados de la acción glaciario: fenómeno de desgaste, concepto y limitaciones. Formas en la zona de acumulación y en la zona de descarga. Circos, cubetas, cuencas, valles, etc.
26. Depósitos derivados de la acción glaciario: fenómenos de interferencia o relación entre el entorno periglaciario y la base glaciario. Caracteres generales de los sedimentos: tills y tillitas. Morfología de los depósitos. Morrenas, caracteres y tipos. Drumlins.
27. Fenómenos fluvio-glaciares. Las aguas de fusión del hielo: englaciares, marginales, basales, supraglaciares, funcionamiento e interrelación. Glaciokarst. Depósitos fluvio-glaciares: kames, terrazas de kame, eskers u osar, llanuras de outwash.
28. Fenómenos mixtos fluvio-glacio-lacustres y marinos: deltas, varvas, turberas, ombligos, etc.
29. La evolución de los paisajes glaciares: teorías ultraglaciario, antiglaciario y transaccionistas. El ciclo de erosión glaciario.
30. Los ambientes glaciares y la ordenación del territorio. Riesgos ligados a la dinámica de los hielos, avalanchas, aludes y desprendimientos. La utilización de las aguas de fusión glaciario, retenciones y captaciones hidráulicas. El valor de los paisajes glaciares y la morfología glaciario.
31. El glaciario en la Península Ibérica. Glaciares actuales y glaciares pleistocenos en las montañas de la Península Ibérica.
32. PROCESOS FLUVIALES. El agua en la naturaleza. Las aguas continentales. El ciclo hidrológico: evaluaciones de sus componentes,

- caudales, hidrogramas. Regímenes de alimentación. Avenidas y estiajes.
33. Hidrodinámica I. Hidráulica de los canales, geometría, energía, velocidad y flujo. Relaciones generales entre los diversos parámetros. Las acciones elementales de una corriente: erosión, transporte y sedimentación. Las estructuras sedimentarias como indicadoras de la dinámica fluvial.
  34. Hidrodinámica II. Concatenación de las acciones elementales, el perfil del equilibrio. Potencia bruta, potencia neta y potencia absorbida. Pendiente de equilibrio y perfil de equilibrio. Concepto de equilibrio dinámico.
  35. Morfodinámica. Trazado de la red hidrográfica. Análisis de conjunto: tipos de redes de drenaje. Análisis individual: tipos de canales, rectilíneos, meandriiformes, braided y anastomosados. Tipos de perfiles transversales y longitudinales. Significado evolutivo.
  36. La evolución de los paisajes fluviales. Pedimentación y pediplanación, redes subsidentes y redes de encajamiento: caracteres diferenciales, funcionamiento y evolución.
  37. Sistemas de aterrazamiento. Definición de las terrazas, clasificación. Tipos de terrazas. Modelos genéticos: terrazas eustáticas, terrazas climáticas, terrazas fluvio-glaciares y terrazas tectónicas.
  38. Abanicos de piedemonte. Definición y terminología general: abanicos aluviales, fluviales, torrenciales, etc. Abanicos aluviales: modelo morfológico general. Las cuencas intermontanas subsidentes, corrientes y facies en relación con la dinámica de esos paisajes.
  39. Procesos fluviales y ordenación del territorio: usos del agua, regulación de cuencas. Riesgos naturales ligados a la dinámica y uso de las cuencas fluviales: avenidas, estiajes, etc.
  40. PROCESOS LITORALES. Dinámica y litoral: olas, mareas y corrientes costeras. El fenómeno de la deriva litoral.
  41. Erosión y sedimentación litoral. Plataformas, bancales, socavones, el transporte de material. Playas, flechas y cordones litorales, deltas, estuarios. Ejemplos característicos en España.
  42. Clasificación de costas: costas micro, meso y macromareales. Costas de inmersión, emersión y neutras. Costas coralinas. Actividad humana en la línea de costa, variaciones geológicas y variaciones inducidas. Otras modificaciones antropógenas en el litoral.
  43. PROCESOS EOLICOS. Principios físicos de la dinámica eólica. Erosión y transporte por el viento. Formas de erosión eólica: tafonís, rocas fungiformes, yardangs, pavimentos desérticos, ventifactos, depresiones de deflación.

44. Los depósitos eólicos: mecanismos genéticos y formas resultantes. Llanuras de arena. Las dunas. Acumulaciones eólicas litorales.
45. Repartición geográfica de los procesos eólicos, medios áridos, semiáridos e hiperáridos. El problema actual de los desiertos y los procesos de desertización.
46. SINTESIS GENERAL. Planteamiento general de los procesos en relación con su medio geográfico y su marco conceptual. Bases de apoyo para el análisis de las formas y ambientes terrestres. Sistema de relación entre la dinámica interna y externa en algunos procesos exógenos. Bases de apoyo de la Geodinámica externa para el estudio de ciencias específicas monoproseso: Sedimentología, Glaciología, Hidrología, Edafología, etc.

## GEODINAMICA EXTERNA II

Grupo A: Profesor don Fermín Villarroja Gil.

Grupo B: Profesor don Ramón Vegas Martínez.

1. INTRODUCCION. Relieve y modelado: concepto y limitaciones.
2. La interferencia dinámica en la configuración del paisaje.
3. Clima y tectónica como procesos dinámicos. Estructura, litología y tiempo como condicionantes del relieve.
4. TIEMPO, CLIMA Y MODELADO. Tiempo meteorológico: factores controladores.
5. El clima y sus factores.
6. Climas y clasificaciones climáticas.
7. Zonación climática: procesos zonales y azonales. Procesos intrazonales.
8. Zonas polares y de alta montaña: dinámica, ambientes y modelado.
9. Zonas subpolares y de montañas medias: dinámica, ambientes y modelado.
10. Zonas de latitudes medias templadas: dinámica, ambientes y modelado.
11. Zonas mediterráneas: dinámica, ambiente y modelado.
12. Zonas áridas y semiáridas: dinámica, ambiente y modelado.
13. Zonas de transición o sabana: dinámica, ambiente y modelado.
14. Zonas ecuatoriales: dinámica, ambiente y modelado.
15. TIPOS DE RELIEVES. Procesos constructivos. Tectónica y sedimentación como generadores de formas.
16. Generación de grandes relieves: la formación de las cordilleras.

17. Generación de grandes relieves: cuencas, depresiones, fosas, relieves de plataforma y mesetas.
18. Relieves estructurales de origen tectónico: relieves de fracturación, conceptos generales y dinámica.
19. Relieves estructurales de fracturación.
20. Relieves de plegamiento: conceptos generales y dinámica.
21. Relieves litológicos: conceptos generales, incidencia roca-procesos de modelado.
22. Formas asociados a rocas solubles: la karstificación.
23. Características de las formas exokársticas y endokársticas.
24. Formas asociadas a rocas cristalinas.
25. Formas asociadas a rocas sedimentarias antiguas o solubles. Formas asociadas a depósitos recientes.
26. EVOLUCION DEL RELIEVE. El problema de las superficies de erosión. El tiempo como factor decisivo.
27. Tipos de superficies de erosión, penillanuras, pedillanuras, rasas, superficies de crioplanación.

## GEODINAMICA INTERNA I

Grupo A: Profesora doña Rosa Blanca Babín Vich.

Grupo B: Profesor don Secundino Cadavid Camiña.

1. INTRODUCCION. Concepto. Objetivos y métodos. Relación con otras disciplinas de las Ciencias de la Tierra. Visión general del Programa.
2. GEODINAMICA INTERNA: ESTRUCTURA Y ENERGIA DEL INTERIOR DE LA TIERRA. ESTADOS DE ESFUERZOS EN LA CORTEZA TERRESTRE. Determinación de la estructura interna de la Tierra a partir de las propiedades elásticas de los materiales. Ondas elásticas. Método de refracción. Oscilaciones libres.
3. Propiedades y parámetros físicos. Variaciones con la profundidad: densidad, temperatura, presión y gravedad. Relación entre viscosidad y el factor de atenuación.
4. Principal subdivisión. Núcleo, manto y corteza terrestre. Características generales. Discontinuidades y espesores.
5. El núcleo terrestre. Estructura. Propiedades físicas. Composición. La energía del núcleo y el campo magnético terrestre. Geomagnetismo.
6. El manto terrestre. Estructura a través de métodos geofísicos. Parámetros y propiedades físicas. Composición. Atenuación sísmica e

inelasticidad en el manto. Conductividad eléctrica del manto. Concepto y límites de la astenosfera. Características reológicas generales y propiedades físicas. El límite entre manto y corteza. Modelos composicionales y de cambios de fase. Hipótesis sobre el origen de la Tierra.

7. La corteza terrestre. Estructura de la corteza continental. Discontinuidades y potencias. Composición. La corteza oceánica. Métodos de investigación. Estructura y composición. Tránsito entre corteza continental y oceánica.
8. La energía interna de la Tierra. Energía cinética. Energía gravitacional. Energía térmica. Transformación y conservación de la energía. Origen y principales fuentes de la energía térmica.
9. El flujo térmico. Transferencia de calor y masa en un sistema fluido. Ley de Fourier. Conductividad térmica. Radiación y convección térmica. Corrientes de convección en el manto terrestre.
10. Régimen térmico en la corteza. El flujo térmico en la superficie terrestre. Medición, cálculo y análisis del flujo térmico. El flujo térmico en continentes y océanos. Variaciones regionales y anomalías del flujo térmico. El gradiente térmico en las diferentes unidades estructurales de la corteza.
11. Procesos térmicos y mecánicos derivados de la energía térmica del interior de la Tierra. Magmatismo, metamorfismo y tectónica. Estado de esfuerzos inducidos por la energía térmica en la corteza y litosfera. Esfuerzo termoelástico. Esfuerzos gravitacionales y tectónicos. Esfuerzos residuales. Deformaciones en la corteza resultado del estado de esfuerzos.
12. **GEOLOGIA ESTRUCTURAL: ESTRUCTURAS DE DEFORMACION Y PROCESOS RESULTANTES DE LA DINAMICA DEL INTERIOR DE LA TIERRA.** Expresiones de los fenómenos diastróficos en los sedimentos. Concepto de estructura primaria y secundaria. Lagunas estratigráficas y discordancias. Concepto de tectofacies. Flysch y molasas. Deformación tectosedimentaria.
13. Introducción a los mecanismos de deformación. Concepto de esfuerzo. Esfuerzo normal y de cizallamiento. Deformación. Consecuencias geométricas de la deformación. Deformación por cizalla simple y cizalla pura. Elipsoide de esfuerzo y de deformación.
14. Elasticidad. Relación entre el esfuerzo y la deformación. Materiales inelásticos. Introducción a la Reología. Relación deformación-tiempo para un esfuerzo constante. Influencia de los parámetros físicos geoambientales en la deformación. Presión confinante y temperatu-

- ra. Mecanismo de deformación frágil y dúctil. Estudio experimental de las deformaciones.
15. Fallas. Geometría y elementos de fallas. Clasificaciones de fallas. Principal régimen de esfuerzos asociados a fallas. Máximo esfuerzo de cizallamiento. Angulo de fricción. Gráficos de Mohr. Criterios de evaluación y sentido de deslizamiento. estrías, venas de tensión, pliegues de arrastre. Representación.
  16. Fallas normales. Campo de esfuerzos asociados a fallas normales. Estructuras sintéticas y antitéticas asociadas al deslizamiento. Ejemplos sobre modelos dinámicos. Características regionales. Horsts y fosas tectónicas. Fallas lítricas.
  17. Fallas inversas. Campo de esfuerzos y movimiento en las fallas inversas. Fallas inversas de gran ángulo. Cabalgamientos imbricados y superpuestos. Modelos y teorías acerca de su desarrollo. El factor de la presión intersticial en los cabalgamientos y fallas inversas de bajo ángulo.
  18. Fallas de dirección o transcurrentes. Régimen de esfuerzos asociados a las fallas en dirección de primer orden. Fallas de segundo orden asociadas. Mecanismos dinámicos para su desarrollo. Efectos cinemáticos en cuencas sedimentarias. Estructuras pull-apart. Modelos experimentales.
  19. Diaclasas. Clasificaciones. Métodos de estudio y representaciones gráficas. Diaclasas y grietas de tensión. Diaclasas estilolíticas. Geometría y mecanismos de formación. Principales direcciones de esfuerzo y su relación con fallas.
  20. Pliegues. Geometría. Simetría estructural. Clasificaciones de pliegues. Metodología y representaciones gráficas. Mecanismos y cinemática del plegamiento para una y varias capas. Plegamiento flexural de deslizamiento y de aplanamiento. Plegamiento por cizalla. Pliegues menores y asociaciones de pliegues. Deformación de material anisótropo. Kinkbands. Pliegues «chevron» y conjugados. Pliegues-falla.
  21. Boudinage y pinch-swell. Geometría tridimensional para una sola capa. Estructuras de cizallamiento asociadas. Asociación entre pliegues y boudinage. Mecanismos de formación. Trabajos experimentales aplicados al desarrollo de boudinage bajo esfuerzos tensionales.
  22. Fábrica. Concepto. Tipos y elementos. Fábrica en rocas de ambiente metamórfico. Fábrica planar. Clasificación. Esquistosidad de fractura y mecanismos de formación. Esquistosidad de flujo y disolución por presión. Foliación y crenulación. Relación geométrica en

- tre esquistosidad y plegamiento. Significado de la esquistosidad con respecto a la deformación. Refracción de la esquistosidad.
23. Procesos involucrados en el desarrollo de fábrica. Rotación de granos. Disolución por presión. Deformación plástica de granos y orientación cristalográfica. Recristalización.
  24. Lineación. Conceptos y tipos. Lineaciones de intersección, alargamiento y orientación de minerales. Rods y mullions. Relación entre lineación, esquistosidad y pliegues. Deformación de estructuras lineales, por rotación o por plegamiento flexural. Deslizamiento. Superposición de plegamiento y modelos de interferencia.
  25. Zonas de cizallamiento dúctil. Rocas miloníticas. Origen y procesos acompañantes de cizallamiento dúctiles en zonas de basamento. Ejemplos.
  26. Mantos de corrimiento. Terminología. Tipos y características geométricas y elementos. Mecanismos de formación. Estructuras gravitatorias. Olistolitos y olistostromas.
  27. Estructuras intrusivas y extrusivas de capas salinas. Diapirismo salino. Geometría de diapiros. Parámetros que controlan su desarrollo. Estructuras asociadas y mecanismos de emplazamiento.
  28. Estructuras intrusivas y extrusivas de cuerpos ígneos. Intrusiones plutónicas. Nivel de extensión de la corteza. Características geométricas de estructuras en zonas de borde. Mecanismo de emplazamiento. Relaciones estructurales y cronológicas con las rocas encajantes. Diques. Estructuras volcánicas. Mecanismos de erupción.

## GEODINAMICA INTERNA II

Grupo A: Profesor don Alfonso González Ubanell.

Grupo B: Profesor don José Luis Hernández Enrile.

1. LAS UNIDADES CORTICALES. ESTRUCTURAS ASOCIADAS Y CARACTERÍSTICAS DINÁMICAS. Concepto y tipos de unidades corticales adecuados a los modelos de corteza. Áreas continentales. Márgenes continentales. Áreas oceánicas.
2. Provincias estructurales orogénicas y anorogénicas. Referencia a los períodos orogénicos en el espacio y en el tiempo. Cordilleras. Escudos y plataformas.
3. Cordilleras. Caracteres estructurales sobre ejemplos fanerozoicos. Dimensión y forma de las cordilleras. Vergencia y polaridad tectónica. Gradiente de la deformación, del metamorfismo y procesos



- magmáticos. Zonas internas y externas. Parámetros geo-ambientales y su control sobre los procesos geodinámicos. Concepto de fase tectónica de compresión.
4. Supraestructura e infraestructura. Concepto de nivel estructural y estilo tectónico. Estructuras de zonas internas en los niveles estructurales inferior, medio y superior. Ejemplos sobre cordilleras hercínicas y alpinas. Estructuras de zonas externas. Tectónica de cobertera y tectónica de basamento.
  5. Estilos de plegamiento. Resultado de las diferencias del comportamiento mecánico del basamento y cobertera.
  6. Procesos acompañantes a la evolución orogénica. Metamorfismo regional. Caracteres generales. Relación metamorfismo-tectónica. Cinturones metamórficos. Metamorfismo polifásico. Magmatismo: naturaleza. Modelos sobre el emplazamiento y distribución de magmas graníticos. Complejos ofiolíticos. Volcanismo.
  7. Cratones. Escudos y plataformas. Rasgos morfológico-estructurales. Estructurales intracontinentales. Características geológicas y geofísicas.
  9. Arcos-isla. Estructura. Régimen térmico y sísmico. Anomalías gravimétricas. Magmatismo. Acrición de arcos-isla.
  10. PROCESOS TECTONICOS Y TEORIAS OROGENICAS. Concepto de diastrofismo. Referencia histórica de la terminología de los procesos tectónicos. Orogénesis. Tectogénesis. Epirogénesis. Arqueamiento cortical y rifting.
  11. Las teorías orogénicas clásicas. Modelos de tectónica global fijista y movilista. El ciclo geosinclinal-orógeno. La condición geosinclinal. Interacción entre el régimen continental y oceánico. Acrición continental. Deriva de continentes. Evidencias paleogeográficas y paleoclimáticas.
  12. Teoría global basada sobre la expansión de los fondos oceánicos y tectónica de placas. Introducción al concepto de placas litosféricas. Geometría y distribución de placas. Evidencias sísmicas y geológicas. Anomalías magnéticas asociadas a las dorsales oceánicas. Evidencia paleomagnética sobre la expansión de los fondos oceánicos. Edad de los fondos oceánicos. Cálculo de velocidad de expansión.
  13. Reología y propiedades mecánicas de las placas litosféricas. Unión triple y células convectivas. Movimientos de placas. Extensión. Compresión y deslizamiento a partir de un borde común de dos placas.
  14. Consecuencias geológico-estructurales de movimientos de placas: en

- bordes bajo régimen distensivo. Proceso rifting. Formación de nueva corteza oceánica. En bordes bajo régimen compresivo. Consumición de placa. Subducción.
15. Modelos de placas convergentes y orógenos colisionales. Procesos geodinámicos acompañantes. Arco-isla andino. Colisión entre continentes y continentes arco-isla. Ejemplos sobre cordilleras. Síntesis haciendo referencia al ciclo de Wilson.
  16. Márgenes continentales y cuencas. Morfogénesis e isostasia. Mecanismos de subsidencia en márgenes activos. Origen de cuencas en bordes pasivos. Efectos de rifting y pull-apart. Implicaciones reológicas del manto. Cambios de fase inducidos por efectos térmicos.
  17. Tectónica extensional. Ejemplos sobre rift y aulacógenos. Proceso de isostasia. Reología y mecanismos de movimientos verticales.
  18. Consideraciones sobre las unidades arcaicas. Régimen térmico. Greenstone belts y complejos gnéusicos. Orogénesis arqueozoica y proterozoica. Aplicación del modelo tectónica de placas.
  19. Depósitos minerales y procesos geodinámicos. Provincias metalogénicas y el modelo global de tectónica de placas. Mineralizaciones en cuencas oceánicas. Depósitos minerales en cuencas de márgenes continentales.
  20. Modelos sobre evolución orogénica: Cordilleras Caledónicas, Hercínicas y Alpinas.

## MINERALOGIA I

Grupos A y B: Profesora doña Magdalena Rodas González.

1. Clase IX. Silicatos. Generalidades. Cristalografía. Propiedades físicas. Origen y tipos de depósitos. Clasificación.
2. Nesosilicatos. Caracteres generales. Serie del olivino. Grupo de los granates. Grupo de los nesosilicatos aluminicos. Grupo del zircón y de la esfena.
3. Sorosilicatos. Generalidades. Grupo de la epidota. La idocrosa. Ciclosilicatos. Generalidades. Grupo del berilo-cordierita. Grupo de la turmalina.
4. Inosilicatos. Generalidades. Clasificación. Grupo de los piroxenos. Serie enstatita-hiperstena. Serie diópsido-hedenbergita. Augita. Piroxenos sódicos. Piroxenoides.
5. Inosilicatos (cont.). Grupo de los anfíboles. Generalidades. Clasificación. Anfíboles ferromagnesianos. Serie de la antofilita-gedrita. Serie de la cummingtonita-grunerita. Anfíboles cálcicos. Serie de la tremolita-actinolita. Hornblenda. Anfíboles sódicos. Serie glaucofana-riebeckita.
6. Filosilicatos. Generalidades. Filosilicatos 1:1. Grupo de la antigorita-caolinita. Filosilicatos 2:1. Grupo de la pirofilita. Talco.
7. Filosilicatos (cont.). Filosilicatos 2:1 (cont.). Micas. Filosilicatos 2:1:1. Serie de la clorita. Minerales de la arcilla.

8. Tectosilicatos. Generalidades. Grupo de la sílice. Grupo de los feldespatos. Clasificación general. Feldespatos alcalinos. Feldespatos calcosódicos.
9. Tectosilicatos (cont.). Grupo de los feldespatoides. Grupo de las zeolitas.
10. Análisis mineral. Introducción. Métodos de separación de minerales. Métodos químicos convencionales. Métodos químicos no convencionales. Métodos físicos de análisis químicos.
11. Métodos físicos para análisis mineralógicos. Métodos difractométricos. Métodos ópticos. Métodos espectroscópicos.

## MINERALOGIA II

Grupo A: Profesora doña Rosario Lunar Hernández.

Grupo B: Profesora doña Elena Vindel Catena.

1. Introducción a la Mineralogía. Sistemática mineral. Principales clasificaciones. Métodos de estudio.
2. Génesis de los minerales. Tipos de mineralizaciones.
3. Tipos de mineralizaciones (continuación).
4. Elementos nativos. Caracteres generales. Cristalografía y propiedades físicas. Metales: grupo del platino, grupo del hierro, grupo del zinc.
5. Elementos nativos (continuación): grupo del oro, grupo del mercurio. Semimetales y no metales: grupo del bismuto, grupo del telurio, grupo del azufre y grupo del carbono.
6. Sulfuros y sulfosales. Caracteres generales. El ciclo geoquímico del azufre. Cristalografía y propiedades físicas. Condiciones genéticas. Clasificación.
7. Sulfuros y sulfosales (continuación). Sulfuros metálicos: Asociación Pt-Pd-Ru. Asociación Ni-Co-Fe.
8. Sulfuros metálicos (continuación). Asociación Mo-W-Sn. Asociación Zn-Cu-Pb. Asociación Ag-Au-Hg.
9. Sulfuros y sulfosales (continuación). Sulfuros semimetálicos: principales minerales. Sulfosales: caracteres generales. Sulfosales de plata. Sulfosales de plomo.
10. Halógenos. Caracteres generales. Cristalografía y propiedades físicas. Clasificación. Fluoruros.
11. Halógenos (continuación). Cloruros, bromuros e ioduros.
12. Óxidos e hidróxidos. Caracteres generales. Cristalografía y pro-

- propiedades físicas. Clasificación. Oxidos con relación Me: O=1. Oxidos con relación Me: O $\geq$ 1.
13. Oxidos e hidróxidos (continuación). Oxidos con relación Me: O=2/3. Oxidos con relación Me: O=1/2.
  14. Oxidos e hidróxidos (continuación). Oxidos con relación Me: O =3/4.
  15. Oxidos e hidróxidos (continuación). Hidróxidos.
  16. Carbonatos, nitratos e iodatos. Caracteres generales. Clasificación de los carbonatos. Carbonatos anhidros sin aniones adicionales. Serie de la calcita.
  17. Carbonatos (continuación). Carbonatos anhidros sin aniones adicionales. Serie del aragonito. Serie de la dolomita.
  18. Carbonatos (continuación): carbonatos anhidros con otros aniones.
  19. Carbonatos (continuación): carbonatos hidratados. Carbonatos hidratados con otros aniones.
  20. Nitratos. Boratos: generalidades. Cristalografía. Descripción de los distintos grupos.
  21. Sulfatos, seleniados, teluratos, cromatos, molibdatos y wolframatos. Caracteres generales. Cristalografía y propiedades físicas. Clasificación.
  22. Sulfatos (continuación). Sulfatos anhidros. Sulfatos anhidros con aniones adicionales.
  23. Sulfatos (continuación). Sulfatos hidratados. Sulfatos hidratados con aniones adicionales.
  24. Cromatos. Molibdatos y wolframatos: descripción de los principales grupos.
  25. Fosfatos, arseniados y vanadatos. Caracteres generales. Cristalografía y propiedades físicas. Clasificación. Fosfatos anhidros.
  26. Fosfatos, arseniados y vanadatos (continuación). Fosfatos, arseniados y vanadatos anhidros con aniones adicionales: serie del apatito.
  27. Fosfatos, arseniados y vanadatos (continuación). Fosfatos, arseniados y vanadatos hidratados. Fosfatos, arseniados y vanadatos hidratados con aniones adicionales.
  28. Los minerales de uranio. Ciclo geológico del uranio. Clasificación. Descripción de los principales grupos.

## PETROLOGIA EXOGENA I

Grupo A: Profesor don Francisco Mingarro Martín.

Grupo B: Profesor don José Arribas Mocoroa.

1. Generalidades: definiciones, conceptos y metodología.
2. Factores geoquímicos petrogenéticos: el agua y el potencial iónico.
3. Otros factores: el pH y el potencial redox. Limitaciones geoquímicas: barreras geoquímicas.
4. LA HIPERGENESIS. Conceptos generales. La hipergénesis física y biofísica: factores que la regulan.
5. La hipergénesis química y bioquímica: factores que la regulan.
6. Geoquímica de la alteración hipergénica. Estabilidad mineral: criterios.
7. Productos y mecanismos hipergénicos.
8. SEDIMENTOGENESIS. Agentes de transporte: tipos de flujos. Mecanismos y modos de transporte.
9. Transporte áqueo: tipos e hidrodinámica del medio.
10. Transporte glaciár, eólico y gravitacional.
11. La singénesis alóctona: leyes que la regulan. El tamaño hidráulico equivalente.
12. TEXTURAS. El tamaño de los clastos: tipos y estudio estadístico.

13. Forma, esfericidad y redondez. Madurez textural.
14. Texto-estructuras: ordenación, orientación, porosidad y permeabilidad.
15. Elaboración estadística de resultados: métodos interpretativos.
16. ESTRUCTURAS. Estructuras alóctonas. Estructuras abiógenas sin-genéticas horizontales: principales tipos y significado petrogenético.
17. Estructuras abiógenas sin-genéticas verticales: principales tipos y significado petrogenético.
18. Estructuras abiógenas postsingenéticas horizontales y verticales.
19. Estructuras biógenas: Bioturbación.
20. PROCESOS POSTSEDIMENTARIOS. La diagénesis: tipos. Geo-química de la diagénesis.
21. Transformaciones diagenéticas. Estados diagenéticos.
22. Procesos epigenéticos o diagénesis tardía. Compactación, corrosión y metasomatismo exógeno.
23. Estructuras postsedimentarias: tipos y significado petrogenético.
24. COMPOSICION Y CLASIFICACION. Composición química de los materiales exógenos: anomalías.
25. Composición mineralógica: minerales alotígenos y autógenos.
26. Clasificaciones y nomenclaturas fundamentales.
27. ROCAS ALOCTONAS. Sefitas: tipos, texturas y clasificaciones.
28. Ortoconglomerados. Paraconglomerados. Seudoconglomerados.
29. Samitas: caracteres petrológicos y clasificaciones.
30. Ortocuarzitas: composición, texturas y estructuras. Petrogénesis de las ortocuarzitas.
31. Grauvacas: composición, texturas y estructuras. Petrogénesis de las grauvacas.
32. Samitas líticas: composición, textura y estructuras. Petrogénesis de las subgrauvacas.
33. Samitas feldespáticas: composición, textura y estructuras. Petrogénesis de las arcosas.
34. Pelitas: concepción. Geoquímica de las rocas pelíticas. Texturas y estructuras.
35. Singénesis de las rocas pelíticas. Pelitas aleuríticas y pelitas híbridas.

## QUIMICA

Grupo A: Profesor don Regino Saez Puche.

Grupo B: Profesora doña Carmen Parada Cortina.

1. Elementos químicos. Elementos y compuestos. Nombres y símbolos de los elementos químicos. Masas atómicas y masas moleculares. Cálculos estequiométricos.
2. Estructura de los átomos: núcleo. Descubrimiento del núcleo. Partículas nucleares. El espectrómetro de masas. Rayos X y número atómico. Isótopos. Radioactividad.
3. Estructura de los átomos: la corteza. Modelos atómicos de Bohr y Sommerfeld. Espectros atómicos. Estructura electrónica según la mecánica ondulatoria.
4. Sistema periódico. Clasificación de los elementos. Estructura electrónica de los elementos. Propiedades relacionadas directamente con la estructura de los átomos: potencial de ionización, afinidad electrónica y electronegatividad. Radios atómicos.
5. El enlace químico: tipos de enlace. Enlace covalente: 1) Teoría del enlace de valencia. 2) Teoría de orbitales moleculares. Radio covalente. Propiedades de los compuestos moleculares.
6. Enlace iónico. Naturaleza del enlace y propiedades de los compuestos iónicos. Defectos en los cristales.



7. Enlace metálico. Propiedades de los metales. Teoría de bandas en los sólidos.
8. Fuerzas intermoleculares y enlace de hidrógeno.
9. Disoluciones. Tipos de disoluciones. Electrolitos y no electrolitos. Unidades de concentración. El proceso de disolución. Solubilidad y temperatura. Cristalización fraccionada. Efectos de la presión sobre la solubilidad. Destilación fraccionada. Propiedades coligativas de las disoluciones.
10. Disoluciones de electrolitos. Electrólisis: leyes de Faraday. Equivalente químico. Mecanismo de la conductividad. Disociación electro-lítica. Teoría de Arrhenius. Conductividad molar. Grado de disocia-ción.
11. Termoquímica. Primer principio de la termodinámica. Ley de Hess. Energía libre y procesos espontáneos.
12. Cinetoquímica. Velocidad de las reacciones químicas. Energía de ac-tivación. Factores que influyen en la velocidad de reacción. Meca-nismos de reacción. Catálisis.
13. Equilibrio químico. Velocidad de reacción y equilibrio químico. Constante de equilibrio. Desplazamiento del equilibrio. Variación de la constante de equilibrio con la temperatura.
14. Reacciones iónicas en disolución. Reacciones ácido-base. Reaccio-nes de oxidación-reducción. Reacciones de precipitación.



# PROGRAMAS DE TERCER CURSO

## ESTRATIGRAFIA I

Grupo A: Profesor don Santiago Hernando Costa.

Grupo B: Profesor don Alvaro García Quintana.

1. INTRODUCCION. Estratigrafía: concepto, objetivos y aplicaciones.
2. Leyes y principios en Estratigrafía.
3. Métodos, procedimientos y técnicas en Estratigrafía.
4. EL ESTRATO Y SU CONTENIDO. Estrato y estratificación. Lámina y laminación. Concepto, clasificaciones y orígenes.
5. Procesos sedimentarios.
6. Estructuras sedimentarias: generalidades. Estructuras sedimentarias de energía en las superficies de los estratos.
7. Estructuras sedimentarias de energía en el interior de los estratos.
8. Estructuras a pequeña escala.
9. Estructuras a gran escala.
10. Estructuras sedimentarias de origen orgánico.
11. Estructuras posteriores a la deposición de los sedimentos.
12. CONJUNTOS Y SUCESIONES DE ESTRATOS. Facies: concepto y clases.
13. Cambios laterales de facies y variaciones de facies en la vertical.

14. Variaciones verticales en la sucesión estratigráfica: polaridad y ritmicidad.
15. Secuencias, ciclos y ritmos.
16. Discontinuidades estratigráficas.
17. CORRELACIONES Y NOMENCLATURA ESTRATIGRAFICAS. Correlaciones y unidades estratigráficas. Conceptos, tipología y estratotipos.
18. Correlaciones y unidades litoestratigráficas.
19. Correlaciones y unidades bioestratigráficas.
20. Correlaciones y unidades cicloestratigráficas.
21. Correlaciones y unidades cronoestratigráficas y geocronológicas.
22. ESTRUCTURA ESTRATIGRAFICA. Cuencas sedimentarias.
23. Transgresiones y regresiones.
24. Arquitectura estratigráfica: relaciones geométricas e históricas entre los grandes conjuntos sedimentarios.

## ESTRATIGRAFIA II

Grupo A: Profesora doña Angela Alonso Millán.

Grupo B: Profesor don Ramón Mas Mayoral.

1. Estratigrafía, sedimentología y análisis de facies y ambientes de sedimentación. Conceptos, desarrollo histórico y relaciones con otras ciencias.
2. Los medios y los procesos sedimentarios.
3. Concepto de facies. Análisis de facies.
4. LOS CONCEPTOS SEDIMENTARIOS Y SUS PRODUCTOS EN EL REGISTRO ESTRATIGRAFICO. Sistemas aluviales. Abanicos aluviales.
5. Ríos de baja sinuosidad.
6. Ríos de alta sinuosidad. Ríos con canales fijos.
7. Desiertos.
8. Lagos.
9. Deltas.
10. Costas siliciclásticas. Playas e islas barrera.
11. Costas siliciclásticas. Llanuras de marea y estuarios.
12. Plataformas silicilásticas.
13. Costas y plataformas carbonatadas. Ambientes.
14. Plataformas carbonatadas antiguas.
15. Sedimentación turbidítica.
16. Sedimentación pelágica.

17. MEGASEDIMENTOLOGIA. Cambios absolutos y relativos del nivel del mar.
18. Las cuencas sedimentarias y la dinámica cortical.
19. Tipos de cuencas sedimentarias en relación con la tectónica de placas.

## GEOLOGIA HISTORICA Y REGIONAL

Grupo A: Profesor don José Manuel Brell Parladé.

1. La Geología Histórica y la Geología Regional.
2. Relación entre la Geología Histórica y la Estratigrafía. Principios y objetivos.
3. El método científico en Geología Histórica. El Actualismo. El Uniformismo.
4. El tiempo en Geología: I Cronoestratigrafía. Precisión y límites del método.
5. El tiempo en Geología: II Geocronología. Precisión y límites de los métodos.
6. La correlación en Geología Histórica.
7. La Escala de los tiempos. Sus unidades.
8. El Precámbrico: Arcaico y Proterozoico.
9. Los grandes escudos precámbricos.
10. El Precámbrico en la Península Ibérica.
11. El Paleozoico Inferior.
12. El Paleozoico Inferior en la Península Ibérica y Europa. La Orogenia Caledoniana.
13. El Paleozoico Superior.
14. El Paleozoico Superior en la Península Ibérica y Europa. La Orogenia Hercínica.

15. La Era Mesozoica. El límite entre el Paleozoico y Mesozoico.
16. La Paleogeografía en los comienzos del Mesozoico. El Tethis y el Atlántico.
17. El Triásico en la Península Ibérica y Europa.
18. El Jurásico en la Península Ibérica y en Europa.
19. El Cretácico en la Península Ibérica y en Europa.
20. El Cenozoico: el Terciario y el Cuaternario.
21. El Paleógeno: Paleoceno y Eoceno.
22. El Paleógeno en la Península Ibérica y en Europa.
23. El Neógeno: Oligoceno y Mioceno.
24. El Neógeno en la Península Ibérica y en Europa.
25. El Cuaternario. Problemática y métodos de estudio.
26. Las series continentales y las marinas.
27. El Cuaternario en la Península Ibérica y en Europa.
28. Historia geológica de la Península Ibérica.
29. Historia geológica de Europa.
30. Historia geológica del Tethis.
31. Historia geológica del Atlántico.
32. La Tierra: Los tiempos geológicos.
33. Historia geológica de la Tierra.

## GEOLOGIA HISTORICA Y REGIONAL

Grupo B: Profesora doña Carmina Virgili Rodón.

1. La Geología Histórica y la Geología Regional.
2. El actualismo. El método científico en Geología Histórica.
3. El concepto de tiempo y duración en Geología Histórica.
4. La escala de los tiempos. Sus unidades.
5. El Arcaico y el Proterozoico.
6. El Arcaico y Proterozoico en la Península Ibérica y en Europa.
7. Los grandes escudos precámbricos.
8. El Paleozoico: el ciclo caledónico y el ciclo hercínico.
9. El Cámbrico, Ordovícico y Silúrico en la Península Ibérica y en Europa.
10. El Devónico en la Península Ibérica y en Europa.
11. El Carbonífero en la Península Ibérica y en Europa.
12. El Pérmico en la Península Ibérica y en Europa.
13. El límite entre el Paleozoico y Mesozoico. La Era Mesozoica. El Tethis, el Pacífico y el Atlántico. Los continentes a comienzos del Mesozoico.

14. El Triásico en la Península Ibérica y en el Thetis.
15. El Jurásico en la Península Ibérica y en Europa.
16. El Cretácico en la Península Ibérica y en Europa.
17. La Orogenia Alpina. Las grandes cordilleras alpinas.
18. El Cenozoico: el Terciario y el Cuaternario.
19. El Paleógeno: Paleoceno, Eoceno y Oligoceno.
20. El Paleógeno en la Península Ibérica y en Europa.
21. El Neógeno: Mioceno y Plioceno.
22. El Neógeno en la Península Ibérica y en Europa.
23. El Cuaternario. Problemática y métodos de estudio.
24. La sedimentación continental y marina.
25. El Cuaternario en la Península Ibérica y en Europa.
26. Historia geológica de la Península Ibérica.
27. Historia geológica de Europa.
28. Historia geológica del Thetis.
29. Historia geológica del Atlántico. Las placas americanas.
30. La Tierra: los tiempos pregeológicos y los tiempos geológicos.



## PALEONTOLOGIA I

Grupos A y B: Profesor don Antonio Goy Goy.

1. Concepto de Paleontología. El registro fósil y la conservación de los organismos. Factores que afectan a la conservación de los organismos.
2. Tipos de fósiles. El proceso de fosilización: Fósiles excepcionales y normales. Moldes e impresiones. Composición mineralógica de las partes de organismos que pueden fosilizar.
3. Tafonomía. Factores biostratonómicos de origen biológico y físico-químico. Diagénesis de los fósiles.
4. La población y la especie en Paleontología. Variabilidad individual dentro de la población. Poblaciones fósiles. Especiación: El problema de la especie en Paleontología.
5. Sistemática y taxonomía paleontológica. Clasificación y nomenclatura. Categorías taxonómicas. Clasificación filogenética. Criterios para la definición de categorías superiores. Taxonomía numérica y cladística.
6. Bioestratigrafía. Unidades bioestratigráficas: la biozona. Correlación con fósiles. Fósiles índice. Cronoestratigrafía.
7. INVERTEBRADOS. Los arqueociatos. Estructura del esqueleto. Clasificación e importancia estratigráfica. Paleoecología. Los poríferos fósiles.

8. Los celentéreos fósiles. Aspectos morfológicos generales. Clasificación. Grandes grupos de Anthozoos fósiles: rugosos, tabulados y scleractinios. Origen y evolución de las clases e importancia geológica.
9. Los briozoos. Caracteres morfológicos: el animal vivo. Principales grupos sistemáticos. Ecología y paleoecología.
10. Los braquiópodos fósiles. Morfología y microestructura de la concha. Braquiópodos inarticulados y articulados: su importancia geológica y estratigráfica. Paleoecología.
11. Los moluscos. Morfología y microestructura de la concha. Principales grupos sistemáticos. Monoplacóforos, polioplacóforos, escafópodos y hyolithes.
12. Los gasterópodos. Morfología de la concha; orientación y medidas. Clasificación: principales grupos fósiles. Los gasterópodos pulmonados y su importancia en las facies continentales.
13. Los bivalvos. Morfología de la concha: aspectos externo e interno. Orientación de la concha. Tipos de charnelas y clasificación. Los rudistas; su importancia estratigráfica. Los bivalvos fósiles como indicadores ambientales.
14. Los cefalópodos fósiles. Estudio de la concha y modo de vida. Principales grupos sistemáticos. Los nautiloideos. Relaciones entre los grupos de cefalópodos.
15. Los coleoideos. Aspectos generales y clasificación. Los belemnites; su importancia estratigráfica. Otros coleoideos fósiles. Paleoecología.
16. Los ammonoideos. Aspectos generales de los ammonoideos paleozoicos. Principales tipos de «goniatites». Los ammonoideos permotriásicos: los «ceratites».
17. Los ammonoideos mesozoicos. Principales caracteres de la concha. La línea de sutura. Clasificación e importancia estratigráfica. Paleoecología. Hechos mayores en la evolución de los ammonoideos.
18. Los artrópodos fósiles. Aspectos generales. Principales grupos sistemáticos. Los trilobites: caracteres morfológicos y paleobiología. Clasificación, evolución y filogenia general.
19. Los merostomas fósiles. Estudio de los euriptéridos. Los crustáceos fósiles: filópodos, ostrácodos y cirrópodos. Los artrópodos terrestres.
20. Los equinodermos. Estructura del esqueleto y aspectos biológicos generales. Los primeros equinodermos: haplozoos. Evolución y sistemática. Los homalozoos (o carpoideos).
21. Los crinoideos fósiles. Caracteres generales y principales grupos sis-

- temáticos. Los cystoideos y blastoideos; su importancia estratigráfica.
22. Los asterozoos. Asteroideos y ofiuroides; relaciones y diferencias. Los equinozoos: nociones sobre los grupos exclusivamente fósiles. Los holoturoideos.
  23. Los equinoideos. Morfología del esqueleto. Clasificación e importancia estratigráfica. Los equínidos endocíclicos y exocíclicos. Ecología y paleoecología.
  24. Los graptolitos. Caracteres generales. Clasificación: dendroideos y graptoloideos. Importancia estratigráfica y paleoecológica. Grupos fósiles *incertae sedis*.

## PALEONTOLOGIA II

Grupo A: Profesor don Juan Luis Arsuaga Ferreras.

Grupo B: Profesor don Francisco Alférez Delgado.

1. Adaptación y morfología funcional. La adaptación y sus manifestaciones. Morfología teórica: la concha enrollada. Métodos de análisis de morfología funcional. Ejemplos de análisis funcional.
2. Paleoecología (I). Conceptos básicos de ecología. Modo de vida: vida acuática, vida terrestre, alimentación, respiración y reproducción.
3. Paleoecología (II). Factores externos: sustrato, salinidad y profundidad. Relaciones entre organismos. Comunidades fósiles.
4. Paleobiología. Factores de dispersión de los organismos. Las áreas de distribución y sus límites. Regiones biogeográficas actuales. Algunos ejemplos de provincias paleobiogeográficas.
5. Estructuras orgánicas. Organismos constructores de rocas: arrecifes, mallas de algas y estromatolitos.
6. Huellas fósiles. Preservación y nomenclatura. «Burrows» y pistas. «Walking tracks» y otras huellas fósiles. Significado de las huellas fósiles.
7. Evolución (I). Un modelo biológico para explicarla. Evolución y paleontología: especiación geográfica, tasas evolutivas, tendencias filéticas.
8. Evolución (II). Patrones de evolución. Extinción de los grupos biológicos. Determinación de relaciones filogenéticas.
9. Origen y desarrollo de los seres vivos. El ambiente de la Tierra primitiva. Los primeros organismos. Indicios de la vida en las rocas del Precámbrico. Los animales más antiguos.

10. Clasificación general de los organismos. Subdivisiones mayores en el mundo orgánico. Procaryota (Probionta y Anuclebionta). Eucaryota (Plantae y Animalia).
11. MICROPALÉONTOLOGÍA. Métodos generales de estudio y análisis micropaleontológico. Clases de microfósiles. Protozoos fósiles: radiolarios y calpionellas.
12. Foraminíferos. Composición y estructura del caparazón. Forma y desarrollo de las cámaras. Ecología. Clasificación.
13. Foraminíferos de concha aglutinada y calcárea no perforada. Estudio especial de las «Orbitolinas», «Fusulinas» y «Alveolinas»: importancia geológica y repartición estratigráfica.
14. Foraminíferos calcáreos de concha perforada. Nummulites y orbitoides. Los foraminíferos planctónicos.
15. VERTEBRADOS. Cordados. Generalidades. Origen de los cordados. Conodontocordados: morfología, estructura y clasificación. Importancia estratigráfica.
16. Vertebrados. Caracteres generales. Los antecesores de los vertebrados. Evolución y clasificación de los vertebrados. Principales grupos de peces fósiles.
17. Anfibios. Morfología del cráneo y del esqueleto axial y apendicular. Labyrinthodontia: el origen de los tetrápodos. Lissamphibia. Filogenia general de los anfibios.
18. Reptiles. Morfología del cráneo y del esqueleto axial y apendicular. Origen y radiación adaptativa. Clasificación. Principales grupos con representantes fósiles.
19. Arcosaurios y aves. Caracteres generales de los arcosaurios. Clasificación. Desarrollo y extinción de los dinosaurios. El origen de las aves. Estructura y clasificación.
20. Mamíferos (I). Caracteres generales. Mamíferos mesozoicos. Multituberculados. Los marsupiales fósiles. Eutherios primitivos.
21. Mamíferos (II). Los mamíferos placentados. Grandes grupos de mamíferos cenozoicos: carnívoros, perisodáctilos, artiodáctilos y proboscídeos. Los micromamíferos.
22. Primates. Orígenes y adaptaciones de los primates. Principales grupos. Hominidos: origen del homo sapiens.
23. PALEOBOTÁNICA. Evolución vegetal. Situación de la biogénesis. Estadios previos de la vida. El inicio de la vida vegetal en el Precámbrico. Bacteria y Cyanophyta.
24. Algas fósiles. Las algas calcáreas bentónicas: Rodophyta y Chlorophyta. Estudio especial de las Charophyta. Principales grupos de algas planctónicas. Dinoflagelados.

25. Plantas vasculares. Plantas sin semillas: Psilophyta, Licopsida, Sphenopsida y Pteropsida. Plantas con semillas. Gimnospermas: Pteridospermophyta, Cycadophyta, Ginkgophyta y Coniferophyta.
26. Angiospermas. Caracteres generales y principales grupos con representantes fósiles. Palinología: morfología de las esporas y el polen. Métodos de análisis polínico. Diagramas polínicos.

## PETROLOGIA ENDOGENA I

Grupo A: Profesora doña Mercedes Peinado Moreno.

Grupo B: Profesor don Eumenio Ancochea Soto.

1. ASPECTOS COMPOSICIONALES. La roca como sistema de «equilibrio» frente a las condiciones físico-químicas de la consolidación magmática. Limitaciones composicionales impuestas por la naturaleza y condiciones físicas del manto superior y la corteza continental. Composición mineralógica y química. «Polimorfismo» de las rocas ígneas.
2. Composición mineralógica cuantitativa. Principios estadísticos. Cálculo de errores. Técnicas de determinación modal. Limitaciones del método.
3. Clasificaciones mineralógicas. Criterios de clasificación. Sistemas generales principales. Clasificaciones específicas para rocas ígneas poco frecuentes. Problemática de las rocas de difícil o imposible clasificación mineralógica cuantitativa.
4. Composición química cuantitativa. Elementos mayores, menores y trazas en las rocas ígneas. Importancia relativa de cada grupo en las interpretaciones sobre origen y evolución magmática. Elaboración de los datos químicos. Terminología petroquímica.
5. Los conceptos de seriación y variabilidad ígneas. Parámetros más

usuales para definir la variabilidad. Métodos de representación gráfica más usuales para definir la seriación. Tipos principales de series ígneas.

6. Cálculo de la norma. Principios y limitaciones de los cálculos normativos. El sistema C.I.P.W. Interrelaciones norma-modo.
7. ASPECTOS GEOLOGICO-ESTRUCTURALES. Mecanismos de emisión volcánica. Influencia de los factores físicos (temperaturas, viscosidad, contenido en gases y en cristales) en la naturaleza del proceso de emisión y en los caracteres estructurales de las rocas volcánicas. Terminologías morfológicas y estructurales.
8. Materiales lávicos. Caracteres estructurales de coladas y domos volcánicos. Productos piroclásticos de proyección aérea. Tipología y caracteres distintivos.
9. Productos piroclásticos de avalancha y nube ardiente. Caracteres distintivos de tobas soldadas, ignimbritas, mantos de pomez y cenizas. Lahares.
10. Materiales volcánicos submarinos. Lavas almohadilladas. Hialoclastitas. Brechas submarinas. Tobas palagoníticas. Tufitas.
11. El emplazamiento plutónico. Niveles de emplazamiento. Mecanismos de emplazamiento. Análisis de las relaciones con las rocas encajantes. Tipología de los cuerpos plutónicos.
12. Mesoestructuras de las rocas plutónicas. Tipos de inclusiones. Estructuras residuales y singenéticas. Estructuras de acumulación cristalina. Estructuras postconsolidación.
13. La inyección filoniana. Estructuras internas de los diques y su interpretación. Diques de reemplazamiento. Diatremas.
14. FISICO-QUIMICA DE LOS PROCESOS IGNEOS. La petrología experimental. Conceptos básicos. Aplicación de la regla de las fases. Sistemas experimentales binarios con comportamiento eutéctico, solución sólida y fusión incongruente significativos en procesos ígneos naturales.
15. Influencia de la presión y del contenido en volátiles en los procesos de fusión-cristalización. Sistemas ternarios significativos en procesos ígneos naturales.
16. Generación de magmas. Posibilidades de formación de magmas en el manto y corteza. Influencia en el proceso de fusión parcial de los factores composicionales del sistema (composición global, mineralogía, contenido en volátiles) y de los factores físicos (P, T) en la naturaleza y proporción del magma generado. Fusión zonal.
17. Mecanismos posibles de segregación del magma. Fusión en equilibrio y fusión fraccionada. Ascenso de los productos magmáticos.

18. Diferenciación y fraccionamiento magmático. Difusión en la fracción líquida. Diferenciación por transporte gaseoso. Inmiscibilidad. Hibridación.
19. Cristalización fraccionada. Diferenciación por procesos de flujo; congelación en los contactos y por procesos de acumulación cristalina gravitatoria. Efecto de filtroprensa; flotación.
20. Interacción de los magmas con el medio encajante. Contaminación, asimilación.
21. La fase fluida en los procesos de consolidación plutónica y volcánica. Metasomatismo por difusión e infiltración. Autometasomatismo.
22. ASOCIACIONES IGNEAS. Magmas primarios y magmas derivados. Criterios geoquímicos de distinción. Concepto de series ígneas y de provincia petrográfica.
23. Rocas máficas y ultramáficas de origen profundo. Peridotitas y serpentinitas. Complejos máficos y ultramáficos zonados. La asociación ofiolítica. Komatiitas.
24. Series toleíticas. Toleítas de fondos oceánicos. Toleítas en asociaciones insulares. Basaltos fisurales continentales. Complejos plutónicos estratiformes. Anortositas.
25. Series alcalinas en islas oceánicas y zonas continentales. Asociaciones plutónicas alcalinas.
26. Series ultraalcalinas. Nefelinitas, carbonatitas. Rocas ultrapotásicas. Kimberlitas.
27. Series calcoalcalinas. La asociación basalto-andesita-dacita-riolita de los arcos insulares y bordes continentales.
28. Las asociaciones granitoides. Tipos de asociaciones de rocas granitoides. Granitos-orogénia-metamorfismo. Granitos-vulcanismo. Implicaciones en geotectónica y en geoquímica global.
29. Rocas ígneas extraterrestres. Meteoritos. Rocas ígneas en el Sistema Solar.
30. Distribución de las rocas ígneas en España.

## PETROLOGIA ENDOGENA II

Grupo A: Profesora doña Marina Navidad Fernández de la Cruz.

Grupo B: Profesor don César Casquet Martín.

1. SIGNIFICADO DEL METAMORFISMO. Definición y aspectos históricos del metamorfismo. Tipos de metamorfismo: metamorfismo regional. Metamorfismo dinámico. Metamorfismo de contacto.



2. Ambitos metamórficos. Relaciones espaciales del metamorfismo con los procesos geodinámicos.
3. FACTORES DEL METAMORFISMO. La presión de carga. Presión de fluidos. Presiones dirigidas. Distribución de la presión en la corteza terrestre.
4. Temperatura. Flujo térmico. Gradientes geotérmicos y térmicos. Fuentes de calor.
5. PRODUCTOS DEL METAMORFISMO. Fábrica de las rocas metamórficas. Estructuras del metamorfismo regional. Estructuras del metamorfismo dinámico. Estructuras del metamorfismo de contacto.
6. Texturas del metamorfismo regional. Relaciones blastesis-deformación. Texturas del metamorfismo dinámico. Texturas del metamorfismo de contacto.
7. Análisis de la orientación preferente mineral. Petrofábrica.
8. Principios terminológicos y de clasificación de las rocas metamórficas.
9. ASPECTOS FISICO-QUIMICOS DEL METAMORFISMO. Aspectos termodinámicos. Tipos de reacciones. El equilibrio en las rocas metamórficas. Concepto de paragénesis mineral.
10. Regla de las fases. Representación gráfica de las rocas metamórficas. Diagramas AFM y otros.
11. Cinética de los procesos metamórficos. Difusión. Zonación mineral. Nucleación y crecimiento cristalino. Papel de la deformación y de la fase fluida.
12. Metamorfismo isoquímico. Tipología química de las rocas metamórficas. Diagramas de La Roche y otros.
13. Metamorfismo aloquímico. Metasomatismo. Cuantificación. Método de Gressens. Estructuras metasomáticas.
14. SISTEMAS DEL METAMORFISMO. División en facies del metamorfismo. Series de facies metamórficas.
15. División en grados metamórficos. Minerales índice. Isogradas e isogradas de reacción.
16. Zonalidad metamórfica. Aureolas de metamorfismo de contacto. Zonación en el metamorfismo regional. Disposición espacial de las isogradas. Cinturones metamórficos.
17. Metamorfismo de rocas pelíticas y equivalentes. Granulitas félsicas.
18. Metamorfismo de rocas carbonatadas. Skarns.
19. Metamorfismo de rocas ultrabásicas.
21. Anatexis. Formación de migmatitas. Tipología estructural. Granitos anatécicos.

22. ENCUADRE GEODINAMICO. Metamorfismo regional en zonas de subducción y de colisión.
23. Metamorfismo en regímenes distensivos. Metamorfismo de fondos oceánicos.

## PETROLOGIA EXOGENA II

Grupo A: Profesor don Salvador Ordoñez Delgado.

Grupo B: Profesor don Manuel Bustillo Revuelta.

1. Las rocas autóctonas: tipos. Texturas cristalinas.
2. Físico-química de los medios autóctonos. Química coloidal.
3. ROCAS CARBONATICAS. Rocas carbonáticas: generalidades. Composición.
4. Físico-química de la singénesis carbonática.
5. Geoquímica de las rocas carbonáticas. Singénesis química y bioquímica.
6. Geoquímica del Mg y el Sr en las rocas carbonáticas. Geoquímica isotópica.
7. Componentes de las rocas carbonáticas. Significado petrogenético. Componentes organógenos: tipos de rocas.
8. Componentes biogénicos: tipos de rocas.
9. Componentes físico-químicos: tipos de rocas y caracteres petrogenéticos.
10. Componentes clásticos: principales tipos de sedimentos alóctonos carbonáticos.
11. Principales clasificaciones de sedimentos carbonáticos.
12. ROCAS SALINAS. Generalidades. Composición. Los evaporitos.
13. Físico-química de los evaporitos.
14. Geoquímica de las rocas salinas.
15. Halogénesis: principales tipos de sedimentos salinos.
16. ROCAS SILICEAS. Generalidades. Composición.
17. Físico-química de las rocas silíceas.
18. Geoquímica de las rocas silíceas. Rocas silíceas organógenas y químicas.
19. ROCAS FERRUGINOSAS. Generalidades. Composición.
20. Geoquímica de las rocas ferruginosas.
21. Principales tipos petrogenéticos de rocas ferruginosas.
22. ROCAS FOSFATICAS. Generalidades. Composición.
23. Geoquímica de los sedimentos fosfáticos.

24. Fosfatogénesis. Principales tipos de sedimentos fosfáticos: organógenos y gísico-químicos.
25. **ROCAS CARBONOSAS.** Generalidades. Composición.
26. Geoquímica orgánica. Los macerales.
27. Carbogénesis. Las turbas y los lignitos.
28. Las hullas: clasificaciones y litotipos.
29. Sedimentogénesis del carbón. Carboquímica.
30. Los petróleos. Geoquímica de los hidrocarburos.
31. Petrogénesis. Rocas petrolíferas y petrolígenas.

## SEMINARIO DE METODOLOGIA DE LAS CIENCIAS

Profesor don Ramón Coy Yll.

1. Paradigmas y ciencia normal: una perspectiva histórica. El camino hacia la ciencia normal. Naturaleza de la ciencia normal. Prioridad de los paradigmas. La anomalía y la emergencia de los descubrimientos científicos. Las crisis y la emergencia de las teorías científicas. Las revoluciones científicas.
2. La investigación científica: invención y contrastación. El papel de la inducción. Contrainducción: experimentos, observaciones, hechos. Contrastación de una hipótesis. Las hipótesis «ad hoc». Las leyes y su papel en la explicación científica. Las teorías y la explicación teórica. La reducción teórica. El papel del error en Ciencia.
3. La dimensión científica de la sociedad. La institución social de la ciencia. Ciencia y tecnología. Estilos de investigación. Comunicación científica. Autoridad e influencia. Invención, investigación e innovación industrial. La ciencia, producto de importación cultural. Ciencia y guerra. Ciencia y necesidades sociales.
4. La Geología: aspectos históricos de su desarrollo. Paradigmas y revoluciones científicas en las ciencias geológicas. Uniformismo y catastrofismo. Neptunismo y plutonismo. La revolución científica de los años 60 en las ciencias geológicas.

5. Epistemología de la Geología. Aspectos configuracionales (históricos) e immanentes (ahistóricos) de la Geología. Leyes y principios en Geología. El carácter de la explicación y contrastación en Geología. Las clasificaciones. La posición reduccionista. El reduccionismo y la Nueva Geología.
6. Perspectivas actuales de la investigación geológica. Científicos y profesionales. Geología y desarrollo. Las disciplinas geológicas tradicionales y las nuevas líneas de desarrollo. La Geología en el cuadro de especialidades científicas de la Unesco. Las principales revistas científicas en ciencias geológicas. Los Congresos Internacionales (una reseña).
7. La Geología en España. Antecedentes históricos. Situación de la investigación geológica en el marco de la investigación española. Investigación pura y aplicada. El mapa geológico nacional. Revistas españolas de Geología. Congresos Nacionales. Algunas alternativas.
8. El trabajo científico y profesional. Tesis, trabajos e informes. La búsqueda del material: fuentes de un trabajo científico. La investigación bibliográfica. Bibliotecas y Centros de Documentación. Cómo usar una biblioteca. Cómo afrontar la bibliografía. El plan de trabajo. El índice como hipótesis de trabajo. Fichas y anotaciones. Las referencias bibliográficas. Citas y notas. La humildad y el orgullo científicos.



## PROGRAMAS DE CUARTO CURSO

### ANALISIS ESTRUCTURAL GEOLOGICO

Profesor don Ramón Capote del Villar

1. **INTRODUCCION Y TECNICAS GEOMETRICAS BASICAS.** Concepto de análisis estructural. Factores y etapas del análisis. Escalas. Noción de homogeneidad estructural. Tectofábrica y simetría de fábrica. Tipos de deformación y estructuras resultantes.
2. Utilización de la proyección estereográfica en problemas estructurales.
3. Utilización de las proyecciones diédrica y de planos acotados.
4. **DEFORMACION INTERNA DE LAS ROCAS.** La deformación interna en dos dimensiones. Deformación finita: parámetros y relaciones fundamentales. Construcciones de Mohr. Deformación infinitesimal y deformación progresiva. Zonas de deformación progresiva en la elipse de deformación.
5. La deformación interna en tres dimensiones. Relaciones fundamentales y representación gráfica. Tipos de elipsoides y propiedades. Deformación progresiva en tres dimensiones.
6. Determinación de la deformación finita a partir de objetos no orgánicos. Deformación de objetos inicialmente esféricos. Deformación

- de objetos no esféricos. Deformación de objetos con fábrica inicial.
7. Determinación de la deformación interna a partir de fósiles deformados. Fósiles con simetría bilateral y fósiles sin simetría bilateral.
  8. **PLIEGUES.** Elementos y parámetros geométricos de los pliegues. Clasificación geométrica de los pliegues. Mecanismos de deformación: buckling, cizalla inhomogénea y aplastamiento.
  9. El pliegue en tres dimensiones. Simetría. Cilindricidad y cálculo de la orientación de los elementos de un pliegue. Pliegues menores.
  10. Estudio de los pliegues originados por buckling. Estructuras menores asociadas. Reconstrucción y cálculo de la profundidad de plegamiento.
  11. Pliegues angulares y pliegues conjugados. Kink-bands.
  12. **ESTRUCTURAS DE DEFORMACION DUCTIL ASOCIADAS A PLIEGUES.** Esquistosidad: tipos morfológicos y problemática de los mismos. Relaciones con las estructuras mayores. Origen de la esquistosidad y relación con la deformación interna y la recristalización metamórfica.
  13. Lineaciones: clasificación y utilización en el análisis estructural. Boudinage, mullion y rodding.
  14. **ESTUDIO DE LA SUPERPOSICION DE PLEGAMIENTOS.** Plegamientos de líneas y de planos inclinados. Modelos de superposición de plegamientos y formas resultantes.
  15. Análisis de la superposición de plegamiento a partir de formas cartográficas y estructuras menores.
  16. **ESTUDIO DE LA CIZALLA DUCTIL.** Localización, condiciones de formación y tipos de zonas de cizalla. Geometría y deformación interna asociada a las zonas de cizalla.
  17. Análisis de las zonas de cizalla a partir de microestructuras, microfábricas y estructuras menores.
  18. **ANALISIS DE FALLAS.** Modelos de rotura y formación de fallas. El modelo de Anderson. Elementos geométricos de las fallas. Análisis de fallas individuales mediante proyección diédrica.
  19. Análisis de fallas individuales mediante textoglifos en el plano de falla. Deformaciones frágiles y dúctiles en las inmediaciones de la falla. Utilización de la proyección estereográfica en el análisis de fallas individuales.
  20. Análisis de poblaciones de fallas según el modelo de Anderson. Movimiento renovado en fallas. El modelo de fracturación global discontinua.
  21. Otros métodos de análisis de poblaciones de fallas. Integración de observaciones a escala regional.



22. ESTUDIO DE OTRAS ESTRUCTURAS FRAGILES. Diaclasas. Tipos de diaclasas y relación con las estructuras mayores. Origen de las diaclasas. Estructuras en el plano de la diaclasa. Aplicaciones del análisis de diaclasas.
23. Las estructuras de presión-disolución. Análisis de las juntas estilolíticas.
24. Grietas de tracción con relleno. Relaciones con la deformación global discontinua. Análisis de fibras de recristalización.

## CARTOGRAFIA BASICA

Profesor don Pedro Herranz Araujo.

1. Objetivos y contenido. Métodos. Aspectos históricos. Tendencias actuales.
2. GEOMETRIA DESCRIPTIVA. Objeto de la geometría descriptiva. Sistema de proyección.
3. Sistema acotado. Representación y posiciones relativas de diferentes elementos geométricos. Aplicaciones.
5. Sistemas axonométricos. Representación y posiciones relativas de diferentes elementos geométricos. Aplicaciones.
6. Sistemas axonométricos no isométricos. Aplicaciones.
7. Sistemas cónicos. Representación y posiciones relativas de diferentes elementos geométricos. Aplicaciones.
8. Proyección estereográfica. Representación y posiciones relativas de diferentes elementos geométricos. Aplicaciones.
9. NOCIONES DE GEODESIA. PROYECCIONES CARTOGRAFICAS. MAGNETISMO Y BRUJULAS. El geoide y el elipsoide. Coordenadas geográficas. Proyecciones cartográficas: definición y clasificación.
10. Proyecciones cilíndricas y cónicas: caracteres generales. Principales proyecciones cilíndricas y cónicas. Proyecciones azimutales. Proyecciones convencionales.
11. Campo magnético terrestre. Componentes. Variaciones. Anomalías.

12. Instrumental cartográfico y sus fundamentos. Brújulas. Clinómetros. Altimetros. Telémetros. Planímetros y curvímetros.
13. MAPA TOPOGRAFICO. Escalas. Tipos. Medidas sobre el mapa. Cambios de escala. Limitaciones de la escala.
14. Planimetría. Medidas planimétricas. Vértices geodésicos. La red geodésica nacional. Signos de planimetría. Altimetría. Métodos de representación del relieve. Curvas de nivel. Aplicaciones.
15. Características de los mapas topográficos españoles. El mapa topográfico nacional. Cartografía militar española. Otros mapas.
16. Lectura e interpretación de mapas topográficos. Análisis cualitativo. Análisis cuantitativo.
17. Bloques diagramas. Características según sus objetivos. Métodos manuales, mecánicos y electrónicos de realización.
18. Mapas de «isolíneas». Técnicas comunes para su construcción. Aplicación del procesado digital: cartografía automática.
19. TELEDETECCION, FOTOGRAFIA AEREA Y FOTOGRA-METRIA. Teledetección y sensores remotos. Fundamentos. Sistemas.
20. Geometría de la fotografía aérea. Fotografías oblicuas y verticales. Escalas. Paralajes.
21. Estereoscopia. Fundamentos. Barridos estereoscópicos. Estereóscopos. Estereomicrometros. Cálculos numéricos. Restitución.
22. Metodología en fotointerpretación. Terminología. Elección del material. Preparación de las fotografías. Fotomosaicos.
23. Tratamiento de imágenes obtenidas por sensores remotos. Tratamiento analógico. Tratamiento óptico. Tratamiento digital.

## CARTOGRAFIA GEOLOGICA

Profesor don José Ramón Pelaez Pruneda

1. GENERALIDADES. Mapa geológico. Elementos de los mapas geológicos. Diferentes tipos de mapas geológicos.
2. Levantamiento de mapas geológicos. Metodología en función de la escala, de la finalidad y de los caracteres geográficos y geológicos.
3. Cartografía geológica española normalizada. Mapa geológico nacional. Normalización de la simbología geológica. Otros mapas geológicos normalizados.
4. ANALISIS E INTERPRETACION DE MAPAS. Contactos: Significado. Tipos de contactos. Identificación. Interpretación.
5. Cálculo de la dirección y el buzamiento a partir del mapa. Cálculo

del buzamiento real y aparente. Abacos. Problemas cartográficos de series inclinadas.

6. Cálculos de magnitudes sobre el mapa geológico. Obtención de la columna estratigráfica a partir del mapa. Método de las horizontales.
7. Análisis de estructuras plegadas a partir del mapa. Cálculos de desplazamientos y saltos de fallas. Elaboración geométrica de mapas a partir de datos puntuales estratigráficos y estructurales.
8. Interpretación de mapas geológicos: litología, estratigrafía y tectónica; historia geológica. Interpretación de mapas geológicos en función de su escala.
9. **TECNICAS CARTOGRAFICAS EN FUNCION DE LA ESTRUCTURA.** Cartografía de materiales horizontales. Forma de los afloramientos. Control topográfico. Cartografía de materiales inclinados. Forma de los afloramientos. Control topográfico.
10. Cartografía de materiales plegados. Representación cartográfica de los elementos de los pliegues. Formas de afloramiento de una región plegada. Control topográfico.
11. Cartografía en regiones de escamas. Cabalgamientos y mantos. Signos convencionales. Forma de los afloramientos. Contactos mecanizados.
12. Cartografía en regiones fracturadas. Fallas: representación cartográfica. Formas de afloramientos en las regiones falladas.
13. **TECNICAS CARTOGRAFICAS EN FUNCION DE LA LITOLOGIA.** Cartografía en regiones sedimentarias. Unidades cartográficas. Cambios de facies y su representación. Cartografía de discordancias: forma de los afloramientos. Sistemática de trabajo.
14. Cartografía en regiones metamórficas. Unidades cartográficas: su representación. Cartografía de unidades metamórficas: zonas, facies, isogradas. Signos y representaciones. Sistemática de trabajo.
15. Cartografía en regiones de rocas plutónicas. Unidades cartográficas. Problemas cartográficos. Sistema de trabajo.
16. Cartografía en regiones volcánicas. Unidades cartográficas. Problemas cartográficos. Signos convencionales especiales. Sistemática de trabajo.
17. **FOTOINTERPRETACION Y FOTOGEOLOGIA.** Tipos de fotografía usuales y utilización. Características óptico-geométricas. Fotografía en blanco y negro. Fotografía en color. Fotografía infrarroja.
18. Principios de fotointerpretación. Control de factores humanos, biológicos, climáticos y aleatorios. Control de efectos indirectos de la geología.

19. Control y análisis de formas en fotogeología. Geomorfología. Red de drenaje y su control litológico. Pliegues. Facturas.
20. Control y análisis de colores o grises en fotogeología. Hidrografía. Hidrogeología. Cambios de litología. Fracturas recubiertas.
21. Características específicas de diversos materiales. Depósitos aluviales recientes. Depósitos continentales actuales. Rocas sedimentarias. Rocas metamórficas. Rocas plutónicas.
22. CARTOGRAFIA GEOLOGICA APLICADA. Cartografía de sondeos. Tipos de secciones. Cálculo del buzamiento. Construcción de mapas a partir de sondeos.
23. Mapas geotécnicos. Importancia y utilización. Métodos de levantamiento. Sistemas de representación: elección de los mismos. Interpretación de mapas geotécnicos.
24. Cartografía minera. Mapas de exploración. Perfiles y plantas. Mapas de explotación. Aplicación de las técnicas cartográficas en minería.
25. Mapas hidrogeológicos. Elementos. Datos a representar. Interpretación. Unidades cartográficas en Hidrogeología. Mapas complementarios. Valoración de los datos en función de la escala.

## CORRELACIONES ESTRATIGRAFICAS

Profesor don Luis Carlos Suárez Vega.

1. Concepto y criterios de correlación: evolución.
2. Correlaciones y unidades estratigráficas.
3. Criterios inmediatos de correlación: cartografía geológica.
4. Criterios mineralógicos de correlación: minerales pesados y arcillas.
5. Criterios texturales y estructurales de correlación.
6. Criterios geoquímicos de correlación.
7. Correlaciones por métodos indirectos: técnicas instrumentales.
8. Métodos eléctricos de correlación.
9. Métodos sísmicos de correlación.
10. Métodos magnéticos, gravimétricos y geotérmicos.
11. Diagrafías: correlaciones.
12. Teledetección: correlaciones.
13. Criterios bioestratigráficos de correlación.
14. Criterios isotópicos de correlación.
15. Criterios paleomagnéticos de correlación.
16. Discontinuidades en la sedimentación: interés en correlaciones.
17. Las correlaciones en la investigación de hidrocarburos.
18. Las correlaciones en la investigación de cuencas hulleras.
19. Las correlaciones en la detección de yacimientos minerales.
20. Las correlaciones en el Precámbrico.
21. Las correlaciones en el Cuaternario.
22. El Programa Internacional de Correlación Geológica.

## CRISTALOFISICA

Profesor don Ramón Coy Yll.

1. Anisotropía cristalina. Expresión sensorial de las propiedades físicas de un cristal.
2. Operaciones de simetría. Tensores de segundo orden y simetría puntual. Anisotropía estructural.
3. Propiedades escalares: densidad y volumen específico. Calor específico de los sólidos. Fenómeno de fusión.
4. Piroelectricidad. Relación con la simetría del cristal. Cristales piroeléctricos. Ejemplos de cristales piroeléctricos.
5. Piromagnetismo. Relación con la simetría del cristal. Ejemplos de cristales piromagnéticos. Ferroelectricidad. Cristales ferroeléctricos, anti-ferroeléctricos, cristales ferromagnéticos y anti-ferromagnéticos.
6. Punto de Curie. Influencia de la presión en el punto de Curie. Ferrielectricidad y ferrimagnetismo.
7. Concepto de piezoelectricidad. Piezoelectricidad y simetría.
8. Relación entre la cristalografía y la piezoelectricidad. Tipo de cristales piezoeléctricos.
9. Características fundamentales de la deformación homogénea. Relaciones con los sistemas cristalinos.
10. Dilatación térmica en cristales. Relaciones de la dilatación con la estructura. Dilatación en cristales.

11. Coeficientes de dilatación. Coeficientes de dilatación en relación con el calor atómico y la temperatura. Dependencia de la presión.
12. Conductividad calorífica. Conductividad normal. Cristales isótropos y con eje de isotropía. Otros cristales.
13. Dependencia de la conductividad térmica con la temperatura y estructura. Otras particularidades de la conductividad.
14. Inducción magnética. Inducción magnética en los cristales. Relación con los sistemas cristalinos.
15. Anisotropía magnética y estructura. Susceptibilidad diamagnética de las moléculas en cristales.
16. Cristales paramagnéticos. Inducción dieléctrica. Propiedades dieléctricas y estructura cristalina.
17. Polarización iónica. Influencia de la temperatura.
18. Refracción molecular. Incremento de la refracción iónica. Influencia del vecino en el valor del incremento.
19. Principio fundamental de cristal-óptica. Influencia de la morfología estructural.
20. Refracción en estructuras.
21. Actividad óptica. Teoría estructural del poder rotatorio. Influencia de longitud de onda y de la temperatura.
22. Absorción de la luz por los cristales. Indicatriz compleja de cristales absorbentes. Poder de reflexión de los cristales.
23. Propiedades físicas discontinuas en cristales.

## CRISTALOQUIMICA

Profesor don Manuel Prieto Rubio.

1. Naturaleza y producción de los rayos X. Tipos de radiación.
2. Absorción de los rayos X por los cristales. Detección.
3. Difracción de los rayos X por los cristales. Ecuaciones de Bragg y de Laue. Equivalencia de ambas ecuaciones.
4. Concepto de red recíproca. Su aplicación al análisis estructural.
5. Dirección de los haces difractados según el concepto de red recíproca. Construcción de Ewald.
6. Intensidad de los haces difractados por los cristales. Factores atómico y de estructura. Otros factores.
7. Métodos del monocristal para el estudio de la geometría de los cristales por difracción de rayos X. El método de Laue.
8. El método del cristal giratorio.
9. El método de Weissenberg.



10. Fundamento de la determinación de la estructura de un cristal por difracción de rayos X. Ausencia o extinciones sistemáticas.
11. Determinación de algunas estructuras simples por el método de tanteo.
12. Síntesis de Fourier y de Patterson. Refinamiento de una estructura.
13. Síntesis de diferencias. Mínimos cuadrados. Otras técnicas para el análisis de estructuras cristalinas.

## GEOFISICA BASICA

Profesor don Secundino Cadavid Camiña

1. La Geofísica como ciencia. Relación con otras disciplinas de las Ciencias de la Tierra. Geofísica estática y Geofísica dinámica.
2. ESTUDIO DE CAMPOS NATURALES TERRESTRES. Teoría general de campos potenciales. Derivadas del campo. Prolongación analítica. Su significado.
3. Campo gravífico terrestre. Características generales. Variaciones en el tiempo. Mareas terrestres.
4. Reducciones generales de la gravedad terrestre. Anomalías gravimétricas: su significado. Isostasia.
5. Campo geomagnético. Modelos de fuentes del campo magnético terrestre.
6. Métodos de análisis del campo magnético terrestre. Variación secular. Deriva polar.
7. Paleomagnetismo. Propiedades magnéticas de las rocas y tipos de imantación. El vector paleomagnético.
8. Métodos de análisis de datos paleomagnéticos. Distribución estadística sobre una esfera.
9. Generación de campos paleomagnéticos sintéticos.
10. Campo electromagnético terrestre. Carácter y aspecto del campo electromagnético.
11. Campo electromagnético en medios estratificados. Tensores admitancia e impedancia. Su significado.
12. El fenómeno de polarización espontánea. Teorías acerca de su origen.
13. Condiciones térmicas de la corteza terrestre. Temperatura y procesos térmicos de la corteza.
14. SISMOLOGIA. Fractura y flujo en sólidos. Estudio de los modelos geológicos de los tipos mas frecuentes de deformación.
15. Ondas acústicas. Ecuación de onda. Velocidades de grupo y de fase.

16. Propagación de ondas en medios esféricos y estratificados.
17. Terremotos. Magnitud y energía liberada. Estudio del mecanismo focal.
18. CAMPOS PROVOCADOS. Sismología de explosión. Leyes fundamentales de la propagación de ondas sísmicas. Análisis de curvas dromocrónicas.
19. Distribución de las corrientes eléctricas en el terreno. Caso de medios estratificados.
20. Polarización inducida: teorías acerca de su origen.
21. Termicidad terrestre. Conceptos fundamentales de la transmisión de calor en la Tierra. Fuentes de energía del interior de la Tierra.
22. PROCESAMIENTO DE SEÑALES Y DATOS GEOFISICOS. Concepto de señal geofísica. Relación señal-ruido. Condicionamiento de la señal y codificación de la fuente.
23. Características de un sistema de procesado. Información y entropía. Algoritmo de máxima entropía de Burg.
24. Concepto de anomalía geofísica. Anomalías regionales y locales. Concepto de tendencia regional.
25. Análisis de tendencia. Métodos generales de análisis de tendencias. Análisis en el dominio temporal y frecuencial.
26. Filtrado matemático. Desarrollo de los principales algoritmos de filtrado matemático.
27. INTERPRETACION GEOFISICA. La interpretación geofísica como un problema general de análisis de pautas.
28. Fundamentos de la interpretación por curvas bilogarítmicas y curvas características.
29. Interpretación por métodos de inversión. Métodos de inversión lineal. Métodos no lineales de inversión.
30. Métodos generales de inversión de Backus-Gilbert.
31. Interpretación por modelos a escala y analógicos. Fundamento.
32. El método de elementos finitos. Fundamentos.
33. INSTRUMENTACION GEOFISICA. Características generales de la instrumentación geofísica. Fidelidad y mantenimiento. Calibrado y prueba.
34. TECTONOFISICA. Geofísica global y tectónica global. Dinámica terrestre y constitución del interior de la Tierra, sobre la base de datos geofísicos.
35. Relación entre los distintos parámetros geofísicos de la Tierra. Ecuación de Adams-Williamson. Modelos terrestres.
36. Geofísica comparada. Estudio comparado de los campos geofísicos de los distintos planetas según los conocimientos actuales.

## GEOMORFOLOGIA

Profesora doña Guillermina Garzón Heydt.

1. **PROCESOS MORFOGENETICOS INICIALES: ALTERACION Y SUELOS.** Meteorización mecánica y alteración química: mecanismos. Geoquímica de superficie: movilidad de elementos en la superficie. La alteración de los principales minerales. La formación de arcillas por alteración. El clima y la alteración. Los procesos de alteración y las formas del relieve: geoquímica del paisaje.
2. El suelo. El suelo como resultado de la alteración y meteorización de las rocas. Concepto de suelo edáfico. Perfil teórico. Factores y procesos formadores del suelo. Estabilidad y equilibrio del suelo: suelos climáticos.
3. Los tipos de suelos. El problema de la clasificación. Los suelos zonales: de latitudes altas, medias e intertropicales. Los suelos intrazonales. Los suelos azonales. Bases de la clasificación moderna de suelos. Los horizontes de diagnóstico. Los suelos de la Península Ibérica.
4. Relación tiempo/suelo. Velocidad de meteorización. Relación entre morfología del suelo y tiempo. Relación entre el orden del suelo y el tiempo. La meteorización a lo largo de la historia geológica. Los suelos en el registro geológico. Paleosuelos.
5. **PROCESOS Y MORFOGENESIS FLUVIAL.** La dinámica del agua en la ladera. Efecto del impacto de la gota de lluvia. Arroyada superficial difusa: flujo en lámina y flujo en depresiones. Modelos

- de arroyada superficial no concentrada: el modelo de Horton y el modelo de interflujo. Arroyada superficial concentrada: regueros.
6. La erosión del agua en la ladera. Tipos de procesos de erosión: erosión mecánica y degradación del suelo. Medida de la erosión en una cuenca: ecuación de Fournier. Ecuación universal de pérdida de suelo: erosividad y erosionabilidad. Medidas de control de la erosión. La erosión en la superficie terrestre. Erosión natural y erosión acelerada. Problema mundial de la erosión: la desertificación. Mapas de erosión.
  7. Dinámica y erosión torrencial. Flujo en canales fijos. Canales de dinámica torrencial. Génesis y evolución: torrentes discontinuos y continuos. Procesos de formación. Aplicación del concepto de umbral al estudio de torrentes. Análisis numérico y morfométrico en el tratamiento de torrentes. El problema de las cárcavas y los «badlands». Medidas de conservación.
  8. El sistema fluvial. El sistema fluvial como sistema abierto. Conceptos geomórficos de partida: uniformismo, umbrales, complejidad y evolución del relieve. Desarrollo de la red de drenaje. Evolución de la red de drenaje. La idea de perfil de equilibrio de un río y su evolución. Estado de equilibrio estacionario y canal estable.
  9. Morfología de cuencas de drenaje. La cuenca de drenaje como unidad morfológica. Leyes de drenaje. Número, longitud y orden de los canales. Densidad de drenaje y textura. Caracteres del área de la cuenca. Caracteres del relieve de la cuenca.
  10. La erosión y degradación fluvial. Procesos de erosión fluvial. Desarrollo del canal. Ampliación y ensanchamiento del canal. El perfil del valle. Velocidad de erosión en el canal y factores de control. Degradación de canales por cambio en el régimen hidrológico.
  11. Agradación fluvial y morfología de los depósitos. La agradación fluvial. Procesos de agradación. Depósitos aluviales. La llanura de inundación. Morfología de la llanura de inundación. Terrazas. Conceptos de terraza y su formación. El modelo de respuesta compleja de Schumm. Tipos de terrazas. Secuencias de terrazas y su correlación. Problemas y limitaciones en el estudio de las terrazas.
  12. La llanura de inundación y las avenidas. Significado hidrológico de la llanura de inundación. Causas y tipos de avenidas. Factores fisiográficos que intervienen. Métodos de estudio: análisis del hidrograma, período de recurrencia, análisis paramétrico y morfológico. Medidas de protección estructurales: regulación de la llanura de inundación y de la cuenca de recepción y prevención de riesgos.
  13. Morfología del canal. Efecto de las variables hidrológicas: caudal y

- carga sólida. Dimensiones y forma del canal. Gradiente. Patrón del canal. Clasificación de canales aluviales: criterios de clasificación. Canales rectos. Canales meandriformes. Causas del meandrismo. Meandros y morfología del canal. Meandros encajados. Canales «braided» o entrelazados. Causas del «braiding». Morfología del canal braided. La ecuación del río en estado estacionario.
14. **PROCESOS Y MORFOGENESIS DE VERTIENTES.** Movimientos gravitatorios en masa. Mecánica y tipos generales de procesos. Problemática de la clasificación. Reptación: creep continuo y estacional, rockcreep, taluscreep, soliflucción, frostcreep y geliflucción. Caídas. Vuelcos. Deslizamientos: Rotacionales, planales, gravitacionales, de derrubios, de lajas (sheet-slides). Avalanchas. Flujos: coladas de derrubios, lodo y tierra.
  15. Movimientos gravitatorios en masa: evaluación y prevención. Factores que condicionan las estabilidad. Factores intrínsecos y ambientales. Factores externos: precipitación, terremotos y actividades humanas. Evaluación regional; cartografía y valoración. Parámetros litológicos y tectónicos. Parámetros hidrogeológicos, topográficos, de recubrimiento y climáticos. Rasgos morfológicos. Análisis de umbrales. Modelos matriciales. Medidas de control: hidrológicas, excavaciones, estructurales y otras técnicas. Sistemas de predicción.
  16. El perfil de la ladera. Modelos de estudio de las vertientes. Análisis del perfil de la ladera. Elementos de la ladera y sus procesos. Perfiles longitudinales y transversales. Evolución de la ladera en diferentes climas. Procesos limitados por el transporte o limitados por la meteorización. Perfil de áreas templado-húmedas. Areas áridas y semiáridas. Areas tropicales. Areas periglaciares.
  17. Teorías sobre desarrollo y evolución de las laderas. Primeras ideas. El modelo de Davis. Concepto de penillanura. El modelo de W. Penck. Concepto de Primärrumpf y Piedmonttyp-treppen. Modelos de génesis de superficies planas: pedimentos y diplanos. El modelo en climas de sabana: la doble superficie de nivelación de Budel. El Sistema Central español como ejemplo de aplicación de diferentes modelos evolutivos.
  18. **MORFOGENESIS LITOLOGICA.** El modelo en rocas no solubles. Las características de las rocas y la denudación. Efecto de la composición mineral. Efecto de la textura y la resistencia. Meteorización en rocas graníticas: rocas caballerías e inselbergs. Meteorización de rocas metamórficas: el modelado en esquistos y gneises.
  19. Formas y procesos cársticos. Importancia espacial y temporal. Formas superficiales de pequeña escala: tipos de lápicos. Formas ma-

- yores: dolinas, uvalas, valles cársticos y poljes. Teorías en la formación de grutas cársticas. Principales tipos de Carst: holocarst, fluvio-carst, glacio-carst y carst nival. Carst ártico. Carst tropical. Otros tipos de carst: sodycarst, carst subsuperficial, carst termal, termocarst, carst fósil y carst singenético. Pseudo carst. Evolución histórica de las ideas en el estudio del carst.
20. **MORFOGENESIS ESTRUCTURAL.** Morfología estructural. Relieves condicionados por la fracturación. Control del diaclasado. Control de fallas. Relieves de zonas plegadas. La erosión diferencial en pliegues. La red de drenaje en áreas plegadas. Estilos elementales de relieve estructural. Relieves tabulares y jurásicos. Relieves de estructuras complejas. Relieves de acción endógena directa. El relieve como resultado de la estructura en sentido dinámico.
  21. **GEOMORFOLOGIA HISTORICA.** Planteamiento histórico sobre los procesos y evolución del relieve. Las primeras ideas sobre el relieve. El ciclo de Davis. Las teorías de Penck. La escuela francesa y la geomorfología climática. La escuela americana. Modelos de génesis de superficies planas, penillanuras, pedimentos y pedillanuras. Evolución del Sistema Central español: ejemplo de aplicación de diferentes modelos evolutivos.
  22. **CARTOGRAFIA DE PROCESOS Y FORMAS.** Sistema de representación de procesos morfodinámicos y cartografía geomorfológica. Cartografía analítica y sintética, teórica y aplicada. Parámetros valorables: morfología, morfometría, morfogénesis y cronología. Modelos de cartografía teórica: sistemas francés, checoslovaco y otros. Mapas geomorfológicos realizados en España. Cartografía aplicada. Cartografía de unidades homogéneas de terreno. Mapas en planificación territorial y medio ambiente: Mapas de unidades ambientales. Mapas de procesos morfodinámicos: Cartografía de riesgos geológicos exógenos.

## GEOQUIMICA GENERAL

Profesor don Alfredo Hernández-Pacheco y Rosso de Luna.

1. Abundancia cósmica de los elementos. Fuentes de datos de las abundancias cósmicas de los elementos. Abundancia de los elementos en el Sistema Solar. Compilaciones generales de abundancia. Origen de los elementos. Reacciones nucleares. Caracteres generales de los diagramas de abundancia.
2. Meteoritos. Caracteres generales de los meteoritos y fenómenos que acompañan su caída. Clasificaciones, rasgos estructurales y químicos. Sideritos. Secuencias de cristalización en el sistema Fe-Ni. Meteoritos silicatados: condritas y acondritas. Siderolitos. Condritas carbonáceas. Modelo condrítico de la Tierra.
3. Historia geoquímica de la Tierra. Composición química de la Tierra primitiva. Modelo condrítico de la Tierra. Procesos de degasificación y diferenciación geoquímica primaria de la Tierra. Partición de los elementos durante la misma. Carácter geoquímico primario de los elementos. Formación del núcleo, manto y de la corteza inicial. Origen y evolución geoquímica de la atmósfera e hidrosfera.
4. Geoquímica de las distintas goesferas de la Tierra. Hipótesis sobre los caracteres geoquímicos del núcleo. El manto terrestre: naturaleza del manto inferior y del manto superior: modelos pirolíticos del manto. Efectos de las altas presiones y temperaturas sobre los materiales silicatados. Geoquímica de la corteza oceánica y de la corteza continental inferior. Composición media de la corteza continental superior.



5. Equilibrios geoquímicos en fundidos. Rasgos fundamentales de los fundidos magmáticos: caracteres físicos y químicos. Constituyentes volátiles del magma. Propiedades químicas del agua a altas presiones y temperaturas. Soluciones residuales. Fenómenos de inmiscibilidad en fundidos silicatados y su aplicación a magmas. Comportamiento de los elementos petrogenéticos en la cristalización y diferenciación magmática. Comportamiento de los elementos menores. Sistemas ternarios silicatos-sulfuros-óxidos y silicatos-sulfuros-agua en los procesos magmáticos. Los magmas como sistemas multicomponentes abiertos.
6. Equilibrios geoquímicos en soluciones. Las reacciones químicas en la hidrosfera. Reacciones ácido-base en las aguas naturales. El sistema  $\text{CO}_2\text{-CO}_3\text{-Ca}$ . Reserva alcalina y pH de medios naturales. Influencia sobre la movilidad de los elementos. Reacciones de oxidación-reducción en las aguas naturales. Medios oxigenados y medios reductores. Influencia sobre la movilidad de los elementos. Formación de complejos. Aplicación a los equilibrios en las aguas marinas. El concepto de ciclos geoquímicos de los elementos. Ejemplos de algunos de estos ciclos.
7. Geoquímica isotópica: isótopos ligeros. Fraccionamiento en condiciones de equilibrio y fraccionamiento cinético. Algunas aplicaciones geoquímicas: composición isotópica  $\text{O}^{18}/\text{O}^{16}$  de los silicatos y su aplicación a la termometría. Composición isotópica  $\text{S}^{32}/\text{S}^{34}$  y la formación de yacimientos de sulfuros. Fraccionamiento isotópicos en el ciclo del agua. Fraccionamiento isotópicos del  $\text{C}^{14}/\text{C}^{13}$ .
8. Geoquímica isotópica: isótopos radiogénicos. Ley fundamental de la radioactividad y su aplicación a la geocronología radiométrica. Método del Rb/Sr. Aplicación de las relaciones isotópicas del Sr inicial ( $\text{Sr}^{87}/\text{Sr}^{86}$ ) al estudio de la evolución del manto terrestre. Utilización de dichas relaciones isotópicas en el estudio de la corteza continental. Métodos del U-Th-Pb y su aplicación al cálculo de la edad de la Tierra. Método del K-Ar. Aplicaciones de estos métodos a la datación de procesos de cristalización y metamorfismo. Aplicaciones de la Geoquímica. Aplicación del estudio de las anomalías geoquímicas a la detección de yacimientos: prospección geoquímica. Aplicación a la agricultura. Relación de la Geoquímica con los problemas de contaminación.

## GEOTECTONICA

Profesor don Ramón Capote del Villar.

1. INTRODUCCION Y CONCEPTOS BASICOS. Concepto, objetivos y métodos de la Geotectónica: relaciones con otras ciencias. Orientación del programa.
2. El marco geodinámico de la Geotectónica: cinemática del modelo de tectónica de placas. Tipos de borde de placa. La tectónica sobre la esfera. Evolución de las uniones triples.
3. Las deformaciones elementales. Factores de la deformación y fases del estudio. Escala de las estructuras. Ejes de la deformación. Conceptos de simetría. Régimen tectónico.
4. Fallas. Mecánica de la formación de fallas. Movimiento renovado en fallas. Datación del movimiento en fallas. Fallas activas y fallas sísmicas.
5. Pliegues. Problemática general de los pliegues individuales. Geometría, cinemática y clasificación de los pliegues. Superposición de plegamientos.
6. ASOCIACIONES ESTRUCTURALES. Las estructuras de las zonas continentales estables. Los movimientos verticales. Areas de plataforma con tectónica diapírica.
7. Las asociaciones estructurales ligadas a la distensión. Regiones de bloques fallados. Rifts, aulacógenos e impactógenos. Estructuras distensivas asociadas a márgenes destructivos.
8. Las zonas con fallas de desgarre. Grandes desgarres en bordes de

placas conservativos. Sistemas transformantes. Desgarres en el antepaís de zonas de colisión.

9. Las zonas de compresión: fallas asociadas a la compresión. Las áreas de cabalgamientos de gran ángulo. El problema de la tectónica larámida. Cinturones de pliegues y cabalgamientos de bajo ángulo. Tectónica acrecional.
10. Las zonas con mantos de corrimiento. Tipos de mantos y teorías genéticas de los mismos.
11. La estructura de las áreas plegadas en las zonas externas de las cadenas orogénicas. Distribución vertical y horizontal de los diferentes estilos. Regiones con pliegues rectos erguidos y regiones con domos y cuencas.
12. La estructura del nivel estructural inferior. Zonas con esquistosidad vertical y regiones con esquistosidad tumbada. La tectónica de las zonas profundas gneísicas metamórficas de alto grado.
13. Asociaciones de estructuras compresivas en función del régimen de subducción. Efecto de los cambios de buzamiento en zona de Benioff. Otras modificaciones.
14. SINTESIS GEOMETRICA Y EVOLUTIVA DE LAS GRANDES UNIDADES GEOTECTONICAS. Conceptos clásicos y actuales sobre el ciclo geotectónico. El ciclo de Wilson. Los ciclos reconocibles en el registro geológico.
15. Las cuencas de sedimentación como unidades geotectónicas. Clasificaciones de las cuencas en función de la geotectónica. Evolución de las cuencas sedimentarias. Aspectos de aplicación.
16. Tipos de orógenos según la tectónica de placas. El orógeno pacífico y el orógeno cordillerano.
17. Los orógenos colisionales. El orógeno de colisión continente-continente. Otros tipos de orógenos de colisión.
18. Relación entre geotectónica y formación de yacimientos minerales.
19. Las unidades arcaicas: Greenstone-belts y complejos gneísicos de alto grado. Modelos de evolución geotectónica.
20. Otros tipos de evolución tectónica: la tectónica de impacto. Caracteres generales de las estructuras resultantes. Tectónica de la Luna y de otros cuerpos planetarios. La tectónica de impacto en la Tierra.

## HIDROLOGIA DE SUPERFICIE

Profesor don Pedro Emilio Martínez Alfaro.

1. INTRODUCCION. Concepto de Hidrología. Evolución de los conocimientos hidrológicos a lo largo del tiempo. Enfoque global del programa. Bibliografía y fuentes de información.
2. El ciclo hidrológico. Componentes primarios del ciclo hidrológico. Movimiento del agua en la hidrosfera. Balance hidráulico. Recursos y reservas de agua.
3. LA ATMOSFERA. Características generales de la atmósfera. La homosfera y la heterosfera. La troposfera. Presión atmosférica. Energía calorífica sobre el globo.
4. Termodinámica de la atmósfera. Tensión de vapor. Condensación e índice de humedad. Gradientes térmicos. Estabilidad e inestabilidad de la atmósfera. Nieblas y nubes.
5. Dinámica de la atmósfera. Mapas isobáricos. Los vientos: definición y componentes. Medida de los vientos. Sentido de rotación de los vientos. Circulación general de los vientos en la atmósfera. Vientos locales.
6. LA PRECIPITACION. Precipitación. Mecanismo de formación de las precipitaciones. Mantenimiento de las precipitaciones. Masas de aire y regiones manantiales.
7. Origen de las precipitaciones: convección, orográficas, frentes. Desarrollo de ciclones extratropicales.

8. Medida de las precipitaciones. Tipos de pluviómetros. Nivómetros. Las estaciones meteorológicas: tipos. Red de estaciones meteorológicas en España. El Instituto Nacional de Meteorología: obtención de datos de precipitación.
9. Análisis de los datos de precipitación correspondientes a una estación. Series climáticas. El módulo pluviométrico anual: años secos, medios y húmedos. El yetograma. El pluviograma. La curva de intensidad máxima-duración. La curva de intensidad máxima-duración-frecuencia. La curva de desviaciones acumuladas.
10. Análisis de los datos de precipitación en el conjunto de una cuenca. Métodos para completar datos inexistentes. Homogeneización de datos de lluvia. Volumen de agua precipitada sobre una cuenca: método de la media aritmética. Método de los polígonos de Thiessen. Método de las isoyetas. Ordenes de magnitud de la precipitación en el mundo y en la Península Ibérica.
11. EVAPOTRANSPIRACIONES. El agua en el suelo. Concepto de suelo. Horizontes. Textura y estructura del suelo. Infiltración y causas que la condicionan. Humedad del suelo: formas de estar el agua en el suelo. Parámetros de medida de la humedad del suelo. Distribución vertical del agua en el suelo. El agua gravífica. Estado de presiones del agua en el suelo. La escorrentía subterránea.
12. Evaporación y su media. Poder evaporante de la atmósfera. Evaporación desde capas de agua. Evaporación desde depósitos. Evaporación desde nieve y hielo. Evaporación desde un suelo desnudo.
13. Transpiración. Factores que la condicionan. Medida de la transpiración.
14. Evapotranspiración. Concepto y factores de que depende. Evapotranspiración potencial y evapotranspiración real. La evapotranspiración como déficit de escorrentía: cálculo de la ETR a partir del balance hidráulico.
15. Cálculo de la evapotranspiración potencial y real por métodos empíricos y semiempíricos.
16. ESCORRENTIA. Aforos en cursos de agua. Estaciones de aforo: tipos y características. Redes de estaciones de aforos. Obtención de datos.
17. Métodos de aforo de un río: medidas directas e indirectas. Aforos químicos.
18. El hidrograma. Partes y componentes del hidrograma. Separación de los componentes del hidrograma.
19. Análisis de la curva de agotamiento del hidrograma.

20. Tratamiento de datos de aforo. Detección de errores. Métodos para completar datos inexistentes.
21. Interpretación de datos de aforos. La curva de caudales clasificados. Distribución de frecuencias de aportaciones.
22. Generación de series de datos de aforo en base a la precipitación.
23. Regulación de aguas superficiales. Concepto. Regulación anual e hiperanual. Concepto de garantía.
24. LAS CRECIDAS. Definición. Origen de las crecidas. Métodos empíricos para la determinación del caudal de las crecidas.
25. Métodos estadísticos para la determinación del caudal de las crecidas.
26. Métodos hidrometeorológicos para la determinación del caudal de las crecidas.

## INFORMATICA Y PROGRAMACION

Profesora doña Paloma Main Yagüe.

1. Introducción a la informática.
2. Algoritmos. Organigramas. Programas.
3. Lenguaje Fortran.
4. Paquetes de programas. Introducción a las subrutinas SSP.
5. Utilización del paquete de programas BMDP.
6. Microordenadores.

## MECANICA DE ROCAS

Profesor don José Luis Hernández Enrile.

1. Concepto y objetivos de la mecánica de rocas. Ambito y relación de la mecánica de rocas con las ciencias geológicas y procesos geodinámicos afines. Consideraciones sobre la evolución y el estado actual de la mecánica de rocas.
2. Condiciones corticales: principales parámetros físicos que influyen en la deformación natural de las rocas. Presión confinante. Temperatura. Presión intersticial. Diferencia de esfuerzos. Velocidad de deformación.
3. TEORIA DEL ESFUERZO. Concepto de esfuerzo. Componentes y tensor de esfuerzo. Análisis del esfuerzo de dos dimensiones: principales ejes de esfuerzo. Estado del esfuerzo sobre un plano.
4. El círculo de Mohr para esfuerzos experimentales y naturales. Estados de esfuerzos homogéneos.
5. Análisis de esfuerzo en tres dimensiones. Invariantes de esfuerzos. Planos de máximo esfuerzo de cizallamiento. El elipsoide de esfuerzo.
6. Esfuerzos hidrostático y desviatorio. Ecuaciones de equilibrio. Campo y trayectorias de esfuerzos. Historia de esfuerzos.
7. Estado del esfuerzo de la corteza. Esfuerzos iniciales. Presión de fluidos. Modificaciones del estado de esfuerzo debido a la presión intersticial y a los esfuerzos tectónicos. Medidas del estado de esfuerzo.



8. **TEORIA DE ELASTICIDAD; DEFORMACIONES Y RESISTENCIA DE LAS ROCAS, REOLOGIA DE LA LITOSFERA:** aplicación al conocimiento de las deformaciones naturales. Principios básicos de la teoría de elasticidad. Elasticidad lineal. Ley de Hooke. Parámetros elásticos. Relación esfuerzo-deformación para cuerpos elásticos e isótropos. Aplicación de la teoría de elasticidad en la litosfera.
9. Comportamiento de las rocas en términos de modelos mecánicos análogos. Modelo elástico. Modelo newtoniano. Modelo plástico. Viscoelasticidad.
10. Deformación experimental de las rocas. La resistencia de las rocas y su deformación bajo condiciones geológicas. Ensayos triaxiales a altas presiones y temperaturas. Ecuaciones de estado en función de los parámetros ambientales.
11. Reología de las rocas: propiedades mecánicas de las rocas dependientes del tiempo de deformación. Efectos de fluencia en el análisis de la deformación. Flujo plástico.
12. Modelos reológicos. Reología de las rocas corticales y su vinculación a procesos geodinámicos. Reología del manto.
13. Fracturación: fricción y fenómenos de deslizamiento. Mecanismo de fractura friccional. Teoría de Mohr para fractura y resistencia al cizallamiento. Criterio de Navier-Coulomb para fractura frágil.
14. Teoría de propagación de fracturas: energía de deformación asociada con fracturas. Los efectos de la fracturación sobre las propiedades elásticas. Dinámica de propagación y el criterio de Griffith para fractura frágil.
15. Mecanismos de fracturación e implicaciones sismotectónicas. Difusión de esfuerzos. Fluencia activada termalmente en fallas.
16. Rocas de fallas y mecanismos de fracturación. Esfuerzos de flujo a partir de microestructuras de milonitas. Energía de disipación y sus efectos en zonas de cizalla. Variación de la resistencia al cizallamiento con la profundidad.
17. Fluidos y tectónica: flujo en medios porosos. Permeabilidad y dilatación. Modelos de difusión de fluidos en fracturación. Fractura hidráulica.
18. Evaluación del riesgo sísmico. Zonación sísmica. Predicción de terremotos. Mapa sismotectónico.
19. **MECANICA DE ROCAS EN LA GEOLOGIA APLICADA.** Métodos de estudio. Reconocimiento en el terreno mediante sondeos y ensayos in situ. Ensayos de laboratorio.
20. Estabilidad de taludes en macizos rocosos. Deslizamientos y sus ti-

- pos. Mecanismos de deslizamiento en macizos isótropos y anisótropos. Métodos de aplicación a la estabilidad de taludes.
21. Estudios geológicos y de mecánica de rocas con fines al emplazamiento y construcción de presas. Presas de escollera.
  22. Criterios para el diseño y soporte en excavaciones subterráneas (túneles). Determinación de esfuerzos de excavaciones.
  23. Cimentaciones. Asientos y capacidad portante. Anclaje en rocas.
  24. Efectos en los macizos rocosos de las explosiones y voladuras para excavaciones. Movimientos armónicos simples y transmisiones de ondas. Sistemas de precorte.

## METODOS DE RECONSTRUCCION PALEOGEOGRAFICA

Profesora doña Nieves Meléndez Hevia.

1. Introducción a la asignatura. Diversos aspectos de la reconstrucción paleogeográfica. Diferentes escalas.
2. Introducción al análisis estratigráfico genético. La «revolución moderna en la Estratigrafía».
3. Concepto de cuenca. Formación de cuencas. Subsistencia y eustatismo.
4. Conceptos básicos en la reconstrucción paleogeográfica.
5. La obtención de datos. Su representación. Métodos de medida y registro, de superficie y de subsuelo.
6. Los «métodos estratigráficos» en la reconstrucción paleogeográfica. Mapas estratigráficos. Tipos. Construcción y utilidad.
7. La representación gráfica en la reconstrucción paleogeográfica. Métodos de representación de datos.
8. La sedimentología en la reconstrucción paleogeográfica. Sistemas deposicionales.
9. Criterios de caracterización de medios sedimentarios. Tipos: biológicos, físico-químicos, dinámicos, etc.
10. Paleocorrientes: toma de datos, representación, modelos de paleocorrientes, interpretaciones.
11. Las técnicas «modernas» en la reconstrucción paleogeográfica. Introducción. Tipos.
12. La sísmica: Introducción y conocimientos básicos. La secuencia sísmica. Las facies sísmicas. Aplicación en la reconstrucción paleogeográfica.
13. La estratigrafía sísmica. Los cambios relativos del nivel del mar.
14. Los perfiles eléctricos (logs). Introducción. Tipos de perfiles.
15. El dipmeter. Utilidad. Representación gráfica.
16. Los isótopos estables. Fundamentos. Tipos, utilidad y aplicaciones.
17. El paleomagnetismo. Fundamentos del método, y utilidad en la reconstrucción paleogeográfica.

## MICROPALEONTOLOGIA ANIMAL

Profesor don Sergio Rodríguez García.

1. Paleontología y Micropaleontología. Conceptos, objetivos y desarrollo. Tendencias actuales en Micropaleontología.
2. Métodos de trabajo en Micropaleontología. Recolección. Preparación y técnicas de estudios de los microfósiles.
3. Protozoos: principales grupos. Rizópodos. Características generales de los foraminíferos. Dimorfismo y reproducción.
4. Foraminíferos. Concha: forma, tamaño, organización, estructura y ornamentación. Composición de la concha y desarrollo.
5. Clasificación de los foraminíferos. Suborden Allogromíina. Suborden Textularina: principales grupos de interés bioestratigráfico.
6. Orbitolínidos: organización. Clasificación y principales grupos. Paleoecología y evolución. Bioestratigrafía.
7. Suborden Fusulina. Clasificación. Fusulínidos: organización y estructura de la concha. Principales grupos. Paleoecología, evolución y bioestratigrafía.
8. Suborden Miliolina: organización y estructura de la concha. Clasificación. Paleoecología e interés bioestratigráfico.
9. Alveolínidos: organización. Clasificación. Principales grupos y su bioestratigrafía. Tendencias evolutivas.
10. Suborden Rotalíina: clasificación. Principales grupos de microforaminíferos bentónicos calcáreos. Paleoecología y biogeografía.
11. Nummulítidos: organización, clasificación. Paleoecología e interés geológicos. Miogypsínidos. Principales grupos y su bioestratigrafía.
12. Orbitoídidos. Clasificación. Interés bioestratigráfico. Paleogeografía y tendencias morfológicas.
13. Foraminíferos planctónicos: morfología y habitat. Biogeografía. Clasificación.
14. Foraminíferos planctónicos. Principales grupos. Interés bioestratigráfico. Tendencias evolutivas y filogenia.

15. Paleoeología, tendencias evolutivas y filogenia de los foraminíferos. Interés paleontológico y geológico.
16. Actinópodos. Radiolarios. Morfología. Clasificación. Paleoeología y biogeografía. Distribución estratigráfica.
17. Cilióforos. Calpionélidos y microfósiles relacionados. Morfología. Principales grupos. Paleoeología e interés bioestratigráfico.
18. Ostrácodos. Características generales. Morfología de la concha. Dimorfismo y orientación.
19. Clasificación. Criterios y principales grupos. Paleoeología de los ostrácodos. Reconstrucciones paleogeográficas.
20. Conodontos. Morfología. Asociaciones de conodontos. Clasificación. Principales grupos. Bioestratigrafía. Conodontofóridos.
21. Otros microfósiles de metazoos. Espículas de esponjas. Escleritos de alcionarios y holotúridos. Artejos y placas de crinoideos, asteroideos y equínidos. Escolocodontos. Pterópodos y tentaculítidos. Otolitos. Conchostráceos. Escamas y placas dérmicas de peces.
22. Biomicrofacies. Biofacies y paleogeografía. Interés geológico.

## MICROPALAEONTOLOGIA GENERAL Y VEGETAL

Profesora doña Concepción Alvarez Ramis.

1. Micropaleontología. Microfósil. Concepto de microrresto macroscópico.
2. Separación de microfósiles en los distintos tipos de rocas.
3. Tipos de microfósiles más frecuentes en los sedimentos.
4. Características adaptativas de los organismos a los diferentes habitats.
5. Técnicas y métodos de medida, estadísticas y métodos gráficos usuales en Micropaleontología.
6. MICROPALAEONTOLOGIA VEGETAL. Epidermis «fósiles». Su interés.
7. Morfología y anatomía microscópica.
8. Métodos de obtención de epidermis y planos de simetría.
9. Reconocimiento de plantas fósiles por el estudio microscópico de sus secciones.
10. Esquizofitas fósiles.
11. Talofitas microscópicas fósiles.
12. Hongos epi y endófilos fósiles. Líquenes.
13. Principales tipos de restos de algas presentes en los sedimentos.

14. Acritarcos. Tasmaniaceas y quitinozoos.
15. Briofitas fósiles.
16. Morfología y estructura de los palinomorfos.
17. Sistemática y nomenclatura en Palinología.
18. Macro y microesporas.
19. El polen. Concepto y características.
20. Otros restos vegetales de interés paleontológico.

## PALEOECOLOGIA

Profesora doña María Dolores Gil Cid.

1. Concepto y principios de la Paleoecología.
2. La Paleoecología y su relación con otras disciplinas. Metodología paleoecológica.
3. Datos suministrados por lo fósiles: formas de vida. Condiciones de existencia.
4. El ecosistema marino: factores limitantes. Tipos de fondo. Salinidad. Batimetría. Profundidad. Oxigenación. Turbidez. Interpretación de datos en paleoecosistemas marinos.
5. El ecosistema fluvial. Tipos de medios en el curso. Interpretación de datos en ambientes antiguos. Paleocauces. Paleocorrientes. Distribución de flora y fauna.
6. El medio deltaico. Límites y datos para detectar el medio marino-fluvial. Tipos de fauna y flora. Caracteres medios. Tipos de sedimentos.
7. El medio continental. Factores que inciden en el ecosistema continental. Evolución de las masas continentales en función del registro fósil. Tipos de facies y formas de vida.
8. El medio lagunar: caracteres y distribución de los yacimientos de los organismos. Tipos de sedimentos. Fauna y flora.
9. El medio recifal: caracteres, asociaciones: tipos de facies, faunas y floras del medio. Distribución de formas.
10. Estructura de las paleocomunidades: aspectos energéticos. Estructura de los paleoecosistemas.
11. Coordinación entre paleocomunidades y el medio.
12. Reconstrucción de algunos paleobiotipos. Ediacara, Burgess Shale, Decazeville y Solenhofen.

## PALEOZOOLOGIA DEL MESOZOICO Y CENOZOICO

Profesora doña María José Comas Rengifo.

1. *Coelenterata. Anthozoa*: organización y sistemática. Fundamentos.
2. *Anthozoa*: Scleractinia (I). Anatomía del pólipos. Morfología esquelética. Reproducción. Clasificación y distribución.
3. *Anthozoa*: Scleractinia (II). Origen. Tendencias evolutivas y filogenia. Ecología: construcciones arrecifales.
4. *Brachiopoda* (I): el organismo vivo. Composición y microestructura de la concha. Morfología interna de la concha.
5. *Brachiopoda* (II): morfología externa de la concha. Forma. Crecimiento. Modificaciones de la abertura del pedúnculo.
6. *Brachiopoda* (III): clasificación: inarticulata y articulata. Distribución estratigráfica.
7. *Brachiopoda* (IV): Ecología. Evolución y filogenia.
8. *Bryozoa*: caracteres morfológicos: el animal vivo. Colonias. Métodos de estudio. Clasificación. Distribución estratigráfica. Ecología y paleoecología. Relaciones filogenéticas.
9. *Mollusca*: generalidades. Aspectos morfológicos del animal vivo. Microestructura de la concha. Clasificación.
10. *Gastropoda*: morfología de la concha: aspecto externo. Caracteres internos. Microestructura de la concha. Clasificación. Ecología. Origen y evolución.
11. *Bivalvia* (I): morfología de la concha: aspectos externo e interno. Orientación de la concha. Tipos de charnela. Microestructura de la concha.
12. *Bivalvia* (II): clasificación. Estudio especial de los rudistas.
13. *Bivalvia* (III): Paleoecología y evolución. Hábitat y alimentación.



Los bivalvos fósiles como indicadores ambientales. Origen y evolución.

14. *Cephalopoda*: características generales. Clasificación de los cefalópodos. Morfología de las partes duras y clasificación de Nautiloidea, Endoceratoidea, Actinoceratoidea y Bactritoidea. Relaciones entre los grupos de cefalópodos.
15. *Cephalopoda*: *Coleoidea*. Aspectos generales y clasificación. Decapoda: estudio especial de los Belemnoidea. Octopoda. Importancia estratigráfica de los coleoideos. Paleoecología. Origen y evolución.
16. *Cephalopoda*: *Ammonoidea* (I): aspectos generales de los ammonioides paleozoicos. Morfología. Clasificación. Distribución estratigráfica. Paleoecología. Origen y filogenia.
17. *Cephalopoda*: *Ammonoidea* (II): aspectos generales de los ammonioides mesozoicos. Principales caracteres de la concha. Línea de sutura y sus elementos. Clasificación: Ceratitina, Phylloceratina, Lytoceratina.
18. *Cephalopoda*: *Ammonoidea* (III): clasificación e importancia estratigráfica de los ammonitina. Paleoecología. Origen de los ammonioides mesozoicos. Hechos mayores en la evolución de los ammonioides.
19. *Echinodermata*: *Echinozoa* (I): aspectos generales y clasificación. Nociones sobre los grupos exclusivamente fósiles. Holoturoidea.
20. *Echinodermata*: *Echinozoa* (II): Echinoidea: morfología del esqueleto. Clasificación. Ecología. Filogenia general de los Echinoidea.

## PALEOZOOLOGIA DEL PALEOZOICO

Profesora doña María Dolores Gil Cid.

1. Conceptos básicos. Biostratonomía. Tafocenosis.
2. Sistemática y taxonomía: principios de clasificación.
3. El individuo: Ontogenia, estado.
4. Los primeros restos fósiles: el origen de la vida.
5. El Precámbrico y el Cámbrico: el contenido fósil.
6. Los primeros grupos fósiles y su interpretación en Paleozoología.
7. Los trilobites: su origen, desarrollo, morfología y extinción. Su evolución.
8. Los arqueociatos: análisis, morfología e interpretación. Aparición. Relaciones con otros grupos fósiles.
9. Origen de los moluscos: monoplacóforos.
10. Moluscos paleozoicos: bivalvos, gasterópodos y cefalópodos.

11. Hyolita, tentaculites y conularias.
12. Los equinodermos del Paleozoico: grandes grupos fósiles. (Cámbrico-Silúrico-Devónico.)
13. Los graptolitos: análisis morfológico, tipo de vida, comparación con otros organismos afines.
14. Organismos constructores de rocas.
15. La Paleoicnología en el Paleozoico: interpretación e interrelaciones con el medio.
16. Los corales en el Paleozoico: su aparición, desarrollo y evolución.
17. Morfología de los Rugosa.
18. Relaciones entre los Rugosa y los Escleractinia.

## PLASTICIDAD Y ELASTICIDAD DE MATERIALES CRISTALINOS

Profesor don Ramón Coy Yll.

1. Naturaleza del campo cohesivo cristalino. Fuerzas atractivas y repulsivas. Potencial. Fuerza cohesiva de una fila de aniones y cationes.
2. Naturaleza de la deformación elástica. Definición de tensión: tensiones en un punto. Convenciones sobre tensiones. Deformación: tensiones de deformación y su igualdad en un punto. Tensiones en un plano. Equilibrio elástico de las tensiones.
3. Relación de la deformación y distancias interatómicas. Ley de fuerza y escala atómica. Deformación macroscópica.
4. Módulo de elasticidad. Proporcionalidad entre fuerza y deformación. Ley de Hooke.
5. Descripción fenomenológica de la elasticidad. Tensor de elasticidad. Constantes elásticas y módulos de elasticidad.
6. Invariantes del tensor elástico. Efectos de la simetría. Módulo de Young y cizalladura. Propagación de ondas elásticas.
7. Elasticidad de cristales cúbicos. Anisotropía. Elasticidad de cristales tetragonales, hexagonales y romboédricos.
8. Elasticidad de cristales rómbicos, monoclinicos y triclinicos. Isotropía elástica: relaciones de Cauchy.
9. Elasticidad, distancia interatómica y tipo de enlace. Relación entre elasticidad y estructura. Contracción de Poisson.
10. Módulo volumétrico de elasticidad. Relación con la distancia interatómica. Influencia de la temperatura.

11. Compresibilidad de cristales. Superficie de compresibilidad y sistema cristalino. Influencia de la estructura.
12. Deformación plástica. Fenomenología. Curvas de tensión-deformación. Influencia de la velocidad.
13. Líneas y planos de deslizamiento. Razón estructural. Sistemas de deslizamiento cristalino. Laminillas macladas.
14. Relación entre fuerza y régimen de deformación. Flujo plástico. Estado de equilibrio. Creep.
15. Plasticidad y defectos cristalinos. Movimiento de vacancias. Efecto de la temperatura y presión hidrostática. Dislocaciones.
16. Movimiento de dislocaciones. Fuerzas ejercidas sobre una dislocación. Deslizamiento y salto de dislocaciones. Barreras de dislocaciones. Bordes de grano.
17. Mecanismo de flujo plástico a alta temperatura. Efectos de la difusión. Creep. Deformación superplástica. Superplasticidad transformacional.
18. Recristalización: piezocristalización. Nucleación. Emigración de bandas de granos. Recristalización dinámica.
19. Deformación plástica de minerales. Olivino y cianita. Sistemas de deslizamientos. Recuperación y recristalización.
20. Enstatita, diópsido. Sistemas de deslizamiento. Transformaciones de fase por presión.
21. Anfíboles. Micas. Plagioclasas. Efectos de presiones y plasticidad. Cuarzo.
22. Deformación plástica en carbonatos, halita y anhidrita.
23. Estudio de texturas y orientación preferente producida por flujo plástico y recristalización en agregados minerales.
24. Flujo plástico de peridotitas. Anisotropía del manto. Viscosidades. Teoría de placas y superplasticidad. Otros ejemplos geológicos.

## ROCAS DETRITICAS

Profesor don José Pedro Calvo Sorando.

1. Formulación de objetivos y desarrollo del curso. Componentes esenciales de las rocas detríticas. Tipología de granos de cuarzo. Desarrollo histórico del análisis de procedencia en base al cuarzo. Modelo de Basu et al. (1975) y desarrollos posteriores. Análisis de procedencia en base a feldespatos. Problemática del estudio de procedencia en base a feldespatos. Procedencia de fragmentos de roca y micas.
2. Análisis de procedencia en base a minerales pesados. Grupos de minerales pesados. Variables que intervienen en el contenido en minerales pesados en un sedimento. Concepto de tamaño hidráulico equivalente. Técnicas de análisis de minerales pesados. Metodología y tratamiento de datos en el análisis de procedencia de minerales pesados. Ejemplos.
3. Composición de areniscas y tectónica de placas. Modelo conceptual. Desarrollo histórico: aportaciones de Crook, Schwab y Potter. Elementos del análisis modal de areniscas: propuestas y resultados. Modelo de Dickinson y Suczek. Definición de entornos tectónicos.
4. Cratones interiores. Características geotectónicas. Las cuarzoarenitas: composición y aspectos texturales. Modelo genético de cuarzoarenitas de Folk. Basamentos ascendentes. Características geotectónicas. Composición y textura de las arkosas. Tipos de arkosas en los modelos de Krynine y Folk.

5. Arcos magmáticos. Características geotectónicas. Arcos diseccionados y no diseccionados. Composición y textura de las litarenitas. Concepto de grauvasca. El problema de las grauvascas y el problema de la matriz. Panorámica actual de las grauvascas. Orógenos reciclados. Características geotectónicas y diversidad de situaciones dentro del modelo de Dickinson y Suczek. Arenas vulcanoclásticas. Clasificación, alteración y tipos de depósito.
6. Valoración del modelo global de composición de arenas y tectónica de placas. Desarrollos recientes y críticas al modelo. Correlación entre composición química de areniscas y entornos tectónicos. Clasificación de Zuffa de las arenitas híbridas.
7. Lutitas. Definiciones y terminología. Los minerales de la arcilla. Estructura y clasificación. Técnicas de estudio de las arcillas. Evolución de los minerales de la arcilla durante la diagénesis-enterramiento. Parámetros descriptivos de las lutitas. Formación y distribución en sedimentos actuales. Algunos depósitos específicos: caolines, bentonitas, fibrosos, oil shales. Depósitos de loess.
8. Conglomerados y brechas. Parámetros descriptivos de los conglomerados. Clasificación: orto y paraconglomerados. Tillitas. Brechas. Tipos de brechas en la clasificación de Fuchtbauer y Richter.
9. Introducción al estudio textural de rocas detríticas. Análisis del tamaño. Escalas de tamaño. Medidas de tamaño. Parámetros estadísticos. Interpretación de los datos clastométricos. Fundamentos. Desarrollo histórico: modelos de Doeglas y Spencer. Modelo de Visser. Modelo de Riviere. Modelo de Passega. Modelos basados en análisis factorial. Propuestas recientes. Recapitulación, crítica y valoración de la discriminación de ambientes en base al análisis de distribuciones granulométricas.
10. Análisis de la morfología en partículas detríticas. Forma y redondez. Índices de representación. Valor interpretativo de estos parámetros. Tamaño hidráulico equivalente en función de la forma: aplicación a granos de mica. Rasgos de superficie de granos detríticos. Exoscopia del cuarzo. Síntesis de Le Ribault y otros postulados.
11. Propiedades de conjunto de las rocas detríticas. Concepto de fábrica. Orientación, imbricación, empaquetamiento y relaciones grano-grano.
12. Porosidad y permeabilidad en rocas detríticas. Distinción y concepto de porosidad primaria y secundaria. Relaciones de la porosidad primaria con los parámetros texturales y de fábrica. Rasgos generales de la evolución de la porosidad con la compactación. Expresión y medida de la porosidad. Algunos parámetros geotécnicos relacio-

nados con la porosidad. Permeabilidad de rocas detríticas. Relaciones con los parámetros texturales y de fábrica. Medida de la permeabilidad.

13. Mecánica de suelos. Concepto geotécnico de suelo. Propiedades físicas de los suelos. Ensayos geotécnicos. Estados de consistencia de un suelo: límites de Atterberg y su determinación. Clasificación geotécnica de los suelos.
14. Ensayos de compresibilidad de suelos. El ensayo edométrico. Consolidación y compactación de suelos. Ensayos Próctor y Próctor modificado. Resistencia y deformación de suelos. Círculos de Mohr. Ensayos de corte directo. Ensayos triaxiales. Estabilidad de taludes. Conceptos básicos y modelos de cálculo.

## TECNICAS INSTRUMENTALES FISICAS

Profesora doña Sol López de Andrés.

1. Introducción. Análisis mineralógico por métodos físicos. Instrumentos analíticos.
2. Electrónica elemental. Radiación electromagnética y su interacción con la materia. Componentes de los instrumentos para espectros, copia óptica: fuentes de radiación, monocromados, filtros, detectores, procesadores.
3. Métodos de laboratorio de preparación de minerales. Preparación del material. Separación por gravedad. Líquidos pesados. Separación magnética. Separación electromagnética.
4. Técnicas de análisis químicos por métodos físicos.
5. Espectroscopía atómica. Espectroscopía de absorción atómica. Espectroscopía de emisión atómica.
6. Espectroscopía de fluorescencia de rayos X. Instrumentos dispersivos. Instrumentos no dispersivos. Análisis cualitativo y semicuantitativo.
7. Microsonda electrónica. Espectrofotometría plasma. Análisis Mössbauer.
8. Espectroscopía de resonancia magnética nuclear. Aplicaciones del RMN de protones al análisis cuantitativo.
9. Técnicas de análisis molecular y caracterización de sólidos cristalinos.



10. Espectroscopía de absorción infrarroja. Instrumentos. Técnicas para manipular las muestras. Aplicaciones cualitativas y cuantitativas de la absorción infrarroja.
11. Espectroscopía Raman. Instrumentos. Aplicaciones.
12. Difracción de rayos X. Método del polvo cristalino. Asignación de índices a los diagramas de polvo. Determinación de parámetros cristalinos. Relación entre los parámetros de la red, densidad y fórmula química.
13. Microscopía electrónica y difracción de electrones. Microscopía de transmisión. Microscopía electrónica de barrido, scanning. Preparación de muestras. Microscopía óptica.
14. Análisis termodiferencial y termogravimétrico. Aparatos. Aplicaciones.

## TECNICAS INSTRUMENTALES QUIMICAS

Profesor don Alfredo Hernández-Pacheco y Rosso de Luna.

1. Los datos geoquímicos. Fuentes de datos y clases de muestras. Planteamiento del problema geoquímico y esquema de realización. Elección de las muestras y de las técnicas analíticas apropiadas. Técnicas destructivas y técnicas no destructivas. Técnicas químicas y técnicas físicas de análisis. Constituyentes a determinar. Elementos mayores y elementos menores y trazas. Determinación de relaciones isotópicas.
2. Expresión de los resultados analíticos. Muestras estándar o de referencia. Estándares internacionales. Preparación de soluciones patrones. Errores, precisión y exactitud de los resultados analíticos.
3. Toma de muestras. Preparación de las mismas para las distintas técnicas analíticas empleadas. Machacado, pulverización, cuarteado y tamizado. Tipos de machacadoras, molinos y tamices. Problemática de estas operaciones previas.
4. Técnicas analíticas de Vía Húmeda. Descomposición y disolución de la muestra. Muestras silicatadas, menas metálicas y minerales. Tratamiento de sedimentos y suelos. Preparación de las soluciones problema y de las soluciones patrones.
5. Técnicas fotocolorimétricas. Fundamentos e instrumentación.
6. Técnicas espectrométricas de emisión. Fotometría de Llama. Fundamentos e instrumentación.
7. Técnicas espectrométricas de absorción. Espectrometría de absorción atómica. Fundamentos e instrumentación.

8. Técnicas espectrométricas de fluorescencia de rayos X. Fundamentos e instrumentación. Análisis cualitativo. Interpretación de los espectrogramas. Análisis cuantitativo: elementos mayores y menores. Métodos de programación y cálculo para la determinación de concentraciones.
9. Otras técnicas analíticas químicas e instrumentales. Técnicas gravimétricas y volumétricas. Titraciones con EDTA. Técnicas de separación y de extracción en fases inmiscibles.

# PROGRAMAS DE QUINTO CURSO

## ANALISIS PALEOGEOGRAFICO DE CUENCAS

Profesor don Lorenzo Vilas Minondo.

1. INTRODUCCION. La Paleogeografía y la evolución de las cuencas.
2. Métodos de estudio paleogeográfico de cuencas sedimentarias.
3. Determinación de las isocronas en la reconstrucción de cuencas.
4. Las interrupciones sedimentarias y la velocidad de sedimentación.
5. Características hidrodinámicas de las paleocuenas.
7. Diagrama de paleocorrientes.
8. Geometría de los cuerpos sedimentarios.
9. Variaciones de la paleosalinidad, pH y Eh en las paleocuenas.
10. El área madre. Métodos de reconocimiento.
11. RELACIONES SEDIMENTACION-TECTONICA. Factores tectónicos en las paleocuenas.
12. La distribución de las facies sedimentarias en relación con la tectónica de placas.
13. Influencia de la deriva continental en las paleocuenas.
14. Reconstrucción de cuencas molásicas.
15. Reconstrucción de cuencas turbidíticas.
16. CUENCAS CONTINENTALES. Distribución de facies.
17. Influencia de las variaciones climáticas.
18. Reconstrucción de cuencas sedimentarias.
19. CUENCAS MARINAS. Línea de costa.
20. Distribución de facies en cuencas terrígenas.
21. Distribución de facies en cuencas carbonatadas.
22. Reconstrucción de cuencas marinas.
23. EVOLUCION DE CUENCAS. La evolución sedimentaria y las reconstrucciones paleogeográficas.

## EDAFOLOGIA Y FORMACIONES SUPERFICIALES

Profesor don José Luis Goy Goy

1. Concepto de formación superficial. Tipos. Características. Su relación con la Geomorfología.
2. Formaciones superficiales de origen glaciario y periglaciario. Depósitos fluvio-glaciares.
3. Formaciones superficiales de origen fluvial asociadas a cauces definidos. Terrazas. Conos y abanicos aluviales.
4. Formaciones superficiales de origen fluvial asociadas a cauces no definidos. Glacis. Pie de monte. Depósitos superficiales de penillanura.
5. Formaciones superficiales relacionadas con la gravedad. Coluviones. Depósitos debidos a movimientos de masa.
6. Formaciones superficiales de origen eólico. Dunas actuales y fósiles, manto eólico. Loess.
7. Formaciones superficiales de origen marino. Playas recientes y fósiles. Depósitos de pies de acantilado. Cordones y flechas litorales.
8. Formaciones superficiales de origen mixto fluvial-marino: depósitos de albufera, marismas, deltas, estuarios. Formaciones de origen mixto fluvial-gravitacional.
9. Formaciones superficiales de origen lacustre. Turbas. Travertinos. Depósitos varvados.
10. Formaciones superficiales de origen kárstico. Tobas. Arcillas de descalcificación. Terra rossa y terra fusca.
11. Formaciones superficiales de origen físico-químico. Acumulaciones calcáreas no edáficas. Evaporitas. Bauxitas.
12. Formaciones superficiales de alteración. Saprolita. Arenitización.
13. Otros tipos de formaciones superficiales: volcánicas, biógenas y antrópicas.
14. Formaciones superficiales edáficas. Su morfología y constituyentes.

15. Física del suelo. Concepto de textura y estructura. Tipos. La atmósfera del suelo. Micromorfología.
16. Geoquímica del suelo. El complejo de absorción. pH y Eh.
17. Bioquímica del suelo. El humus. Procesos de humificación. Tipos de humus y ecología.
18. Factores formadores de suelos: geológicos, climáticos, geomorfológicos, biológicos y temporales.
19. Procesos formadores de suelos. Procesos simples. Grandes procesos: podsolización, ferralitización, argiluviación, calcificación, pardificación, salinización, alcalinización.
20. Génesis de los suelos. Procesos físico-químicos de la edofogénesis. Las migraciones de los elementos.
21. La evolución de los suelos. Factores del medio. Clímax del suelo. Evolución y edad.
22. Ciclos de evolución antiguos. Paleosuelos y suelos policíclicos. Suelos fósiles. Paleosuelos del Cuaternario.
23. Sistemática de suelos. Primeras clasificaciones. Clasificaciones francesa, de la F.A.O. y americana.
24. Principales tipos de suelos. Suelos poco evolucionados. Suelos poco diferenciados: rankers y andosoles. Suelos calcimagnésicos.
25. Suelos isohumínicos. Vertisuelos. Suelos pardos: suelos pardos y suelos lavados.
26. Suelos podsólicos. Procesos de podsolización. Suelos hidromorfos: pseudogley, stagnogley y gley.
27. Suelos fersialíticos. Suelos ferruginosos. Suelos ferralíticos.
28. Suelos sódicos: salinos y alcalinos. Efecto de las sales en el suelo. Determinación y recuperación.
29. Los grandes dominios edafológicos: ártico, periglacial, templado, subtropical, desértico, tropical y ferralítico. Suelos azonados. Los suelos en la Península Ibérica.
30. Relación suelo-Geomorfología. Génesis de suelos y evolución de las vertientes. Importancia ecológica.
31. Erosión y conservación de suelos.
32. Capacidad de uso de los suelos.
33. Edafología y fertilidad.

## GEOLOGIA DE CORDILLERAS Y CUENCAS ALPINAS

Profesora doña Carmina Virgili Rodón.

1. INTRODUCCION. El Tethis al comienzo del ciclo alpino y su evolución posterior.
2. Las unidades estructurales de la Península Ibérica.
3. LAS CUENCAS TARDIHERCINICAS. La evolución tardihercínica y la sedimentación durante el Pérmico y a comienzos del Mesozoico.
4. DOMINIOS DE PLATAFORMA Y CORDILLERAS INTERMEDIAS. La evolución alpina.
5. La sedimentación durante el Triásico.
6. La sedimentación durante el Jurásico.
7. La sedimentación durante el Cretácico.
8. La Cordillera Ibérica.
9. Los Catalánides.
10. LOS MARGENES CONTINENTALES. El margen mediterráneo y Baleares.
11. El margen cantábrico.
12. El margen atlántico.
13. LOS OROGENOS ALPINOS. El Pirineo.
14. Las Cordilleras Béticas y la depresión del Guadalquivir.
15. LAS CUENCAS TERCARIAS. La cuenca del Ebro.
16. Las fosas neógenas del litoral mediterráneo.
17. Las depresiones terciarias de la Meseta septentrional y meridional.
18. Otras cuencas terciarias.
19. EL CUATERNARIO. La disección y acumulación durante el Cuaternario en la Península.
20. VULCANISMO. El vulcanismo alpino en la Península Ibérica y Canarias.

## GEOLOGIA HISTORICA

Profesor don Juan José Gómez Fernández.

1. Geología Histórica: revisión de sus principios y métodos.
2. GEOCROLOGIA. El tiempo en Geología: geocronología absoluta y relativa.
3. La medida del tiempo en Geología. Métodos de datación.
4. Dataciones basadas en la evolución de los seres. Correlaciones temporales.
5. Dataciones basadas en la desintegración radiactiva: aplicaciones y limitaciones.
6. Dataciones de los fondos oceánicos por paleomagnetismo: aplicaciones. Las dataciones en el Cuaternario.
7. GEOLOGIA HISTORICA DESCRIPTIVA. Evolución geohistórica de la corteza terrestre. Enfoque actual de la Geología Histórica en relación con la tectónica de placas.
8. Los tiempos precámbricos: caracteres generales. Problemas y métodos de estudios. Los escudos precámbricos.
9. El Paleozoico: caracteres generales. Las grandes unidades paleogeográficas al comienzo del Paleozoico.
10. El Paleozoico Inferior del geosinclinal caledoniano y zonas marginales. El Paleozoico Inferior en el geosinclinal herciniano.
11. Las orogenias caledonianas. El Paleozoico entre la orogenia caledoniana y la herciniana. Las series paleozoicas poshercinianas.
12. Revisión de la cronoestratigrafía del Paleozoico. Estratotipos y problemas de límites.

13. La era Mesozoica: caracteres generales. Grandes rasgos evolutivos y paleogeográficos. División cronoestratigráfica.
14. El Triásico en la Mesogea: facies germánicas y alpinas. Discusión cronoestratigráfica del Triásico.
15. El continente de Gondwana. El Triásico en el resto del mundo.
16. El Jurásico de la Mesogea. Los primeros movimientos alpinos. Cronoestratigrafía. El Jurásico en el resto del mundo.
17. El límite Jurásico-Cretácico.
18. El Cretácico de la Mesogea: caracteres generales. Cronoestratigrafía. Rasgos paleogeográficos al final del Cretácico.
19. El Cenozoico: caracteres generales. Las grandes cuencas terciarias europeas. El Cenozoico en el resto del mundo.
20. La orogenia alpina: repercusiones paleogeográficas.
21. El Cuaternario: divisiones y cronología. Aspectos y evolución de la vida en el Cuaternario.



## GEOLOGIA DEL MACIZO IBERICO

Profesor don Miguel Angel San José Lancha.

1. El Macizo Ibérico. Concepto y zonación.
2. El Precámbrico en España. Discusión sobre los diferentes tipos de Precámbrico. Relaciones entre las formaciones precámbricas y el Paleozoico.
3. La zona Cantábrica. Límites. Características. Paleozoico Inferior.
4. El Paleozoico Superior ante-hercínico. La sedimentación postorogénica.
5. La estructura hercínica de la zona Cantábrica.
6. La zona Asturoccidental-Leonesa. Límites. Características geológicas. Estructura y metamorfismo.
7. La sedimentación durante el Paleozoico en la Cordillera Ibérica.
8. El Paleozoico de la Sierra de la Demanda. La estructura hercínica de la Cadena Celtibérica.
9. La zona Centro-Ibérica. Límites. Características. Los materiales preordovícicos: a) el sector Galaico y la Sanabria.
10. La zona Centro-Ibérica: b) los materiales preordovícicos del Sistema Central y regiones limítrofes.
11. La zona Centro-Ibérica: c) los materiales preordovícicos en los Montes de Toledo.
12. La sedimentación postordovícica y del Paleozoico Superior en la zona Centro-Ibérica.
13. Estructura y metamorfismo hercínico de la zona.

14. La zona de Ossa-Morena. Límites y características. El Precámbrico y Cámbrico.
15. La sedimentación poscámbrica y del Paleozoico Superior.
16. Estructura, vulcanismo y metamorfismo hercínicos de la zona.
17. La zona Surportuguesa. Límites y características estratigráficas.
18. Estructura y vulcanismo hercínicos de la zona.
19. Características geológicas de las rocas granitoides del Macizo Ibérico.
20. Características geológicas y económicas del Carbonífero de la Cuenca Central Asturiana. Interés minero en la zona Asturoccidental-Leonesa.
21. Características geológicas de la provincia metalogénica de los Pedroches y de la región de Almadén.
22. La franja piritosa hispano-portuguesa.

## GEOLOGIA MARINA

Profesor don Ramón Vegas Martínez.

1. Objeto de la Geología Marina.
2. Situación en el conjunto de las ciencias de la Tierra y de las ciencias físicas del océano. Perspectiva histórica de la investigación marina.
3. Los océanos en el marco de la Geología. Formación de las cuencas oceánicas. Relación con las áreas de sedimentación global. El modelo de la tectónica actual. Relación continentes-océanos.
4. Métodos directos e indirectos de estudio del fondo de los océanos.
5. ESTRUCTURA Y COMPOSICION DE LA LITOSFERA OCEANICA. Definición. Creación y evolución. Modelo geofísico simple. Parámetros físicos diferenciales. Sección sísmica hipotética.
6. Características petrográficas de las capas 1 y 2.
7. Características petrográficas de la capa 3. Modelo de peridotita serpentinizada. Modelo de material de tipo gabroideo. Modelo combinado.
8. Características del manto superior. Manto superior peridotítico. Manto superior eclogítico. Discusión de las dos hipótesis. Modelo estadístico de Press. Características del «canal de baja velocidad».
9. UNIDADES MORFOESTRUCTURALES DE LAS CUENCAS OCEANICAS Y SU CONTEXTO GEODINAMICO. La relación entre topografía (morfología) y características estructurales de los fondos oceánicos y márgenes continentales. Perspectiva histórica.

10. Dorsales, fosas oceánicas, márgenes continentales y geodinámica de la litosfera oceánica en expansión.
11. Dorsales oceánicas. Topografía y características estructurales. Anomalías magnéticas.
12. Características de las anomalías magnéticas de los fondos oceánicos. Significado e interpretación. Las dorsales como fronteras de placas en crecimiento.
13. Fallas transformantes. Topografía y estructura. Las fallas transformantes como fronteras de placas por deslizamiento horizontal. Tipos de fallas transformantes. Depósitos hidrotermales ligados a estas estructuras.
14. Llanuras abisales. Características topográficas.
15. Sedimentación en cuencas abisales. Tipos de facies pelágicas. Clasificación de sedimentos «profundos»; principales constituyentes. Origen de la «arcilla roja» y de los «nódulos de manganeso».
16. Márgenes continentales. Definición. La subsidencia como factor determinante. Justificación de la subsidencia.
17. Evolución temporo-espacial de los márgenes continentales. Teorías sobre la formación de los márgenes continentales: carga de sedimentos, «creep caliente». El límite entre la litosfera oceánica y litosfera continental.
18. Márgenes continentales en el interior de placas. Definición de márgenes inactivas, características morfológicas, estructurales y sedimentarias. Significado de los márgenes inactivos en la evolución de la litosfera oceánica.
19. Márgenes continentales en fronteras de placas. Definición de márgenes continentales en zonas de consumo de placas. Modalidades de zonas de consumo de placas.
20. Procesos teóricos en un modelo de placa en subducción.
21. Estructura de fosas oceánicas, arcos-isla y cadenas asociadas. Topografía de las fosas oceánicas.
22. Sedimentación en el sistema fosa/arco-isla/margen continental. Relación con el proceso de subducción.
23. Características geofísicas de los márgenes activos a sistema fosa (arco-isla)-continente. Distribución de temperaturas en un modelo de subducción.
24. Anomalías de la gravedad de márgenes activos. Sismicidad. Reflejo de las características geofísicas en las estructuras de superficie.
25. Volcanismo, plutonismo y metamorfismo en el sistema fosa-arco isla.
26. Tectónica vertical y evolución de la sedimentación en las fosas.

27. Crecimiento de litosfera oceánica en las márgenes activas. Mares marginales, estructura y evolución.
28. Deformación compresional en las márgenes activas o zonas de subducción. Comportamiento de la litosfera oceánica en el sistema fosa-arco-isla. Efecto del cambio de buzamiento de la placa oceánica en subducción.
29. MARGENES CONTINENTALES ANTIGUAS. Relación entre geología marina, tectónica de placas y geología continental. Los límites de placas como lugar de acumulación de las pilas sedimentarias enclavadas en las cadenas de montañas.
30. Datos geológicos y geofísicos identificadores de posibles márgenes antiguas.
31. Aspectos estructurales y paleomagnéticos en la determinación de la evolución de los bordes de placas (márgenes continentales).
32. CONCLUSIONES FINALES. Revisión de los aspectos más importantes en la geología marina en relación con la geología continental.
33. Geología en las áreas marinas próximas a la Península Ibérica.
34. El Mediterráneo occidental y su relación con las estructuras del sureste de España.
35. El Golfo de Vizcaya y su evolución temporo-espacial, en el contexto del Atlántico Norte. Características sedimentarias, estructurales y paleomagnéticas.

## GEOQUIMICA DE LOS PROCESOS ENDOGENOS

Profesor don Alfredo Hernández-Pacheco y Rosso de Luna.

1. Sistemas multicomponentes y equilibrios en sistemas. Regla de las fases. Categoría de parámetros: fases, componentes y libertades. Categorías de componentes en el análisis petrogenético de sistemas multicomponentes. Movilidad de los componentes. Potenciales químicos de un componente. Factores de equilibrio y libertades de un sistema.
2. Aplicación de la regla de las fases a sistemas geológicos. Sistemas metamórficos s.s. Sistemas metamórficos s.l. Sistemas metasomáticos. Sistemas magmáticos. Posibilidad de fases en exceso.
3. Tratamiento de un sistema magmático en función de las relaciones entre los componentes. Diagramas binarios de variación. Diagramas ternarios. Diagramas binarios y ternarios con elementos menores. Aplicación a la caracterización de series rocosas ígneas.
4. Cálculos normativos. Diagramas de vectores de Zavaritzkii.
5. Tratamiento de un sistema metasomático: diagramas de potenciales químicos en sistemas multicomponentes. Proyección de los minerales componentes en función de los componentes inertes. Planteamiento y resolución de las ecuaciones de las reacciones. Método de los determinantes. Cálculo de las líneas univariantes. Construcción de los haces de Schreinemaker. Representación de las paragénesis minerales en los espacios divariantes. Construcción de diagramas multihaces.
6. Determinación del carácter isovolumétrico o con variación de volumen en un proceso metasomático. Método de Gressens.
7. Aplicaciones de los diagramas geoquímicos en distintas series de rocas volcánicas. Aplicación de los diagramas de Schreinemaker a procesos metamórficos s.l., metasomáticos y de autometasomatismo.

## HIDROGEOLOGIA BASICA

Profesor don Ramón Llamas Madurga.

1. Introducción.
2. El ciclo hidrológico.
3. Porosidad.
4. El agua en el suelo. Zona saturada y no saturada.
5. Movimiento del agua. Potencial. Ley de Darcy.
6. Medida de la permeabilidad.
7. Ecuación general del flujo en medios porosos.
8. Hidráulica de captaciones.
9. Modelos numéricos de flujo.
10. Características físico-químicas de las aguas subterráneas.
11. Equilibrio químico. Coeficiente de salinidad cinético-químico.
12. Disolución y precipitación. Oxidación-reducción.
13. Adsorción y cambio iónico.
14. Especiación química.
15. Evolución geoquímica de las aguas subterráneas.
16. Hidrología isotópica.
17. Descarga de acuíferos. Manantiales.
18. Recogida de acuíferos. Balances hidrológicos.
19. Relación aguas subterráneas-aguas superficiales.
20. El agua subterránea en los diversos medios geológicos y climáticos.
21. El agua subterránea en los diversos medios geológicos y climáticos (continuación).
22. El agua subterránea en los diversos medios geológicos y climáticos (continuación).
23. Métodos de prospección de aguas subterráneas.
24. Métodos de prospección de aguas subterráneas (continuación).
25. Calidad y contaminación de aguas subterráneas.
26. Gestión de las aguas subterráneas. Ley de Aguas.
27. El agua subterránea en los procesos geodinámicos externos.
28. El agua subterránea en los procesos geodinámicos internos.

## MATERIALES ARCILLOSOS

Profesora doña Mercedes Doval Montoya.

1. Materiales arcillosos. Características generales. Tipos: arcillas especiales. Arcillas cerámicas.
2. Minerales de la arcilla. Estructura. Composición química. Clasificación.
3. Métodos de caracterización. Toma de muestras y su preparación. Difracción de rayos X. Microscopía electrónica. Métodos térmicos. Espectroscopía de Infrarrojo.
4. Propiedades fisicoquímicas. Área superficial. Capacidad de cambio. Propiedades geológicas.
5. Arcillas especiales: caolines. Caracterización. Yacimientos. Aplicaciones.
6. Bentonitas. Caracterización. Yacimientos. Aplicaciones.
7. Sepiolita. Paligorskita. Caracterización. Yacimientos. Aplicaciones.
8. Materiales cerámicos. Composición. Principales aplicaciones.
9. Las arcillas como indicadores paleogeográficos. Procesos que originan la formación de los minerales de la arcilla en los diferentes ambientes sedimentarios. Evolución de los minerales de la arcilla. Influencias de condiciones climáticas. Influencia de los factores tectónicos.
10. Los materiales arcillosos en España. Principales recursos. Producción. Aplicaciones.



## METAMORFISMO

Profesora doña Mercedes Peinado Moreno.

1. Evolución histórica del conocimiento en metamorfismo. Objetivos y metodología.
2. Facies. Grados, discusión. Clasificación geológica del metamorfismo. Nomenclatura de las rocas metamórficas.
3. El metamorfismo de la Península Ibérica. Distribución y características del metamorfismo alpino.
4. ASPECTOS MORFOLOGICOS Y QUIMICOS DE LOS SISTEMAS METAMORFICOS. Texturas de rocas metamórficas. Nucleación y crecimiento en ambientes metamórficos. Forma de los cristales. Orden de cristalización en las rocas metamórficas.
5. Conceptos fundamentales de termodinámica aplicada al metamorfismo.
6. Determinación de la curva de equilibrio de las reacciones. Uso de los datos termodinámicos. Geotermómetros y geobarómetros. Cinética de las reacciones metamórficas.
7. Diagramas composicionales. Uso de los diagramas ACF y AFM. Análisis interpretativo de las paragénesis metamórficas.
8. Transformaciones minerales de metamorfismo progresivo en diferentes litologías. Rocas metapelíticas, I. En grados muy bajo y bajo. Mineralogía tipomórfica. Restricciones composicionales.
9. Rocas metapelíticas, II. En grados medio y alto. Asociaciones con estaurolita. Transición a la facies de las granulitas.
10. Rocas máficas, I. En grado muy bajo. Condiciones de formación de los esquistos azules.

11. Rocas máficas, II. En procesos bajo, medio y alto. Evolución de la mineralogía tipomórfica. Transición a la facies de las granulitas.
12. Rocas metacarbonáticas. Mineralogía. Características. Sistemas experimentales.
13. Rocas margosas. Mineralogía tipomórfica. Sistemas experimentales.
14. Rocas ultramáficas. Mineralogía. Sistemas experimentales.
15. Rocas ferruginosas. Secuencia de transformaciones minerales.
16. Granulitas. Definición. Nomenclaturas. Subfacies definidas por presión y por temperatura. Características mineralógicas y químicas de las rocas de las facies granulitas. Petrogénesis.
17. Eclogitas. Definición. Sistemas experimentales. Tipos de eclogitas y sus condiciones de yacimiento.
18. Ultrametamorfismo. Fusión parcial. Migmatitas. Sistemas experimentales. Condiciones de yacimiento de las migmatitas. Domos néisicos.
19. El papel del metamorfismo en el campo de las materias primas minerales.
20. **METAMORFISMO Y EVOLUCION CRUSTAL.** Metamorfismo de contacto. Sistemática. Ejemplos de aureolas de contacto.
21. Metamorfismo de fondo oceánico. Materiales afectados.
22. Metamorfismo regional orogénico. Características, en función del tipo de orogeno. Ejemplos de cinturones metamórficos.
23. Metamorfismo dinámico y metamorfismo de impacto.
24. Evolución del metamorfismo a lo largo de la historia geológica.

## MODELOS DE SEDIMENTACION

Profesora doña Amparo Ramos Ruiz.

1. Sedimentación aluvial. Clasificación. Tipos de canales. Abanicos aluviales. Sistemas braided, meandriformes, anastomosados. Canales rectos. Modificaciones por variaciones en el régimen de la corriente.
2. Desiertos. Depósitos de zonas áridas. Zonas interdunares. Corrientes efímeras. Retoques eólicos en series fluviales y marinas.
3. Deltas. Deltas dominados por la acción fluvial. Deltas dominados por la acción de las mareas.
4. Costas con sedimentación siliciclástica. Estuarios. Llanuras de marea. Playas. Complejos isla-barrera-lagoon.
5. Plataformas con sedimentación siliciclástica. Controladas por las mareas. Controladas por las tormentas.
6. Rampas carbonatadas. El Muschelkalk catalán.
7. Sedimentación marina profunda: abanicos. Modelos de suprafan, alta y baja eficacia. Eustatismo y abanicos submarinos. Secuencias deposicionales. Slopewedge (cuña de talud) en estratigrafía sísmica.
8. Los modelos de sedimentación en la prospección de recursos naturales. Tipos de cuencas con carbón (de tipo foredeep asimétricos, limitadas por fracturas, intracratónicas). Caracterización y delimitación de reservorios petrolíferos en complejos fluviales, costeros, de plataforma y turbidíticos.

## PALEOBOTANICA

Profesora doña Concepción Alvarez Ramis.

1. Macro y microflora fósil.
2. Principales tipos de fósiles vegetales.
3. Importancia de la morfología en la clasificación de los vegetales fósiles. Sistemática y nomenclatura.
4. Concepto de parataxon. Tipos de parataxones.
5. PALEOFLORA. Vegetales más antiguos que se conocen. Principales grupos fósiles de esquizofitas y talofitas. Líquenes.
6. Briofitas y carofitas fósiles.
7. Cormofitas. Coincidencia entre su aparición y los movimientos orogénicos.
8. Lycophyta. Su distribución cronológica.
9. Sphenophyta y grupos afines. Interés cronológico.
10. Filicophylla. Estudio de frondes filicoides.
11. Pteridophyta. Filloforales y afilloforales. Estudio detallado de las paleopteridales.
12. Pteridospermaphyta (=Cicadofilicinea). Historia e interpretación actual.
13. Cicadophyta. Importancia de estas plantas en el Jurásico/Cretácico.
14. Gynkgophyta. Su evolución. Aplicación estratigráfica de sus variaciones morfológicas.
15. Progynospermas, cordaitales y coníferas. Clamidospermas.
16. Angiospermas fósiles. Teorías sobre sus orígenes.
17. Monocotiledoneas y dicotiledoneas fósiles de interés. Relaciones entre ambos grupos.
18. REGIONES PALEOFLORISTICAS. La flora de Gondwana, Cathaysia y Angara.
19. La flora paleozoica. Vegetación del continente noratlántico.
20. La flora mesozoica. Evolución y diversificación de las angiospermas.
21. La flora del Paleógeno: afinidades con floras intertropicales actuales. Flora neógena: afinidades con las floras templadas actuales.
22. Cambios de la flora cuaternaria en relación con las oscilaciones climáticas. Sus consecuencias sobre la flora actual europea.

## PALEONTOLOGIA ESTRATIGRAFICA

Profesor don Jacinto Talens García.

1. Conceptos y métodos de trabajo en paleontología estratigráfica.
2. Paleobiogeografía. Correlación de facies distintas y de áreas geográficas. Equivalencias faunísticas y florísticas.
3. Criterios paleontológicos para determinar el orden de superposición de los estratos.
4. Los fósiles precámbricos: problemas. Calizas organógenas y fósiles de la Era Arcaica.
5. Caracteres paleontológicos del Paleozoico.
6. Paleontología del Cámbrico.
7. Paleontología propia del Silúrico: las zonas de graptolitos.
8. Caracteres paleontológicos del Devónico.
9. Las floras carboníferas: su sucesión. Introducción a la paleobotánica paleozoica. Paleontología del Pérmico.
10. Caracteres paleontológicos generales de la Era Mesozoica.
11. Paleontología del Triásico.
12. Fósiles característicos del Jurásico. Zonas de ammonites.
13. Fósiles característicos del Cretácico. Faunas de rudistas. Los equínidos.
14. Caracteres paleontológicos generales de la Era Terciaria. La micropaleontología.
15. Paleontología del Paleógeno. Los nummulites y orbitoides.
16. Paleontología del Neógeno marino.
17. Caracteres paleontológicos del Cuaternario marino. Faunas continentales de mamíferos.

## PALEONTOLOGIA HUMANA

Profesor don Francisco Alférez Delgado.

1. Introducción a la paleontología humana: concepto y delimitación de esta disciplina. Problemática y relación con otras ciencias. Metodología. Bibliografía básica.
2. El orden de los primates. Diagnósis y tendencia evolutivas. Estudio del cráneo de los primates: caracteres y tendencia que los singularizan. La mandíbula. Caracteres de la dentición.
3. Origen y diversificación de los primates. Sistemática. Los prosimios y sus radiaciones en el Paleógeno. Principales grupos de prosimios.
4. Suborden simios o antropoideos. Caracteres y discusión taxonómica. Platirrinos o Ceboidea: distribución estratigráfica. Cercopitécidos fósiles de España.
6. Superfamilia Hominoidea o antropomorfos. Discusión sistemática. Antropomorfos oligocenos: el yacimiento de El Fayum; estratigrafía y hallazgos.
7. Antropomorfos miocenos. Formas fósiles de Africa y Eurasia. Filogenia de hilobátidos y pongidos. El género *Dryopithecus* y afines; extensión geográfica y distribución estratigráfica. *Procónsul*, *Gigantopithecus*, *Hispanopithecus*. Discusión filogenética.
8. Familia Hominidae. La cuestión del *Oreopithecus*. Homínidos miocenos. *Ramapithecus* y *Kenyapithecus*. Discusión filogenética.
9. Subfamilia Homininae (Homínidos plio-cuaternarios). Sistemática y caracteres diferenciales. El género *Australopithecus*: yacimientos y hallazgos.

10. Australopithecus. Diagnósis. Discusión sistemática y filogenética. Etología y Ecología. Cronología de Australopithecus.
11. El género Homo. Diagnósis. Especie y sinonimias. Homo habilis: restos fósiles. Discusión y posible posición filogenética.
12. Homo erectus. Caracteres diagnósticos. Subespecies o poblaciones. Yacimientos de Asia, Africa y Europa. Cronología de Homo erectus.
13. Homo sapiens: diagnóstico y división subespecífica. Tipos primitivos de Africa y Asia. Problemática.
14. Primitivos Homo sapiens de Europa. Distribución estratigráfica. Montmaurin, Swanscombe, Steinheim y otros. Problemática.
15. Homo sapiens neandertalensis. Formas primitivas o pre-würmienses: Gibraltar I, Ehringsdorf, Krapina, etc. Su problemática.
16. Neandertales típicos o würmienses. Principales descubrimientos europeos. Caracteres de este grupo. Neandertales españoles.
17. Formas fósiles de tipo Homo sapiens. Principales razas fósiles de Europa. Cro-Magnon, Chancelade, Grimaldi, etc.
18. Culturas del Paleolítico Inferior. Industrias olduvayense, abbevillense, clactoniense y achelense.
19. Culturas del Paleolítico Medio. Industrias musterienses. Otras culturas.
20. Culturas del Paleolítico Superior. Industrias auriñaciense, solutrense y madgaleniense.
21. Aplicación de la Geología y Paleontología al estudio de los yacimientos prehistóricos. Los sitios de ocupación.

## PALEONTOLOGIA DE MAMIFEROS

Profesora D.<sup>a</sup> Nieves López Martínez.

1. Caracteres generales. Osteología. Dentición: unidad de plan tribosfénico y adaptaciones alimenticias. Clasificación. Los mamíferos actuales. Diversidad y variabilidad.
2. Análisis de la variabilidad. Variabilidad ontogenética, sexual, geográfica. Estudios multivariantes de la variabilidad. Agrupaciones taxonómicas: la especie.
3. Agrupaciones supraespecíficas. Clasificación y escuelas sistemáticas. Sistemática genética y taxonomía numérica. Sistemática filogenética. Modelos de reconstrucción de filogenias. Sistemática clásica. Líneas evolutivas.
4. Modos de evolución. Anagénesis y cladogénesis. Especiación filética y especiación geográfica. Relaciones ancestro-descendiente. Ortoselección. Extinción filética y en masa. Ley de Van Valen.
5. Tiempos de evolución. Tasas evolutivas y renovación. Uniformitarismo/gradualismo vs. catastrofismo/puntuacionismo. Origen de los grandes grupos. Heterobotmia. Conceptos de plesión y transiens.
6. Paleobiogeografía. Métodos de agrupaciones corológicas. Análisis de semejanzas. Delimitación de regiones. Escuelas de biogeografía histórica: clásica, filogenética, panbiogeográfica, cladística de áreas. Paleobiogeografía y deriva continental.
7. Bioestratigrafía. Métodos de zonación y correlación bioestratigráfi-



- ca. Utilidad de los mamíferos en Bioestratigrafía. Problemática de la bioestratigrafía continental. Biocronología y correlaciones biocronológicas. Edades de mamíferos. Correlaciones marino-continetales.
8. Mamíferos mesozoicos. Allotherios. Prototherios. Terios de grado intermedio. Origen de marsupiales y placentados.
  9. Metaterios. Caracteres generales y origen de Marsupiales. Radiación convergente. Clasificación y registro fósil.
  10. Euterios primitivos. Insectívoros y grupos afines. Quirópteros. Dermópteros. Estrategias aéreas de los mamíferos. Evolución y registro fósil.
  11. Roedores. Radiación y principales subórdenes. Evolución y registro: aplicación en Bioestratigrafía. Lagomorfos.
  12. Creodontos, Carnívoros y Pinnípedos. Caracteres generales y tendencias evolutivas. Clasificación y registro fósil. Distribución.
  13. Ungulados 1. Caracteres generales, modo de vida; diversidad e importancia ecológica. Clasificación y registro fósil. Condilartros: características principales e historia evolutiva. Ungulados sudamericanos (Notungulados, Litopternos, Astrapoteros, Piroterios y Xenungulados): radiación y extinción.
  14. Ungulados 2. Penungulados: pantodontos, dinocerados, sirénidos, desmostílidos, proboscídeos. Caracteres generales. Modo de vida. Evolución y distribución.
  15. Ungulados 3. Perissodáctilos. Características evolutivas. Diversificación. Clasificación.
  16. Ungulados 4. Artiodáctilos I. Características, clasificación, diversificación. Evolución y registro fósil. Artiodáctilos no rumiantes. Artiodáctilos primitivos. Suiformes.
  17. Ungulados 5. Artiodáctilos II. Rumiantes. Diversidad y clasificación. Evolución y registro fósil. Filogenia y distribución geográfica.
  18. Ordenes de relaciones dudosas. Ungulados africanos: hiracoideos, embritópodos, tubulidentados. Otros mamíferos. Desdentados y folidotos. Distribución y registro fósil. Tendencias evolutivas de cada grupo. Propuestas filogenéticas.
  19. Primates I. Introducción al orden primates. Caracteres diagnósticos. El origen de los primates. Formas fósiles antiguas. El problema de los Tupaioidea. Radiación inicial de los primates. Plesiadapoidea. Lemuroidea. Adápidos y omómyidos. Tarsioidea. Caracteres generales. Diversificación y clasificación. Distribución y modo de vida. Tendencias evolutivas y propuestas filogenéticas.
  20. Primates IV. Antropoidea. Origen de los primates superiores. Pla-

tirrinos: caracteres diagnósticos. Origen y distribución. Catarrinos. Cercopitécidos fósiles. Radiación del viejo mundo. Origen y relaciones: oreopitécidos, hilobátidos, póngidos y dryopitecinos. Anatomía y biología de los póngidos modernos. Propuestas filogenéticas y bioquímicas. Registro fósil.

21. Primates V. Homínidos 1. Caracteres de la familia y géneros incluidos en ella. Los homínidos del Mioceno: ramapithecus y formas asociadas. Australopitecinos. Caracteres generales y especies que se incluyen en el grupo. Distribución. Inferencias sobre el modo de vida. Relaciones filogenéticas.
22. Primates VI. Homínidos 1. Antropogénesis: caracteres morfológicos de los hombres primitivos y clasificación. Distribución. Inferencias sobre el modo de vida y culturas asociadas. Relaciones filogenéticas de los pitecantropinos. Origen de Homo sapiens. Las razas de Campbell. Reemplazamientos y principales migraciones.

## PALEONTOLOGIA DE VERTEBRADOS INFERIORES

Profesora doña Nieves López Martínez.

1. Concepto. Objeto de estudio. Principios y métodos de la paleontología de vertebrados. Divisiones. Historia de la paleontología de vertebrados. Cuvier. Los paleontólogos de vertebrados en Europa. La paleontología de vertebrados dentro de la teoría evolutiva. La paleontología de vertebrados en América. Tendencias actuales. La paleontología de vertebrados en España. Principales instituciones.
2. Preservación de los vertebrados en el registro fósil. Información contenida en los vertebrados fósiles. Análisis de los restos y reconstitución. Yacimientos. Técnicas de excavación. Restauración. Reproducciones y moldes. Proceso de datos. Fases de un estudio. Presentación de los resultados.
3. Osteología I. Estructura del tejido óseo. Clases de tejido óseo y sus relaciones. Variaciones estructurales. Diseño y tipos de huesos. Organización del esqueleto. Esqueleto craneal. Dentición: odontología comparada y tipos de alimentación.
4. Osteología II. Esqueleto postcraneal. Elementos que lo componen. Diferenciación vertebral. Tipos de articulaciones. Dinámica de la locomoción: natación, marcha ápoda, carrera, vuelo. Límites de talla.
5. Anatomía funcional. Reconstrucción de mecanismos del esqueleto de los vertebrados fósiles. Estudios sobre eficacia biológica. Interpretación de estructuras sin representación actual.

6. Tafonomía y Paleoecología. Tipos de acumulaciones de vertebrados: necrocinesis y escatocinesis. Reconstrucción de paleocomunidades y relaciones tróficas. Icnología.
7. Origen de los cordados. Caracteres generales del filum. División y relaciones con otros filums. Registro fósil de los cordados. Conodontocordados.
8. Agnatos. Ciclóstomos. Ostracodermos: caracteres generales y clasificación. Propuesta de filogenia. Modo de vida. Relaciones con los vertebrados modernos.
9. Placodermos. Anatomía y clasificación. Importancia ecológica y evolutiva.
10. Condrictios I. Tipos de organización: dentición, suspensión craneal, extremidades. Clasificación. Condrictios primitivos del Paleozoico: protoseláceos.
11. Condrictios II. Condrictios modernos. Euseláceos. Holocéfalos. Evolución basada en el registro fósil.
12. Osteictios I. Acantódicos. Caracteres anatómicos. Afinidades con otros pisciformes. Generalidades sobre osteictios: osteología, dentición, escamas; clasificación; origen de los osteictios. Filogenia, aparición e importancia en el registro fósil.
13. Osteictios II. Actinopterygios. Caracteres comunes y tendencias evolutivas. Clasificación y registro fósil.
14. Osteictios III. Sarcopterygios. Caracteres generales. Dipnoos. Crossopterygios. Caracteres distintivos y evolución; clasificación: celacantos y ripidistios. Propuestas de filogenia.
15. Anfibios I. Origen de los vertebrados terrestres. Caracteres generales y peculiaridades fisiológicas de los anfibios. Clasificación. Evolución y registro fósil.
16. Anfibios II. Laberintodontos y lepospóndilos. Anatomía, locomoción, modo de vida. Clasificación y registro fósil. Propuesta de filogenia. Relaciones con los primitivos grupos de reptiles.
17. Anfibios III. Lissanfibia. Caracteres generales. Clasificación. Relaciones con los anfibios paleozoicos. Evolución y registro fósil.
18. Reptiles I. Caracteres generales. Clasificación general. Criterios de agrupación. La transición anfibio-reptil; modificaciones esqueléticas y diversificaciones del grupo.
19. Reptiles II. Anápsidos. Grupos basales: los cotylosaurios como anfibios. Captorhinomorfos. Quelonios: caracteres generales, clasificación. Origen de las tortugas. Radiación adaptativa de los quelonios. Tortugas fósiles españolas.
20. Reptiles III. Sinápsidos. Caracteres generales y tendencias evoluti-

- vas. Clasificación. Pelicosaurios. Terápsidos; diversificaciones y evolución. Origen de los mamíferos.
21. Reptiles IV. Euriápsidos. Caracteres generales y principales adaptaciones. Sinaptosaurios. Ictiosaurios. Anatomía. Biología y registro fósil. Otros reptiles acuáticos de clasificación incierta. Mesosaurios.
  22. Reptiles V. Arcosaurios 1. Caracteres generales de los reptiles diápsidos. Radiación adaptativa. Tecodontos. Cocodrilos. Pterosaurios.
  23. Reptiles VI. Arcosaurios 2. Dinosaurios. Saurisquios y ornitisquios. Adaptaciones peculiares e inferencias sobre su fisiología y modo de vida. Estructuración de las comunidades de dinosaurios. Extinción de los dinosaurios.
  24. Reptiles VII. Lepidosaurios. Caracteres generales. Modificaciones craneales y locomotoras. Clasificación. Registro fósil y diversificación.
  25. El origen de las aves. Caracteres generales. Modificaciones en la transición reptil-ave. Arqueornitas. Ancestros propuestos para la clase aves. Análisis filogenético.
  26. Paleornitología. Caracteres generales de neornitas y enantiornitas. Clasificación de las aves y aparición en el registro fósil. Filogenias posibles.

## PLUTONISMO

Profesor don Carlos Villaseca González.

1. Introducción. Relaciones entre plutonismo y volcanismo (aspectos físicos y composicionales). Tipos intrusivos en asociaciones plutónicas, volcánicas y diatrémicas.
2. DINAMICA DE MAGMAS. Areas fuentes de magmas. Factores de la fusión parcial. El magmatismo terrestre. Magmas primarios (fusión parcial en un sistema eutéctico ternario).
3. Procesos de fusión. Fusión parcial en el manto superior (sistemas basáltico-gabroideos). Fusión parcial de la corteza e interacciones manto-corteza.
4. Segregación de magmas. Capilaridad y permeabilidad. Flujo de un medio poroso-permeable.
5. Propiedades dinámicas de los magmas. Viscosidad y densidad de rocas, vidrios y líquidos silicatados. Segregación gravitacional.
6. Ascenso magmático. Boyancia de magmas. Flujos magmáticos estables y convectivos. Tipos de flujo.
7. Mecanismos de ascenso magmático: diapirismo, stoping magmático y fusión de zonas. Ascenso diatrémico. Transporte magmático en zonas de distensión.
8. Emplazamiento plutónico. Arquitectura de los plutones. Plutones diapíricos. Plutones con stoping activo. Plutones de subsidencia (anulares o centrados). Batolitos y complejos intrusivos.

9. DIFERENCIACION MAGMATICA. Fraccionamiento de fases líquidas: difusión, convección e inmiscibilidad. Fraccionación por fusión. Diferenciación por cristalización magmática. Asimilación magmática por contaminación o mezcla.
10. Los elementos traza en procesos ígneos. Coeficientes de distribución. El comportamiento específico de los elementos de las tierras raras. Modelos de fusión parcial. Modelos de cristalización fraccionada.
11. Los isótopos en petrología ígnea. Isótopos de estroncio. Diagramas binarios con  $\text{Sr}^{87}/\text{Sr}^{86}$  inicial. Isótopos del neodimio. Isótopos del plomo. Isótopos del oxígeno.
12. ASOCIACIONES PLUTONICAS. Tipos de asociaciones graníticas. Granitos de áreas oceánicas (granitos M). Granitos de márgenes continentales y cinturones orogénicos (granitos I y S).
13. Las rocas graníticas del Macizo Ibérico. Los granitoides de la Sierra de Guadarrama (I): petrología y minerales fundamentales y accesorios. Condiciones de formación.
14. Los granitoides de la Sierra de Guadarrama (II): geoquímica de elementos mayores, trazas y tierras raras. Datos isotópicos y geocronología. Hipótesis petrogenéticas.
15. Los cortejos filonianos de áreas plutónicas. Pórfidos y lamprófidios. Los redes filonianas del Sistema Central español.
16. Los granitos calcoalcalinos potásicos. Tipos principales de granitoides tardiorogénicos y anorogénicos: los granitos complejos anulares (granitos A).
17. Los complejos plutónicos y subvolcánicos alcalinos subsaturados y sobresaturados de las Islas Canarias.
18. Complejos básicos y ultrabásicos anorogénicos de áreas continentales. Sills y diques doleríticos. Intrusiones estratiformes.
19. Complejos ultrabásicos de emplazamiento tectónico (peridotitas alpinas): el ejemplo de las peridotitas de Ronda.
20. Los macizos precámbricos de anortositas y plutones básicos y ácidos (granitos rapakivi) asociados.

## PROCESOS POSTSEDIMENTARIOS

Profesora doña Rafaela Marfil Pérez.

1. Definición. La diagénesis en el ciclo petrogenético. El concepto de las distintas escuelas. La anquizona. Nomenclatura y zonación de la diagénesis.
2. Características físico-químicas de la diagénesis: tiempo, presión, temperatura. Variaciones de los valores de Eh y pH en la diagénesis. Fenómenos de adsorción iónica y difusión.
3. El agua en la diagénesis. Origen, movilidad, cambios físicos y cambios químicos.
4. Estabilidad mineralógica: comportamiento de las principales especies minerales: cuarzo, feldespatos, micas, minerales de arcilla, etc. Autigénesis.
5. Procesos diagénéticos. Compactación. Cementación: naturaleza y génesis de los cementos. Texturas de los cementos. Criterios de reconocimiento del orden de cementación. Decementación.
6. Procesos diagenéticos. Presión-solución (contactos intergranulares, deformaciones, roturas). Recristalización (procesos de blastesis). Porosidad-permeabilidad.
7. Procesos diagenéticos. Metasomatismo: silicificación, dolomitización, fosfatización y sideritización.
8. Estructuras diagenéticas eogenéticas (grietas de desecación, bioturbación, etc.), mesogenéticas (estilotitos, concreciones «cone in cone», etc.) y telogenéticas (círculos de Liesegang, travertinos, etc.).
9. Diagénesis de conglomerados. Diagénesis de areniscas. Cambios físico-químicos: precipitación, disolución y recristalización.
10. Diagénesis de areniscas. Secuencia de las transformaciones minerales. Procesos de cementación. Cementación carbonática. Cementación silícea. Cementación en relación con la profundidad de enterramiento. Otros cementos.



11. Diagénesis de areniscas. El origen postdeposicional de la matriz de algunas areniscas. Criterios texturales de Dickinson para el reconocimiento del origen de la matriz de las areniscas pobres en cuarzo. Alteración de las areniscas pobres en cuarzo. Alteración de las areniscas volcanosedimentarias.
12. Diagénesis de rocas pelíticas. Cambios químicos y mineralógicos. Mecanismos y modelos de compactación. Cambios textoestructurales con el enterramiento.
13. Diagénesis de rocas pelíticas. Cambios químicos y mineralógicos. Mecanismos y modelos de compactación. Cambios textoestructurales con el enterramiento.
13. Diagénesis de carbonatos. Procesos en ambiente meteórico: caracteres textoestructurales y mineralógicos. Procesos en ambientes submarinos: caracteres textoestructurales y mineralógicos. Procesos en ambiente profundo: caracteres textoestructurales y mineralógicos.
14. Diagénesis de las evaporitas. El concepto de metamorfismo en evaporitas. Reacciones de hidratación-deshidratación. Disolución. Reacciones de recristalización. Procesos de reducción de sulfatos. Diapirismo.
15. Diagénesis de las rocas silíceas. Comportamiento de la sílice en la diagénesis: origen, disolución, transporte y mecanismos de precipitación. Caracteres mineralógicos y texturales de las formaciones tipo sílex y afines. Diagénesis de las rocas silíceas organógenas.
16. Diagénesis de los depósitos de hierro. Estabilidad mineralógica: óxidos (goethita, hematites), carbonatos (siderita), silicatos (chamosita, greenalita y glauconita) y sulfuros (pirita, marcasita). La diagénesis en el problema de los «lechos rojos». Diagénesis de los depósitos de manganeso sedimentarios.
17. Diagénesis de la materia orgánica. Procesos bacterianos. El sistema C-N-S-H-O.
18. Diagénesis de las rocas orgánicas (carbón y petróleo). Turbificación. Carbonización. Evolución y destrucción del petróleo.
19. Interés económico de los procesos postdeposicionales. Control de circulación y almacenamiento de fluidos (gases, agua, petróleo). Yacimientos minerales: su formación y evolución durante la diagénesis.
20. Síntesis de los criterios (cristaloquímicos, mineralógicos, texturales, etc.) que permiten establecer el grado de diagénesis alcanzado por un sedimento.

## PROSPECCION GEOQUIMICA

Profesora doña María José Pellicer Bautista.

1. Introducción. La geoquímica en exploración mineral. Escalas y medios de muestreos. Historia. Estatus presente. Campos relacionados con la geoquímica aplicada. Bibliografía.
2. El ambiente primario. Distribución de los elementos en rocas y minerales. Halos primarios y dispersión primaria. Indicadores y concepto de Clarke. Provincias geoquímicas. Asociaciones geoquímicas.
3. El ambiente exógeno. Meteorización química. Meteorización física. Factores ambientales que afectan a la meteorización. Aplicación del Eh y pH. Absorción. Movilidad en el medio exógeno.
4. Métodos analíticos. Modo de aparición de los elementos traza en los sólidos. Preparación de la muestra para análisis. Absorción atómica. Colorimetría. Espectrografía de emisión. Plasma ICP. Fluorescencia de RX. Otros métodos. Sumario de los métodos analíticos. Estándares.
5. Dispersión primaria. Geoquímica de roca. Exploración a escala regional de depósitos asociados a rocas plutónicas. Discriminación entre intrusiones productivas y estériles. Identificación de granitos estanníferos. Importancia de la relación Rb/Sr en la prospección mineral. Dispersión primaria a escala de detalle. Halos geoquímicos. Alteraciones en la roca de caja.
6. Dispersión física. Minerales resistentes. Batea. Mineralometría.

7. Sedimentos de drenaje. Fuentes y áreas de infiltración. Sedimentos de lecho activo. Sedimentos de llanuras de inundación. Sedimentos de lagos. Sedimentos marinos.
8. Hidrogeoquímica. Generalidades. Modo y aparición de los elementos. Factores que afectan a la composición de las aguas naturales. Persistencia de la anomalía. Problemas de este tipo de prospección.
9. Prospección en suelos. Formación de suelos. Desarrollo del perfil del suelo. Factores que afectan a la formación de un suelo. Taxonomía de suelos. Anomalías en suelos residuales. Anomalías en suelos transportados. Problemas de contaminación. Operaciones de campo: desmuestre. Interpretación de los datos. Reconocimiento de anomalías no significativas. Distinción entre anomalías laterales y suprayacentes.
10. Prospección en gases. Propiedades de los gases y unidades de medida. Fuente de los gases naturales. Movimiento de los gases. Aplicaciones de la geoquímica de gases: exploración de sulfuros, de uranio, de petróleo, localización de fallas, predicción de terremotos y erupciones volcánicas. Técnicas de prospección en gases: gas del suelo, agua, trampas de gas y aire atmosférico.
11. Prospección en plantas. Influencia de la materia mineral en las plantas. Anomalías biogeoquímicas. Variación entre especies de plantas. Variación entre distintas partes de las plantas. Técnicas de prospección biogeoquímica. Indicadores geobotánicos.
12. Aplicaciones de las técnicas de prospección geoquímica a otros campos.

## ROCAS CARBONATICAS Y SALINAS

Profesor don José Andrés de la Peña Blasco.

1. ROCAS CARBONATICAS. Mineralogía físico-química de los carbonatos marinos y continentales.
2. Principios de sedimentación de carbonatos. Requisitos de formación en ambientes marino y continental.
3. Microfacies deposicionales: definición. Elementos constituyentes. Interpretación. Tipos estándar de Wilson.
4. Transporte y deposición de los aloquímicos. Criterios de caracterización de aloctonía (selección, redondez, etc.). Madurez textural.
5. Estructuras deposicionales: laminaciones algares (estromatolitos, oncoides...). Edificios bioconstruidos. Estromatactis. Estructuras hidrodinámicas.
6. Procesos y ambientes postdeposicionales. La diagénesis en el tiempo: ecogénesis, mesogénesis y telogénesis. La diagénesis en el espacio: continental y marina. Degradación de carbonatos (biológica, química y mecánica).
7. Disoluciones. Estabilización mineralógica (transformación aragonito-calcita, etc.). Cementación: tipos de cementos y su origen. «Hardgrounds». Sedimentación interna.
8. Procesos de neomorfismo (microesparitización y pseudoesparitización). Criterios petrográficos de distinción entre esparitas y pseudoesparitas. Procesos de solución por presión.

9. Estructuras postdeposicionales: bioturbación, «keeppees», concreciones, «cone in cone», estilolitos.
10. Procesos de reemplazamiento. Dolomitización: definición, pruebas de su existencia, factores físico-químicos, selectividad, características petrográficas.
11. Modelos de dolomitización (reflujo deslizante, bombeo evaporítico, Dorag, etc.) Dedolomitización. Silicificación.
12. Aspectos de interés económico. Porosidad y permeabilidad: clasificación de Choquette y Pray. Su interés como roca almacén de petróleo y su relación con mineralizaciones estratiformes.
13. ROCAS SALINAS. Tipos de cuencas salinas: continentales y marinas. Mecanismos de formación. Características hidroquímicas.
14. Factores que controlan la halogénesis: influencia de la temperatura, concentración total de la solución, relaciones cuantitativas de las sales en solución. Mecanismos físico-químicos de la halogénesis.
15. Etapas del desarrollo de una cuenca continental y su halogénesis: tipo carbonatado-sódico, tipo sulfatado y tipo clorurado.
16. La halogénesis marina. Clasificación de los depósitos y sus factores petrológicos.
17. Tipos de transformaciones que pueden sufrir los sedimentos salinos: predeposicionales, sinsedimentarias, diagenéticas, alteraciones superficiales. El problema diagénesis-metamorfismo.
18. Fases del ciclo yeso-anhidrita: sedimentación, anhidritización, yesificación. Mecanismos de hidratación-deshidratación. Ambientes actuales de precipitación de  $\text{SO}_4\text{Ca}$ .
19. Elementos menores en los depósitos salinos: bromo, estroncio, boro, etc. Componentes isotópicos. Los minerales de arcilla en los depósitos salinos.
20. Las rocas salinas en España. Depósitos actuales marinos y continentales. Depósitos antiguos: sales sódicas, sales potásicas, etc. Interés económico de los depósitos salinos.

## SISTEMAS MORFOGENETICOS

Profesora doña Caridad Zazo Cardeña.

1. Concepto de Geomorfología, su historia y relación con otras ciencias de la Naturaleza. Estado actual de la Geomorfología.
2. Los grandes apartados de la Geomorfología. Geomorfología dinámica, geomorfología litológica, geomorfología estructural, geomorfología climática, paleogeomorfología y geomorfología aplicada.
3. Métodos de estudio en Geomorfología. Representación de las formas de relieve y su clasificación. Análisis cartográfico y morfométrico. Observación de los procesos activos y las formas resultantes. Análisis de los sedimentos. Análisis estadísticos. Modelos teóricos y experimentales.
4. GEOMORFOLOGIA DINAMICA. SISTEMAS MORFOGENETICOS ENDOGENOS. Análisis de los factores generadores del relieve. Factores endógenos y factores exógenos. Los agentes morfológicos fundamentales. Relación proceso-agente-forma.
5. Procesos de formación de las cordilleras. Tipos de relieve global y movilidad cortical. Márgenes de placas en construcción y destrucción. Movimientos intraplacas. Movimientos epirogénicos e isostáticos. Procesos volcánicos y sísmicos.
6. Procesos volcánicos y sísmicos. Actividad volcánica. Productos emitidos por los volcanes: gaseosos, líquidos (lavas y sus tipos) y sólidos (bombas, lapilli, escoria, cenizas, etc.). Tipos de erupciones. Naturaleza de los movimientos sísmicos. Efectos de los terremotos.

7. Procesos neotectónicos. Movimientos corticales recientes. Datos a tener en cuenta. Evidencias geomorfológicas.
8. SISTEMAS MORFOGENETICOS EXOGENOS. Modelado glaciar. Propiedades físicas del hielo. Transformación de la nieve en hielo: diagénesis por fusión local, sublimación y deformación plástica. Clasificación de los glaciares según sus propiedades térmicas, posición geográfica y características geomorfológicas.
9. Dinámica del hielo glaciar: deformación del hielo y deslizamiento basal. Los procesos de erosión glaciar: formas y paisajes glaciares (circos, valles, etc.). Mecanismos del transporte glaciar.
10. El proceso de deposición glaciar y periglaciar. Consideraciones generales. Drumlins y morrenas. Eskers, kames, sandur. Depósitos de lagos glaciares marginales: varvas y su posibilidad de datación.
11. Las glaciaciones cuaternarias. Su origen y problemática. Distribución espacial en Europa y América. Fases glaciales e interglaciales. El clima durante un período glacial. Problemas cronológicos. Glaciarismo cuaternario en España.
12. Problemas periglaciares. Mecanismos del hielo en el suelo. Régimen térmico del permafrost y el mollisuelo. Expansión y degradación del permafrost. Gelivación.
13. Estructuras en formaciones superficiales periglaciares. Ciroturbaación. Fenómenos de tixotropía o solifluidales. Figuras geométricas: cerradas y abiertas. Elevaciones y abombamientos amorfos. Hundimientos y depresiones de origen periglaciar: criokarst o termokarst.
14. Depósitos de origen periglaciar. De geliflujión: vertientes modeladas por la geliflujión y su evolución. Vertientes modeladas por la gravedad. Derrubios ordenados. Coladas de bloques. El modelado de los valles periglaciares. Depósitos eólicos periglaciares: loess.
15. Modelado eólico. Principios físicos de la dinámica eólica. La erosión y el transporte por el viento. Formas de erosión eólica: tafonis, rocas fungiformes, yardangs, pavimentos desérticos, ventifactos y depresiones de deflación. La erosión eólica y los suelos. Repartición climática del medio eólico.
16. Los depósitos eólicos. Mecanismos genéticos y formas resultantes. Las llanuras de arenas. Las dunas: elementos y tipos. Las acumulaciones eólicas litorales: ejemplos españoles de complejos dunares (Doñana).
17. Procesos lacustres y palustres. Factores que controlan la dinámica lacustre: tamaño y forma de la cuenca, clima, salinidad, temperatura y densidad. Tipos de lagos. Procesos lacustres: físicos, químicos y biológicos. Procesos palustres.

18. La sedimentación lacustre y palustre. Sedimentación detrítica: depósitos de zonas marginales y de zonas profundas. Modelo. Sedimentación química y bioquímica: lagos salinos y lagos carbonatados. Sedimentación orgánica. Interés económico.
19. GEOMORFOLOGIA LITORAL. Dinámica litoral. Conceptos básicos de hidrodinámica en la zona costera. Olas: parámetros y génesis. Las mareas: causas y tipos. Las corrientes costeras: corrientes de flujo y reflujo, corrientes paralelas a la costa. El fenómeno de la deriva litoral.
20. Erosión marina. Procesos mecánicos y químicos. Formación de acantilados y su evolución. Las plataformas de erosión: su morfología ligada a la litología y estructura. Los bancales de oleaje. Los socaves. El transporte de los materiales.
21. Sedimentación litoral y edificios sedimentarios costeros. Las playas. Las flechas y cordones litorales. Los deltas: morfología y ambientes sedimentarios. Los estuarios. Ejemplos característicos de costa española.
22. Clasificación de las costas. En función del rango y amplitud de marea: costas micromareales, mesomareales y macromareales. En función de su origen y desarrollo: costas de inmersión, emersión, neutras, de fractura y compuestas. Costas con edificios coralinos.
23. Variaciones de las líneas de costa. Su evolución en el tiempo como consecuencia de las oscilaciones del nivel del mar. Formas erosivas y de depósito indicadoras de transgresiones y regresiones. Relaciones eustasia-isostasia-geoide-tectónica en las variaciones del nivel del mar.
24. Procesos biogénicos. Edificaciones de algas, corales y briozoos. Naturaleza de los arrecifes coralinos. Condiciones necesarias para su formación. Tipos de arrecifes: costeros, de barrera y atolones. Otras acciones biogénicas. Acumulaciones de materia orgánicas: sapropeles y turbas.
25. GEOMORFOLOGIA CLIMATICA. La influencia del clima en el modelado. Morfoclimatología. Sistemas morfoclimáticos y morfogenéticos. Los diagramas de Peltier y Wilson: su aplicación a modelos morfológicos del pasado.
26. Sistema morfoclimático glaciar. Dominio climático. Mecanismos morfogenéticos fundamentales. Formas de erosión características: Circos y valles glaciares. Formas menores. Formas debidas a la sedimentación glaciar: llanuras de till, campos de drumlins, crestas morrénicas.
27. Sistema morfoclimático periglaciar. Noción y alcance del dominio



- periglaciario. El medio climático periglaciario. Acciones y procesos morfogenéticos dominantes. Formas de erosión y depósito. Evolución del modelado periglaciario.
28. Sistema morfoclimático templado. Características fundamentales. Sistemas bioedáficos dominantes. Acciones y procesos morfogenéticos característicos. Las formas de erosión y acumulación. Poligenismo morfológico de las regiones templadas.
  29. Sistema morfoclimático semiárido. Situación geográfica y tipo de clima. Sistema bioedáficos. Acciones y procesos característicos. La morfogénesis mediterránea: factores que la condicionan. Formas y suelos heredados. El sistema de drenaje en el área mediterránea. Formas de erosión y de depósito de este sistema morfogenético.
  30. Sistema morfoclimático árido. Su delimitación geográfica. Tipos de regiones áridas. Mecanismos morfogenéticos de las zonas áridas. Formas de erosión y acumulación características del medio árido.
  31. Sistema morfoclimático tropical. Amplitud geográfica. Sistemas bioedáficos. Morfogénesis en la sabana tropical árida y húmeda. Morfogénesis en el bosque ecuatorial. Las formas características.
  32. PALEOGEOMORFOLOGIA (GEOMORFOLOGIA HISTORICA). Superficies de planación. Concepto y tipos. Criterios para el estudio y reconocimiento de las superficies de erosión. Métodos cualitativos y cuantitativos. Dataciones y correlaciones. Testigos de antiguas superficies en España.
  33. GEOMORFOLOGIA APLICADA. Cartografía geomorfológica. Conceptos y objetivos de un mapa geomorfológico. Elementos fundamentales a reflejar en la leyenda. Escalas. Modelos de cartografía geomorfológica en los diferentes países. Análisis de los modelos. La cartografía geomorfológica en España.
  34. Papel de la Geomorfología en la cartografía aplicada. Mapas geotécnicos. Mapas de formaciones superficiales. Mapas geocientíficos. Mapas geotectónicos y sismotectónicos.
  35. Planificación y ordenación de los litorales. Protección de costas. Efecto de las construcciones en el equilibrio de la línea de costa: puertos, diques, presas, etc. Mapas de dinámica litoral.

## VULCANISMO

Profesor don José María Fúster Casas.

1. **CONCEPTOS GENERALES SOBRE VULCANISMO.** Localización espacial y distribución temporal de los procesos volcánicos. Mecanismos de generación magmática. Mecanismos de ascenso a la superficie de los productos fundidos.
2. El proceso de emisión volcánica. Factores físicos que influyen en el carácter de la emisión: viscosidad, velocidad de emisión, etc. Factores químicos: contenido en gases y composición. Factores geológicos ambientales. Erupciones freatomagmáticas. Tipología de las erupciones.
3. Tipología de los productos volcánicos. Lavas, formaciones masivas. Lavas subacuáticas.
4. Materiales piroclásticos de proyección aérea. Coladas piroclásticas. Otras formaciones fragmentarias subaéreas. Formaciones fragmentarias submarinas.
5. **VULCANISMO ASOCIADO A ZONAS DE SUBDUCCION Y COLISION.** Datos geofísicos en zonas de subducción. Relación espacial y temporal del vulcanismo en zonas de subducción.
6. Hipótesis sobre generación de magmas en zonas de subducción. Variabilidad de los productos volcánicos.
7. Estudio de la región volcánica del sureste de España. Campamento de seis días de trabajo útil en el terreno para estudiar las series calcoalcalinas (andesitas, dacitas, riolitas), shoshoníticas (dellenitas, riolacitas)

y ultrapotásicas (jumillitas, veritas) del sureste de España. Interpretaciones estructurales, texturales y petrográficas de las formaciones y productos volcánicos.

8. Estudio e interpretación petrológica de una serie de 25 secciones delgadas de material representativo de la región estudiada, realizadas con el material reunido en el viaje de prácticas o con el existente en el Departamento sobre la zona objeto del trabajo.

9. Estudio e interpretación de datos de composición química de rocas de la región volcánica del sureste de España y comparación de esta región con otras regiones análogas.

10. Seminario sobre metodología de redacción de una memoria de la labor realizada y sobre utilización adecuada de la bibliografía regional y general que tenga incidencia sobre el tema.

11. **VULCANISMO INTRAPLACA Y EN MARGENES CONSTRUCTIVOS.** Vulcanismo en placas oceánicas. Datos geofísicos en el interior de placas con corteza oceánica y corteza continental. Localización del vulcanismo. Relación del vulcanismo con las grandes zonas de fracturación y la existencia de focos térmicos profundos.

12. Vulcanismo asociado a zonas de rift oceánico y zonas de rift continental. Analogías y diferencias.

13. Estudio del vulcanismo de la región central española y del archipiélago canario como ejemplos de series volcánicas alcalinas intraplaca continental y oceánica. Estudio e interpretación petrológica de una serie de unas 20 o 30 secciones delgadas.

14. Estudio e interpretación de los datos de composición química de rocas de la región estudiada por los alumnos y comparación con provincias petrográficas análogas.

15. **ASPECTOS ECONOMICOS Y SOCIALES DEL VULCANISMO.** Productos volcánicos de interés industrial.

16. Yacimientos minerales en relación con los procesos volcánicos.

17. Energía geotérmica en regiones volcánicas. Posibilidades de energía geotérmica en España.

18. Predicción de erupciones volcánicas.

19. Limitación del riesgo volcánico.

## YACIMIENTOS ENDOGENOS

Profesora doña Rosario Lunar Hernández.

1. Introducción al estudio de yacimientos minerales. Concepto y definición de yacimiento mineral. Características externas e internas. Factores genéticos. Conceptos fundamentales en relación con los procesos generadores.
2. Introducción al estudio de yacimientos minerales. Características económicas. Concepto de reserva y recursos. Leyes. Producciones. Precios.
3. Conceptos y campo de estudio de la metalogenia. Conceptos fundamentales de tiempo y espacio en metalogenia. El modelo genético fundamental: variables del modelo: espacio, tiempo y composición.
4. Ambito generador. Movilidad de elementos en el ciclo ígneo. Criterio geológico-estadístico y criterio actualista. Diferenciación de etapas mineralizadoras en la consolidación magmática. Distribución de los elementos metalogenéticos en las distintas fases del proceso ígneo. Conducta de algunos elementos en los procesos metamórficos. Movilización de fluidos hidrotermales, elementos y minerales.
5. Ambito de transporte. Naturaleza de los fluidos mineralizadores y forma de transporte de los elementos en ellos. Métodos indirectos de estudio. Naturaleza de las aguas termales en relación con concentraciones minerales. Inclusiones fluidas. Métodos indirectos. Posibilidad de transporte volátil. Posibilidad de transporte líquido: iones simples, iones complejos, dispersiones coloidales.

6. Ambito de constitución. Formación de las menas a partir de los fluidos mineralizadores. Procesos de precipitación independientes de las rocas encajantes. Procesos de precipitación dependientes de las rocas encajantes. Factores físicos. Efectos de los fluidos mineralizadores sobre las rocas encajantes: alteraciones hidrotermales.
7. Distribución azonal de las menas en los yacimientos minerales. Tipos de zonalidad. Sucesión y zonalidad. Dimensión de las zonas y su relación con el nivel de erosión. Limitaciones a la zonalidad.
8. Clasificaciones metalogénicas de yacimientos minerales. Objetivos y problemas de planteamiento. Valor de los parámetros fundamentales que definen un yacimiento como criterios de clasificación. Análisis de la clasificación de Lindgren. Análisis de las clasificaciones de Niggli y Schneiderhohn. Análisis de otras clasificaciones.
9. YACIMIENTOS ENDOGENOS. Yacimientos intramagmáticos o de segregación magmática. Procesos de formación: formaciones magmáticas tempranas, tardías y de segregación líquida. Procesos de cristalización de óxidos. Mineralogía, morfología, leyes y distribución de los yacimientos. Yacimientos asociados con rocas ultrabásicas (Cr, Pt, diamantes). Yacimientos asociados con rocas básicas (Fe, Ti, Ni, Co, Cu, Pt). Yacimientos asociados con otras rocas. Yacimientos españoles.
10. Yacimientos pegmatíticos. Caracteres petrográficos. Elementos característicos en los yacimientos pegmatíticos y causas de su concentración selectiva. Tipos simples y complejos. Estructura interna. Zonado mineral. Geometría externa. Hipótesis genéticas. Posición respecto a las rocas encajantes y relación con los filones hidrotermales. Distribución geográfica y geotectónica.
11. Yacimientos hipotermales-hipercríticos (W, Sn, Mo, Bi). Definición del grupo. Caracteres paragenéticos, texturales y geoquímicos de las concentraciones minerales. Tipos de rocas plutónicas asociadas y su alteración. Geometría externa, control estructural y zonalidad de las concentraciones. Formación y distribución de las mineralizaciones más importantes.
12. Mineralizaciones metasomáticas de contacto. Generalidades. Clasificación. Proceso de formación. Elementos y forma de aporte. Características paragenéticas, texturales y temperatura de formación. Relación entre la mineralización y rocas asociadas. Naturaleza, profundidad, forma y dimensiones. Zonalidad. Geometría y control estructural. Tipos de mineralizaciones.
13. Mineralizaciones hidrotermales. Características generales: naturaleza del fluido mineralizador. Transporte. Causas de la precipitación.

- Contenido mineral. Paragénesis y sucesión mineral. Geometría externa. Criterios y tipos de yacimientos de relleno. Criterios y tipos de yacimientos de reemplazamiento. Alteraciones hidrotermales. Clasificación.
14. Mineralizaciones hidrotermales subvolcánicas. Características generales: roca encajante. Epoca. Alteraciones. Mineralogía y sucesión mineral. Morfología. Porfido estannífero. Porfido molibdeno. Porfido cuprífero. Analogías y diferencias.
  15. Mineralizaciones volcano-sedimentarias. Generalidades. Morfología. Tipos de mineralizaciones. Elementos constituyentes. Paragénesis. Secuencia paragenética. Mineralogía de la ganga. Roca encajante de la mineralización. Alteraciones. Factores genéticos. Metamorfismo. Zonalidad. Clasificación. Distribución de los sulfuros masivos en la columna estratigráfica. Distribución de yacimientos de sulfuros de manganeso. Yacimientos de mercurio.
  16. Oxidación y enriquecimiento. Generalidades. Zonas de oxidación y cementación. Geoquímica de la zona de oxidación y de cementación. Factores que modifican la geoquímica general. Texturas réplicas en la zona de cementación. Modelos de oxidación y cementación.
  17. Mineralizaciones en el contexto de la tectónica de placas. Generalidades. Mineralizaciones relacionadas con la expansión del fondo oceánico: cinturones volcánicos intracontinentales. Zonas de rift intracontinentales e intercontinentales. Dorsales y fondos oceánicos. Mineralizaciones relacionadas con la zona de subducción: en cinturones magmáticos de arcos isla, de tipo andino y en cuencas de arco externo. Mineralizaciones relacionadas con la colisión entre placas. Mineralizaciones relacionadas con fallas de transformación.

## YACIMIENTOS EXOGENOS

Profesor don Salvador Ordoñez Delgado.

1. Concepto general de georrecursos minerales. Leyes sobre contingencialidad de los recursos minerales.
2. Exploración de recursos minerales: técnicas geofísicas y geoquímicas. Valoración económica de la investigación mineral. Metodología de investigación minera.
3. Valoración de yacimientos minerales. Metodología de ubicación de yacimientos. Estimación de contenidos. Aplicación de la geoestadística a algunos problemas de valoración de yacimientos.
4. Aproximación a la explotación de recursos minerales. Criterios geológicos en la elección del método minero. Explotación a cielo abierto. Explotaciones subterráneas. Explotaciones especiales.
5. Tratamiento de menas. Técnicas de liberación de minerales. Técnicas de concentración por métodos físicos. Técnicas de concentración basadas en las propiedades de superficie. Balsas de estériles.
6. Impacto ambiental de las explotaciones mineras. Valoración del impacto. rehabilitación y restauración de explotaciones mineras.
7. Clasificaciones genéticas de yacimientos minerales. Taxonomía numérica aplicada a la clasificación y modelización de yacimientos.
8. Soluciones mineralizantes. Circuitos paleohidrológicos: aguas infiltracionales, aguas elisiónicas y salmueras calientes. Aplicación de los isótopos estables a la caracterización de salmueras mineralizantes.
9. Geología económica de salmueras. Salmueras marinas o relacionadas. Salmueras complejas: salares andinos y salmueras del petróleo. Salmueras calientes.

10. Yacimientos residuales. Lateritas. Bauxitas lateríticas. Ogres de hierro y manganeso. Bauxitas kársticas.
11. Yacimientos infiltracionales. Yacimientos de uranio tipo «roll». Yacimientos de azufre en rocas evaporíticas.
12. Yacimientos de enriquecimiento supergénico. Gossanes. Físico-química de los procesos de lixiviado y enriquecimiento.
13. Placeres. Aspectos sedimentodinámicos de este tipo de yacimientos. Metodología de investigación. Placeres aluviales. Placeres playeros.
14. Yacimientos de fosfatos. Fosforitas sedimentarias: criterios sedimentológicos de investigación. Clasificación petrográfica. Modelos genéticos.
15. Rocas evaporíticas de interés económicos. Sales sulfatadas sódicas. Halita. Sales potásicas.
16. Sulfuros sedimentarios en rocas bituminosas. Ciclo del azufre en el medio exógeno. Los compuestos organometálicos.
17. Los carbones húmicos. Clasificación tecnológica de carbones. Gasificación. Licuefacción.
18. Las pizarras bituminosas. Definición industrial. Génesis. Importancia económica.
19. Yacimientos sedimentarios de hierro. Los hierros silíceos bandeados: petrografía y sedimentología. Yacimientos de hierro tipo Clinton. Yacimientos de hierro tipo Lorena.
20. Yacimientos sedimentarios de manganeso. Manganeso en series detríticas (tipos Nikopol y Chialtura). Manganeso en rocas carbonáticas (tipo Imini). Nódulos de manganeso del fondo oceánico.
21. Sulfuros Pb-Zn en rocas carbonáticas. Teorías genéticas. Caracteres epigenéticos de las mineralizaciones. Yacimientos de fluoritas asociados a procesos epigenéticos en rocas carbonáticas.
22. Hidrocarburos. Gas natural. Petróleo. Petróleos pesados y asfaltos. Técnicas de caracterización de hidrocarburos. Aplicaciones del estudio de la materia orgánica a la exploración de hidrocarburos.



## **7.2. Planes de Estudios de Tercer Ciclo**

### **TERCER CICLO**

Según el Real Decreto 185/1985, de 23 de enero («B.O.E.», de 16 de febrero), los estudios conducentes a la obtención del título de Doctor se configuran como un Tercer Ciclo que sigue a los dos que configurarán las futuras Licenciaturas. Además de la realización de una Tesis Doctoral, los alumnos de Doctorado deberán seguir alguno de los programas que figuran a continuación, completando un número de 32 créditos en dos cursos académicos; de ellos hasta nueve se podrán conseguir mediante la realización por el doctorando de trabajos de investigación, y hasta cinco podrán obtenerse en cursos diferentes a los del programa de Doctorado que se siga.

A efectos de concentración de los alumnos de Doctorado en los cursos, la mayoría de los programas ofrecen sus materias en años alternos, indicándose esta circunstancia en cada uno de los programas que se describen a continuación.

## DOCTORADO EN GEOLOGIA AMBIENTAL

Departamentos responsables:

- Geodinámica.
- Estratigrafía.
- Petrología y Geoquímica.

Programas que se impartirán en el curso 1987-1988 y sucesivamente en años alternos.

<i>Título</i>	<i>Créditos</i>
Dinámica de vertientes y riesgos asociados .....	1,5
Dinámica fluvial y avenidas .....	1
Energía geotérmica y riesgo volcánico .....	1,5
Planificación territorial .....	5
Urbanización, obras públicas y su impacto .....	0,5
Valoración de riesgos geológicos .....	1

Programas que se impartirán en el curso 1988-1989 y sucesivamente en años alternos:

<i>Título</i>	<i>Créditos</i>
Calidad y contaminación de acuíferos .....	1
El medio ambiente .....	0,5
Geoquímica de la contaminación .....	1
Gestión de recursos geológicos .....	0,5
Gestión de residuos .....	0,5
Impacto ambiental del aprovechamiento de los recursos minerales .....	3
Impacto humano en la sedimentación costera .....	1
Producción energética .....	0,5
Recursos culturales geológicos .....	1
Riesgo sismotectónico .....	0,5
Variaciones del nivel del mar seculares e inducidas por el hombre .....	0,5

## PROGRAMAS

### *Dinámica de vertientes y riesgos asociados*

*Profesores:* D.<sup>a</sup> Guillermina Garzón Heydt y  
D. Juan de Dios Centeno Carrillo.

#### *Contenidos:*

Los procesos de ladera en relación con el riesgo que generan: erosión del suelo, dinámica torrencial, movimientos en masa y problemas derivados del flujo subterráneo y superficial.

### *Dinámica fluvial y avenidas*

*Profesores:* D.<sup>a</sup> Angela Alonso Millán,  
D.<sup>a</sup> Guillermina Garzón Heydt y  
D. José López Gómez.

#### *Contenidos:*

Las avenidas como proceso geológico y su prevención. Incidencia de las actividades humanas en la erosión y sedimentación fluvial.

### *Energía geotérmica y riesgo volcánico*

*Profesores:* D. Eumenio Ancochea Soto y  
D. José María Fúster Casas.

#### *Contenidos:*

Ver el programa del Doctorado de Petrología y Geoquímica de los Recursos Endógenos.

### *Planificación territorial*

*Profesores:* D. Javier de Pedraza Gilsanz,  
D.<sup>a</sup> Amparo Ramos Ruiz,  
D. Sergio González y  
D. R. Escribano.

*Contenidos:*

Técnicas de planificación, evaluación de impacto ambiental y métodos de cartografía, valoración y toma de decisiones en planificación.

*Urbanización, obras públicas y su impacto*

*Profesores:* D. Alfredo Arche Miralles,  
D.<sup>a</sup> Guillermina Garzón Heydt y  
D. Juan de Dios Centeno Carrillo.

*Contenidos:*

Síntesis de la interacción entre las grandes obras humanas y el medio natural geológico.

*Valoración de riesgos geológicos*

*Profesora:* D.<sup>a</sup> Guillermina Garzón Heydt.

*Contenidos:*

Concepto de riesgo y su significado en planificación del territorio. Técnicas de evaluación, cartografía y predicción y su aplicación a la protección civil.

*Calidad y contaminación de acuíferos*

*Profesor:* D. Pedro Emilio Martínez Alfaro.

*Contenidos:*

Problemática derivada de la gestión del agua subterránea en la relación con el uso del territorio.

*El medio ambiente*

*Profesores:* D. Javier de Pedraza Gilsanz y  
D.<sup>a</sup> Guillermina Garzón Heydt.

*Contenidos:*

Introducción de la contaminación geoquímica en agua y suelo y su incidencia ambiental.

### *Gestión de recursos geológicos*

*Profesores:* D. José Pedro Calvo Sorando y  
D. Salvador Ordóñez Delgado.

*Contenidos:*

Los recursos geológicos como elementos no renovables del medio natural y estrategias para su gestión y producción sostenida.

### *Gestión de residuos*

*Profesora:* D.<sup>a</sup> María José Pellicer Bautista.

*Contenidos:*

Impacto ambiental de los residuos sólidos y líquidos de origen urbano, agrícola e industrial. Sistemas de eliminación y reciclado.

### *Impacto ambiental del aprovechamiento de los recursos minerales*

*Profesores:* D. Manuel Bustillo,  
D. José Pedro Calvo,  
D.<sup>a</sup> M.<sup>a</sup> Cruz Díaz,  
D. Rafael Fort,  
D.<sup>a</sup> M.<sup>a</sup> Angeles García del Cura,  
D. Salvador Ordóñez y  
D.<sup>a</sup> M.<sup>a</sup> José Pellicer.

*Contenidos:*

Impacto ambiental de las explotaciones minerales y energéticas, problemática derivada y rehabilitación.

### *Impacto humano en la sedimentación costera*

*Profesores:* D. Alfredo Arche Miralles y  
D. José Luis Goy Goy.

*Contenidos:*

Cambios inducidos por el hombre en los procesos litorales de erosión, transporte y sedimentación.

### *Producción energética*

*Profesores:* D. Alfredo Arche Miralles y  
D. Salvador Ordóñez Delgado.

#### *Contenidos:*

Problemática ambiental de la producción energética a partir de las diversas fuentes.

### *Recursos culturales geológicos*

*Profesores:* D. Javier de Pedraza Gilsanz y  
D. Francisco Anguita Virella.

#### *Contenidos:*

Conservación y métodos de divulgación de las áreas de singular interés geológico (cultural, científico, didáctico o paisajístico). Posibilidades de actuación dentro de los marcos legales existentes.

### *Riesgo sismotectónico*

*Profesor:* D. Luis González de Vallejo.

#### *Contenidos:*

Análisis y valoración de la sismicidad y la actividad neotectónica en relación con la predicción y prevención de terremotos.

### *Variaciones del nivel del mar seculares e inducidas por el hombre*

*Profesores:* D. Alfredo Arche Miralles y  
D.<sup>a</sup> Caridad Zazo Cardeña.

#### *Contenidos:*

Ver el Programa de Tercer Ciclo en Geología de Cuencas Sedimentarias.

# DOCTORADO EN GEOLOGIA DE LAS CUENCAS SEDIMENTARIAS

*Departamento responsable: Estratigrafía*

Programas que se impartirán todos los cursos:

<i>Títulos</i>	<i>Créditos</i>
Análisis de la subsidencia.....	1
Geología del petróleo.....	2

Programas que se impartirán en el curso 1987-1988 y sucesivamente en años alternos:

<i>Títulos</i>	<i>Créditos</i>
Análisis de registros de sondeos .....	1
Análisis e interpretación de facies carbonatadas sobre el terreno .....	4
Ciclicidad y registro sedimentario .....	2
Eventos y crisis globales en la evolución de las cuencas ...	1
Modelos de márgenes y cuencas en sismica de reflexión...	2
Tectónica y sedimentación .....	1

Programas que se impartirán en el curso 1988-1989 y sucesivamente en años alternos:

<i>Títulos</i>	<i>Créditos</i>
Análisis de microfacies de rocas carbonáticas mesozoicas .	2
Bioestratigrafía del Mesozoico basada en microfósiles .....	2
Medios fluviales antiguos y modernos.....	2
Técnicas estratigráficas de reconocimiento e interpretación de paleorrelieves .....	3,5
Utilización de los minerales detríticos en el análisis de cuencas sedimentarias .....	1,5

## PROGRAMAS

### *Análisis de la subsidencia*

*Profesor:* D. Alfredo Arche Miralles.

*Contenidos:*

El origen de las cuencas: la subsidencia. Mecanismos de subsidencia. Cuantificación de la subsidencia a lo largo del tiempo. Deformación de la corteza y variaciones del nivel del mar.

### *Geología del petróleo*

*Profesor:* D. Antonio Afonso Rodríguez.

*Contenidos:*

Introducción a la geología del petróleo. Situación geográfica de las grandes zonas productoras y los factores geológicos que influyen para que esto sea así. Exploración de hidrocarburos, costos y nuevas fronteras.

Técnicas de exploración de hidrocarburos. Geológicas, análisis de cuencas y geoquímicas. Concepto de rocas madres, tipos de las mismas y almacenes. Detalles sobre el «metamorfismo orgánico» o nivel de madurez e implicaciones.

Métodos indirectos. Geofísica. Gravimetría y Aeromagnetometría. Sísmica de reflexión.

Métodos directos. Perforación de sondeos y evaluación de los resultados. Diagrafías: interpretación del contenido de fluidos. Interpretación geológica.

Evaluación de un descubrimiento. Geología de desarrollo. Producción.

### *Análisis de registros de sondeos*

*Profesor:* D. Ramón Querol.

*Contenidos:*

Utilización de los registros eléctricos y otros registros de sondeos que se han desarrollado a partir de las investigaciones petrolíferas como medio para el reconocimiento de las litofacies y los fluidos contenidos en los



materiales del subsuelo. También las más recientes explicaciones que permiten la utilización de estas técnicas, no sólo para el reconocimiento de las estructuras, sino también para identificación de los medios sedimentarios.

### *Análisis e interpretación de facies carbonatadas*

Profesores: D.<sup>a</sup> Angela Alonso Millán y  
D. Ramón Más Mayoral.

#### *Contenidos:*

El Seminario pretende hacer un estudio sobre el terreno de las facies carbonatadas del Jurásico Superior y Cretácico basal de la Cordillera Ibérica septentrional. Se estudiará en secciones tipo litosomas de carbonatos de origen lacustre, haciendo especial hincapié en la diferenciación entre las facies lacustres s.s. y las facies palustres. Dentro de los carbonatos de origen marino, el estudio se centrará en el reconocimiento de los diferentes ambientes de plataforma, desde facies litorales (llanuras de marea, playas) hasta complejos arrecifales, analizando en detalle secuencias correspondientes a sistemas de plataforma interna.

El Seminario tendrá el siguiente desarrollo:

Sedimentación carbonatada en ambientes de plataforma y litorales: El ejemplo de las ramas carbonatadas del Jurásico Superior en la Cordillera Ibérica Norte (Soria-La Rioja).

Sedimentación de rampa profunda: Las facies carbonatadas de plataforma externa en el Oxfordiense del sector del valle del Río Iregua. (Fm. «Calizas negras» de Aldealpozo.)

SEDIMENTACION DE RAMPA SOMERA. Análisis de facies arrecifales: Características y diferenciación de las facies de núcleo y talud arrecifal. Complejos arrecifales de la formación «calizas con corales» de Torrecilla en Cameros, en el valle del Río Iregua.

Cinturones calcareníticos y barras submareales. Grainstones oolíticos de la formación «Aldealpozo» en el sector de Jubera y facies calcareníticas asociadas a los complejos arrecifales de la Fm. Torrecilla de Cameros.

Sistemas de lagoon-llanura de marea en secciones de la formación «Aldealpozo» en su corte tipo y en los alrededores de Soria.

SEDIMENTACION CARBONATADA EN AMBIENTES CONTINENTALES. Los depósitos «Wealdenses» de la Sierra de Los Cameros (Soria-La Rioja).

Reconocimiento e interpretación de calcitas en sistemas aluviales. Las

formaciones «Tera» y «Magaña» (Kimmeridgiense Sup. y Berriasiense) en sectores del valle del Río Iregua y alrededores de Soria.

Sistemas lacustres-palustres. Formaciones. La formación «Matute» en el pantano de la Cuerda del Pozo (Soria). La formación «Aguilar»: Depósito de «playa lake» en sector de Cervera del Río Alhama. Los litosomas carbonatados del Grupo Urbión: Las calizas de Leza y Cabretón (La Rioja).

### *Ciclicidad y registro sedimentario*

*Profesor:* D. Alfredo Arche Miralles.

#### *Contenidos:*

Estratificación y ciclicidad.

Tipos de ciclicidad: deposicional y diagenética.

Mecanismos productores de la ciclicidad.

Escalas de la periodicidad (temporales y geométricas).

Variaciones del nivel del mar y ciclicidad.

### *Eventos y crisis globales en la evolución de las cuencas*

*Profesora:* D.<sup>a</sup> Carmina Virgili Rodón.

#### *Contenidos:*

Los avances realizados en el análisis de cuencas en los últimos veinte años han logrado especialmente identificar las peculiaridades de cada cuenca sedimentaria ligadas a su ambiente tectónico y climático.

Sin embargo, cada día es más evidente la existencia de eventos mayores y crisis globales que afectan la evolución de las cuencas en un momento determinado, cualquiera que sea su ubicación. Estos eventos están ligados a hechos tectónicos, climáticos y quizá también en algunos casos a modificaciones en la velocidad de la rotación terrestre. Se reflejan no sólo en cambios faunísticos, sino también en discontinuidades sedimentarias y modificaciones en la sedimentología y geoquímica de los materiales.

Su interés es indiscutible, no sólo para entender la Historia de la Tierra, sino también para establecer la correlación entre las distintas cuencas sedimentarias.

## *Modelos de márgenes y cuencas en sismica de reflexión*

*Profesor:* D. Wenceslao Martínez del Olmo.

### *Contenidos:*

Teóricos: Métodos de estudio, sismica y sondeo.

Tipos clásicos de márgenes continentales. Márgenes en compresión, distensión y márgenes estables.

Colmatación y distribución de sedimentos en los diferentes tipos. Relaciones entre tectónica y sedimentación.

Márgenes nutridas y desnutridas.

Los grandes ciclos sedimentarios en función de la evolución del margen.

Los márgenes continentales de la Península: Alborán, Mediterráneo, Cantábrico y Atlántico.

Paleomárgenes bético, pirenaico y cantábrico.

Prácticos: Identificación de secuencias sísmicas. Correlaciones e interpretación de las mismas.

Identificación de medios en sondeos. Correlación con las secuencias sísmicas.

Interpretación tecto-sedimentaria de un margen-tipo.

## *Tectónica y sedimentación*

*Profesor:* D. Alberto Garrido Megías.

### *Contenidos:*

El tema del Seminario, en sentido amplio, tratará sobre la relación entre Tectónica y Sedimentación. En un sentido más estricto, desarrollará la utilización del análisis tectosedimentario aplicado al análisis de cuencas.

En cuanto a su contenido, éste versará sobre el estudio del registro sedimentario en relación con la génesis y/o evolución de las cuencas. En suma, se tratará de ver de qué manera la tectónica queda grabada o registrada en el relleno sedimentario de las cuencas.

## *Análisis de microfacies de rocas carbonáticas mesozoicas*

Profesora: D.<sup>a</sup> Consuelo Arias.

### *Contenidos:*

#### Teóricos:

Tipos de microfacies.

Asociaciones de facies.

Microfacies continentales.

Microfacies con influencia siliciclástica.

Microfacies de alta energía en la plataforma.

Microfacies de baja energía en la plataforma.

Microfacies en relación con animales constructores.

Microfacies en relación en rudistas.

#### Prácticos:

Este seminario de tipo práctico lleva consigo el estudio de microfacies al microscopio y su reconocimiento y relaciones entre ellas en el campo, en los cortes de la Oliva y El Carche (provincias de Albacete y Murcia).

## *Bioestratigrafía del Mesozoico basada en microfósiles*

Profesor: D. José Ramírez del Pozo.

### *Contenidos:*

#### Teóricos:

Conceptos básicos en bioestratigrafía.

Problemática de las unidades bioestratigráficas y encaje de diferentes escalas o biozonaciones.

Bioestratigrafía del Triásico.

Bioestratigrafía del Jurásico: foraminíferos, ostrácodos. Microfacies.

Bioestratigrafía del Jurásico Superior y Cretácico Inferior: foraminíferos, ostrácodos, charofitas, calpionellidos, nannoconus. Microfacies.

Bioestratigrafía del Cretácico Superior: foraminíferos, ostrácodos, microfósiles planctónicos. Microfacies.

Bioestratigrafía del Mesozoico basada en nannoplancton.

#### Prácticos:

Establecimiento de unidades bioestratigráficas a partir de asociaciones de microfósiles.

Estudio de secciones estratigráficas tipo para la definición de unidades bioestratigráficas, a partir de material original.

Correlación y encaje de unidades bioestratigráficas basadas en diferentes grupos de microfósiles.

Relación de la Bioestratigrafía con la Cronoestratigrafía. Biofacies, medios sedimentarios.

### *Medios fluviales antiguos y modernos*

*Profesor:* D. Alfonso Sopena Ortega.

#### *Contenidos:*

Introducción a los sistemas aluviales.

Factores que controlan la sedimentación fluvial.

Tipos de canales y regímenes de descarga.

La arquitectura fluvial. Principales asociaciones de facies. La geometría de la sedimentación fluvial.

Abanicos fluviales. Procesos y productos deposicionales.

Los diferentes modelos de sedimentación de abanicos aluviales en relación con el clima y la actividad tectónica de la cuenca.

Sistemas de canales de baja sinuosidad. «Braided» arenosos y «Braided» de gravas.

Sistemas de canales de alta sinuosidad.

La sedimentación fluvial de carácter efímero.

Las series fluviales de la Old Red Sandstone.

Los sedimentos fluviales de la facies Buntsandstein del Triásico de la Cordillera Ibérica.

Interés económico del análisis de las series fluviales.

### *Técnicas estratigráficas de reconocimiento e interpretación de paleorrelieves*

*Profesores:* D. Santiago Hernando Costa,  
D. Ricardo Rincón Martín y  
D. José Manuel Brell Parladé.

#### *Contenidos:*

Teóricos:

Introducción: Paleomorfología y paleorrelieve.

Paleorrelieve: Tipos y evolución.

Palorrelieve virtual, paleorrelieve real (real exhumado y real «muerto»).

Paleodrenajes y su interpretación.

Interpretación  
de sedimentos.

Áreas madre y su identificación como paleorrelieves.

Paleogeología: Conceptos básicos y su utilización en la identificación de paleorrelieves.

Prácticas de campo:

Sierra de la Demanda (dos días). Estudio del paleorrelieve asociado a la base del Triásico.

Ibérica-Sistema Central (dos días). Estudio de los paleorrelieves asociados a las discontinuidades poshercínicas.

### *Utilización de los minerales detríticos en el análisis de cuencas sedimentarias*

*Profesor:* D. José Manuel Brell Parladé.

#### *Contenidos:*

Sistemas de recogida de muestras y tratamiento en laboratorio. Separación de las subfracciones densa y ligera de la fracción arena.

Los minerales ligeros: su significado. Identificación: Técnicas de tinción. Estudio de las preparaciones y representación de resultados. Interpretación.

Los minerales pesados: su significado. Identificación: Técnicas especiales. Estudio de preparaciones y representación de resultados. Interpretación.

Los minerales de las arcillas. Las arcillas: Clasificación. Métodos de estudio. Preparación de muestras.

Interpretación de difractogramas y representación de resultados.

Relación entre la mineralogía de las arcillas y los distintos ambientes sedimentarios.

# DOCTORADO EN GEODIN GEOLOGICA

*Departamento responsable: Geodinámica*

Programas que se impartirán en el curso 1987-1988 y sucesivamente en años alternos:

<i>Título</i>	<i>Créditos</i>
El Cuaternario en España .....	2
Estructura de la litosfera y su expresión en superficie .....	1
Fracturación y tectónica de deformaciones discontinuas ...	3
Geología del Karst .....	2
Geomecánica de macizos fisurados: aplicaciones en Ingeniería geológica (túneles y taludes) .....	2
Gestión de acuíferos .....	2
Hidrogeoquímica .....	2
Prospección geofísica aplicada a la Arqueología .....	2

Programas que se impartirán en el curso 1988-1989 y sucesivamente en años alternos:

<i>Título</i>	<i>Créditos</i>
Exploración y captación de aguas subterráneas .....	1
Geomorfología del Cuaternario .....	2
Mecánica de suelos .....	1
Métodos de investigación de estructuras tectónicas en profundidad .....	3
Modelos estadísticos en Geología .....	1
Neotectónica .....	2
Reología y tensiones naturales .....	2
Tectónica de fábricas .....	3
Teledetección .....	2

## PROGRAMAS

### *El Cuaternario en España*

*Profesora:* D.<sup>a</sup> Caridad Zazo Cardeña.

#### *Contenidos:*

La problemática del límite Plio-Pleistoceno en España.

Series crono-estratificadas, tipo Cuaternario, en la Península de acuerdo con su posición geográfica como área límite entre Europa y África.

El clima del Cuaternario en la Península.

Interrelación clima-geomorfología-suelos, en los estudios del Cuaternario en España.

El problema de las medidas isotópicas, paleomagnéticas, etc., en las series cuaternarias españolas.

Cartografía del Cuaternario. Metodología.

Evolución geodinámica de las áreas: Meseta, Cuencas Neógenas, Macizo Hespérico, Béticas y costas, durante el Cuaternario.

### *Estructura de la litosfera y su expresión en superficie*

*Profesores:* D. Ramón Vegas Martínez y  
D. Andrés Carbó Gorosabel.

#### *Contenidos:*

Estudio de las características de la litosfera, estructura, variaciones laterales, propiedades mecánicas como soporte físico de los procesos geodinámicos y de la fisiografía de la superficie terrestre.

La litosfera y sus propiedades físicas. El sistema corteza-manto en el contexto del interior de la Tierra.

Modelos sísmicos de la corteza y el manto.

Modelos gravimétricos de la litosfera. Isostasia.

Dinámica de la litosfera. Subsistencia y levantamiento de la superficie terrestre. Extensión y acortamiento litosféricos.

Consecuencias geodinámicas. Ejemplos regionales a escala continental y subcontinental.



## *Fracturación y tectónica de deformaciones discontinuas*

*Profesores:* D. Alfonso González Ubanell,  
D. José Luis Hernández Enrile y  
D.<sup>a</sup> Rosa Blanca Babín Vich.

### *Contenidos:*

Estudio especial de la mecánica de las fallas, su papel en la tectónica regional y el control que ejercen en la formación de ciertas áreas de sedimentación.

Análisis de la deformación y el esfuerzo. Deformación elástica e inelástica. Energía de la deformación.

Teoría de la deformación discontinua. Criterios y modelos de fracturación. Deformación experimental. Deformación dúctil y frágil.

Deformación frágil. Rocas de fracturación frágil. Fracturación hidráulica. Estudio meso y microestructural de la fracturación frágil.

Deformación dúctil. Rocas de fracturación dúctil. Mecanismos de deformación con el incremento de las condiciones ambientales. Estructuras de disolución-cristalización.

Interpretación mecánica y cinemática de la fracturación cortical. Cizallamiento en los distintos niveles corticales. Tectónica compresiva y extensiva.

Fracturación planetaria. Sistemas de ruptura planetaria. Modelos. La teledetección como tecnología en este sistema de fracturas.

Fracturación continental. Redes de fallas en América, Asia, Africa, Australia y la Europa no hercínica.

Fallas hercínicas y tardihercínicas en Europa y Norteamérica. Hipótesis sobre su génesis. El orógeno hercínico como ejemplo de cratonización de una cadena; implicaciones en el desarrollo de la fracturación.

Red de fracturación tardihercínica en la Península Ibérica. Las fallas del hercínico español. El Sistema Central como ejemplo del mismo.

Relación entre la fracturación tardihercínica y las mineralizaciones endógenas en el Macizo Hespérico. Redes de filones. Su inserción en los modelos metalogénicos de tectónica de placas.

Principales tipos de sedimentos asociados a fallas.

Fallas de deslizamiento actuales. Naturaleza del movimiento en estas fallas y su repercusión en la formación de cuencas. Fallas que originan cuencas de disipación y de despegue. Transpresión. Transtensión.

Ambientes tectosedimentarios y facies asociadas a fallas. Tipos, modelos.

Fallas de deslizamiento antiguas. Características. Criterios de reconocimiento. Importancia económica de estas zonas.

Tectónica de bloques. Horst. Graben. Sedimentación acompañante.

### *Geología del karst*

*Profesores:* D. Adolfo Eraso Romero y  
D. Manuel Hoyos González.

#### *Contenidos:*

Estudio de la dinámica, geomorfología y sedimentación en las formaciones kársticas.

El karst y el proceso de la karstificación. Su ubicación en el contexto de la Geodinámica. Significado de la convergencia de formas. Interrelación de factores, proceso y resultados. La organización de un acuífero kárstico.

Factores que intervienen en el proceso de la karstificación. Factores litológicos. Las rocas karstificables, significado geológico. Factores estructurales. Estados tensionales del macizo, preparación del karst. Factores físico-químicos. El fenómeno de la disolución, bases termodinámicas y mecanismos. Factores climáticos. Repercusión morfológica, zonación y tipología. Otros factores (hidrodinámicos, etc.).

Geomorfología del karst. Formas exokársticas. Definición, descripción e interpretación. Formas endokársticas. Definición y descripción. formas de excavación freáticas y vadosas. Interpretación. Formas de relleno. Generalidades. Formas mixtas.

Hidrogeología del karst. Preparación tectónica. Ampliación de fisuras por disolución. El nivel de base regional y su repercusión. Fosilización y paleokarst.

Campos de aplicación. Problemática de la construcción de presas en zonas kársticas. Ejemplos. Presas de Tous, Canelles, Alcorlo. Trabajos de impermeabilización. Respuesta del karst frente a las acciones antrópicas. Problemas de ingeniería minera y civil. Predicción de las direcciones principales de drenaje.

El karst y el clima: zonación climática. Procesos relacionados con el clima: morfología y sedimentación.

La zonación del karst. Sedimentos asociados a la misma.

Sedimentos relacionados con el clima: sedimentos detríticos. Sedimentos químicos.

## *Geomecánica de macizos fisurados: aplicaciones en ingeniería geológica (túneles y taludes)*

*Profesores:* D. M. Montoto San Miguel,  
D. L. González de Vallejo,  
D. M. Suárez del Río y  
D. M. Ferrer Gijón.

### *Contenidos:*

Contenidos de los principios que controlan el comportamiento geomecánico de medios rocosos discontinuos y su aplicación a los cálculos de estabilidad en obras de ingeniería tipo túnel y talud.

Características generales de los macizos de rocas fisurados. Red de macrofisuración y roca matriz. Diferencias fundamentales entre la mecánica del medio continuo y el medio fisurado.

Petrofísica de la roca matriz. Correlación entre propiedades físicas y textura.

Fractografía de la roca matriz. Métodos de estudio.

Estado tensional y microfisuración. Emisión acústica. Esfuerzo residual. Efecto Kaiser.

Mecánica de los macizos figurados. Criterios de rotura.

Taludes en roca. Factores que controlan su estabilidad. Tipos de rotura.

Métodos de análisis de estabilidad en taludes.

Principales problemas en taludes en carreteras y en costas mineras. Medidas a tomar en problemas de taludes.

Túneles. Principales factores que controlan las posibles inestabilidades.

Clasificaciones de macizos de rocas aplicadas a túneles. Sostenimientos asociados a cada tipo de macizo.

Planteamiento de los proyectos de Ingeniería geológica en túneles. Análisis de casos prácticos.

## *Gestión de acuíferos*

*Profesor:* D. Pedro Emilio Martínez Alfaro.

### *Contenidos:*

Métodos cuantitativos de gestión de aguas subterráneas usando modelos digitales.

Modelos en Hidrogeología.

Tipos de modelos y características: Modelos analógicos y modelos digitales. Elementos finitos y diferencias finitas.

Fundamentos matemáticos.

Condiciones de contorno.

Problemas específicos.

Modelos tridimensionales.

Calibración y simulación.

### *Hidrogeoquímica*

*Profesor:* D. Ramón Llamas Madurga.

#### *Contenidos:*

Se estudian las características físico-químicas de las relaciones roca-agua con especial énfasis en los procesos geológicos relacionados con ellas.

Química inorgánica e isotópica del agua subterránea.

Toma de muestras y medida de parámetros.

Representación de datos hidroquímicos como base para su interpretación.

Modelos de especiación química.

Evolución hidrogeoquímica en relación con el sistema de flujo subterráneo.

Modelos de balance y de transferencia de masa.

### *Prospección geofísica aplicada a la arqueología*

*Profesores:* D. Andrés Carbó Gorosabel,

D. Juan Francisco Bergamín de la Viña y

D. Francisco Mingarro Martín.

#### *Contenidos:*

Estudio de la metodología geofísica y su aplicación al descubrimiento y conservación de yacimientos arqueológicos.

Introducción. Definiciones.

Entorno geológico. Tipos de recubrimientos: Naturales, artificiales; sus interacciones. Niveles freáticos.

Planificación de campañas de prospección geofísica.

Métodos eléctricos: resistibilidades, potencial inducido, potencial espontáneo.

Métodos electromagnéticos: Sistemas convencionales. VLF. Radar.

Método gravimétrico.  
Métodos magnetotélúricos.  
Métodos radiactivos.  
Métodos sísmicos.

Combinación de los métodos geofísicos con otras metodologías indirectas: teledetección.

### *Exploración y captación de aguas subterráneas*

*Profesor:* D. Fermín Villarroya.

#### *Contenidos:*

Introducción. Documentación bibliográfica. Gestión de acuíferos ante la nueva Ley de Aguas de 1985.

Técnicas de exploración en rocas sedimentarias no consolidadas. Criterios de campo. Casos aplicados.

Técnicas de exploración en rocas sedimentarias consolidadas. Criterios de campo. Casos aplicados.

Técnicas de exploración en rocas ígneas y metamórficas. Criterios de campo. Casos aplicados.

Tipos de captaciones de aguas subterráneas. Tipos de acuíferos y captaciones idóneas requeridas para su explotación.

Métodos de perforación de pozos. Visita y seguimiento «in situ» durante la construcción de pozos y sondeos a rotación directa, rotación inversa, percusión, rotopercusión, etc. Aspectos legales y prácticos relacionados con los mismos.

### *Geomorfología del Cuaternario*

*Profesora:* D.<sup>a</sup> Caridad Zazo Cardeña.

#### *Contenidos:*

Los procesos actuales y su aplicación a la reconstrucción del pasado y proyección hacia el futuro.

La era Cuaternaria. Divisiones.

Técnicas de estudio del Cuaternario.

Los conceptos de glacial-interglacial y pluvial-interpluvial.

Eustasia. Terrazas marinas.

Los niveles marinos como indicadores de movimientos tectónicos.

Oscilaciones climáticas a lo largo del Cuaternario.  
Principales características del Cuaternario en España.  
Cartografía del Cuaternario.

### *Mecánica de suelos*

*Profesor:* D. Carlos Oteo Mazo.

#### *Contenidos:*

Propiedades físicas de los suelos.  
Propiedades de clasificación e identificación.  
Límites de Atterberg.  
Clasificación de suelos y resistencia.  
Compactación.  
Historia geológica y comportamiento de arcillas.  
Flujo en suelos. Redes de flujos.  
Tensiones efectivas.  
Resistencia al corte en suelos. Criterios de rotura.  
Tipos de ensayos en suelos.  
Papel de la fábrica de los suelos.

### *Métodos de investigación de estructuras tectónicas en profundidad*

*Profesores:* D. Ramón Capote del Villar,  
D. Secundino Cadavid Camiña,  
D. Andrés Carbó Gorosabel y  
D. Juan Francisco Bergamín de la Viña.

#### *Contenidos:*

Cálculos geométricos.  
Cortes compensados.  
Perfiles palinspásticos.  
Perfiles de buzamientos.  
Interpretación de modelos gravimétricos y geomagnéticos.  
Métodos geoelectrónicos.  
Perfiles sísmicos.  
Interpretación de diferentes tipos de estructuras corticales.  
Prácticas de Campo:  
Dos días.

## *Modelos estadísticos en Geología*

*Profesor:* D. Pedro Emilio Martínez Alfaro.

### *Contenidos:*

El uso de la estadística en Geología: evolución histórica y metodologías.

La distribución normal y la log-normal. Otros tipos de distribuciones. El test «Chi-cuadrado» para la bondad de ajuste.

Análisis de la varianza: tests no paramétricos.

Análisis de secuencias de datos: métodos de interpolación.

Análisis de mapas.

Análisis multivariante.

## *Neotectónica*

*Profesores:* D. José Luis Hernández Enrile,

D. José Luis Goy Goy,

D. Ramón Vegas Martínez y

D.<sup>a</sup> Caridad Zazo Cardeña.

### *Contenidos:*

Concepto de Neotectónica, relaciones con otras ciencias.

Métodos de movimientos recientes.

Origen de las deformaciones actuales.

Tectónica de placas, neotectónica y evolución del relieve.

Neotectónica regional.

Neotectónica aplicada: Mapas neotectónicos. Riesgo sismotectónico.

## *Reología y tensiones naturales*

*Profesores:* D. Ramón Capote del Villar y

D. Luis González de Vallejo.

### *Contenidos:*

Conceptos generales de esfuerzo y deformación.

Comportamientos reológicos. Ecuaciones constitutivas en rocas.

Mecanismos de deformación. Influencia de los factores ambientales geológicos.

Comportamiento reológico de la corteza y el manto.

Métodos de medida «in situ» de las tensiones: Overcoring y fractura hidráulica.

Métodos geológicos y geofísicos de medida de esfuerzos.

Medida de paleoesfuerzos mediante análisis de fracturación frágil.

Paleopiezómetros en rocas deformadas en el campo dúctil.

El estado actual de tensiones en la corteza.

Causas de los campos de esfuerzo en la litosfera.

Influencia de las tensiones en el comportamiento ingenieril de las rocas.

### *Tectónicas de fábricas*

*Profesores:* D. Ramón Capote del Villar,  
D.<sup>a</sup> Rosa Blanca Balbín Vich y  
D. Antonio Rivas Ponce.

#### *Contenidos:*

Teóricos:

Concepto y tipos de fábricas. Tectofábrica. Escuelas.

Estudio de las fábricas ópticas con platina universal.

Estudio del registro microtextural de la deformación.

Relaciones temporales y microdeformación.

Estudio de los elementos de la fábrica mesoscópica.

Relación entre fábrica y deformación interna.

Fábricas asociadas a cizalla dúctil.

Fábricas asociadas a cizalla frágil.

Fábricas y plegamientos.

Interpretación regional de las asociaciones de fábricas.

Prácticas de Campo:

Tendrán una duración de tres días.

### *Teledetección*

*Coordinadores:* D. Alfonso González Ubanell y  
D. Ramón Vegas Martínez.

#### *Contenidos:*

Generalidades: técnicas de estudio, material disponible, tratamiento de imágenes.



Aspectos morfológicos: suelos, hidrología, glaciario, superficies de erosión.

Aspectos litológicos: rocas sedimentarias, metamórficas, plutónicas y volcánicas.

Aspectos naturales: yacimientos energéticos, minerales metálicos, rocas industriales.

# DOCTORADO EN MINERALOGIA APLICADA

*Departamento responsable: Cristalografía y Mineralogía*

Todos los programas se impartirán todos los cursos.

<i>Títulos</i>	<i>Créditos</i>
Aplicaciones de las arcillas .....	1
Coloidequímica de materiales arcillosos .....	1
Crecimiento de cristales: teorías y técnicas .....	1
Crecimiento de cristales en condiciones alejadas del equilibrio. Cristalización natural .....	1
Dinámica cristalina y sus aplicaciones a la física de los minerales y análogos sintéticos .....	2
Geología de arcillas .....	0,5
Geología y economía del carbón .....	1
Minerales de la arcilla .....	0,5
Seminario de campo .....	3
Técnicas de caracterización e identificación de materiales.	3
Técnicas metalogénicas .....	2
Tipología de yacimientos minerales I.....	1
Tipología de yacimientos minerales II .....	1

## PROGRAMAS

### *Aplicaciones de las arcillas*

*Profesores:* D.<sup>a</sup> Mercedes Doval Montoya,  
D. S. de Aza,  
D. Manuel Caramés Lorite y  
D.<sup>a</sup> Magdalena Rodas González.

#### *Contenidos:*

Geología, composición y génesis de arcillas industriales: caolines, bentonitas, sepiolita y palygorskita. Arcillas cerámicas.

### *Coloidequímica de materiales arcillosos*

*Profesor:* D. J. A. Rausell-Colom.

#### *Contenidos:*

Cargas eléctricas en superficies de arcillas.  
Estabilidad de coloides.  
Distribución de carga y potencial en la doble capa Gouy-Chapman.  
Fuerzas y potenciales de interacción.  
Peptización de suspensiones arcillosas.  
Control de estabilidad de los coloides arcillosos y sus aplicaciones tecnológicas.

### *Crecimiento de cristales: Teoría y técnicas*

*Profesores:* D.<sup>a</sup> Victoria López-Acevedo Cornejo,  
D. Juan Luis Martín-Vivaldi y  
D. Manuel Prieto Rubio.

#### *Contenidos:*

Teoría clásica de la nucleación cristalina.  
Estructura de las superficies cristalinas y mecanismos de crecimiento.  
Cinética del crecimiento cristalino.  
Crecimiento de cristales a partir de soluciones.  
Crecimiento de cristales en geles.  
Técnica de crecimiento de cristales a alta temperatura.

## *Crecimiento de cristales en condiciones alejadas del equilibrio*

*Profesores:* D.<sup>a</sup> Victoria López-Acevedo Cornejo,  
D. Juan Luis Martín-Vivaldi y  
D. Manuel Prieto Rubio.

### *Contenidos:*

- Teoría no-clásica de la nucleación.
- Cristalización metaestable y transformaciones de fase.
- La estructura de las soluciones (métodos de investigación) y sus implicaciones en el crecimiento cristalino.
- Generación cinética de hábitos cristalinos.
- Influencia de las impurezas en la cinética de nucleación y crecimiento cristalino.
- Los experimentos de crecimiento cristalino en la investigación de medios naturales.

## *Dinámica cristalina y sus aplicaciones a la Física de los minerales y análogos sintéticos*

*Profesores:* D. Ramón Coy III y  
D. M. Gregorkizvitch.

### *Contenidos:*

- Bases teóricas y experimentales de la cristalografía dinámica.
- Transiciones en fase en minerales y su interés tecnológico.
- Conducción electrónica e iónica en minerales y análogos sintéticos.
- Termodinámica del cambio iónico en sólidos (ciclosilicatos, ceolitas y feldespatoides).
- Contribución de la física mineral al desarrollo de nuevos materiales.

## *Geología de arcillas*

*Profesora:* D.<sup>a</sup> Mercedes Doval Montoya.

### *Contenidos:*

- Origen de los minerales de la arcilla. Las arcillas en el ciclo geoquímico. Conceptos de herencia, transformación y neoformación.
- Significado paleoambiental de las arcillas: Arcillas de alteración y suelos. Las arcillas en sedimentos marinos y continentales. Los minerales de la arcilla en la diagénesis.

## *Geología y economía del carbón*

*Profesores:* D.<sup>a</sup> Josefina Sierra López y  
D. G. González Irún.

### *Contenidos:*

Geología del carbón a escala mundial.  
Minería fundamental.  
Concentración del carbón.  
Comercial del carbón.  
Carbón y política energética.

## *Minerales de la arcilla*

*Profesores:* D.<sup>a</sup> Magdalena Rodas González y  
D.<sup>a</sup> Mercedes Doval Montoya.

### *Contenidos:*

Estructura, composición mineralógica y geoquímica de las arcillas.  
Principales grupos.  
Propiedades fisicoquímicas de las arcillas.  
Metodología y técnicas de estudio para los materiales arcillosos.

## *Seminario de campo*

*Profesor:* D. José Angel López García.

### *Contenidos:*

Reconocimiento «in situ» de algunos de los principales tipos de yacimientos tratados en los cursos de tipología I y II.

## *Técnicas de caracterización e identificación de materiales*

*Profesores:* D.<sup>a</sup> Magdalena Rodas González,  
D.<sup>a</sup> Mercedes Doval Montoya,  
D. A. Ruiz Amil,  
D. C. Serna,  
D. O. García Martínez,  
D. R. Rojas,  
D. J. Sanz y  
D. J. A. Rausell.

*Contenidos:*

Difracción de rayos X (DRX).

Infrarrojos (IR).

ATD y TG.

Caracterización de minerales interestratificados.

Seminarios de espectroscopía de resonancia magnética nuclear (RMN).

Difracción de rayos X por sustancias de organización cristalina imperfecta.

*Técnicas metalogénicas*

*Profesora:* D.<sup>a</sup> Josefina Sierra López.

*Contenidos:*

Análisis mineralógico y secuencias paragenéticas.

Análisis textural de menas.

Aplicación del análisis mineralógico cuantitativo microvideomat en el tratamiento de menas.

Estudio microtermométrico de inclusiones fluidas.

*Tipología de yacimientos minerales I*

*Profesores:* D.<sup>a</sup> Rosario Lunar Hernández y

D.<sup>a</sup> Elena Vindel Catena.

*Contenidos:*

Caracterización de los principales tipos de yacimientos minerales.

*Tipología de yacimientos minerales II*

*Profesores:* D.<sup>a</sup> Rosario Lunar Hernández,

D.<sup>a</sup> Elena Vindel Catena y

D.<sup>a</sup> Magdalena Rodas González.

*Contenidos:*

Caracterización de los principales tipos de yacimientos minerales.

## DOCTORADO EN PALEONTOLOGIA

*Departamento responsable: Paleontología*

Cursos que se impartirán todos los años:

<i>Título</i>	<i>Créditos</i>
Estadística aplicada a la Paleontología.....	2
Geología del petróleo: utilización geológica de los datos obtenidos en la investigación petrolífera .....	4

Cursos y Seminarios que se impartirán en 1987-1988 y sucesivamente en años alternos:

<i>Título</i>	<i>Créditos</i>
Aplicación de los datos paleontológicos a la detección de discontinuidades sedimentarias.....	1
Eventos bióticos de extinción: su dinámica e interés geológico .....	2
Paleobiología y Bioestratigrafía de los arrecifes y montículos arrecifales del Proterozoico y Paleozoico .....	3
Paleoetología y Paleofisiología .....	3
Paleohistología vegetal .....	3
Paleontología del Cuaternario.....	2
Paleontología y Paleoepidemiología .....	2
Tafonomía .....	3
Técnicas y métodos paleoecológicos.	

Cursos que se impartirán en 1988-1989 y sucesivamente en años alternos:

<i>Título</i>	<i>Créditos</i>
Diagnóstico micropaleontológico e interpretación de microfácies .....	2
Evolución de la flora a través de los tiempos geológicos ..	3
Origen, composición y distribución del carbón en la Península Ibérica .....	3
Paleobiogeografía .....	2
Paleoicnología: aplicaciones paleoecológicas de pistas y huellas fósiles .....	3

# PROGRAMAS

## *Estadística aplicada a la Paleontología*

*Profesor:* D. Juan Luis Arsuaga Ferreras.

### *Contenidos:*

#### Teóricos:

Probabilidad elemental. Suceso aleatorio. Definición de probabilidad matemática. Probabilidad condicionada. Sucesos independientes. Teorema de Bayes. Aplicaciones de la teoría de probabilidad.

Variables aleatorias y distribuciones de probabilidad. Distribuciones discretas y continuas. Momentos. Parámetros: posición, dispersión, asimetría, curtosis. Distribución normal. Teorema central del límite. Distribución binomial. Distribución de Poisson. Otras distribuciones. Aplicaciones al tratamiento descriptivo de un material estadístico.

Inferencia estadística. Distribuciones en el muestreo. Propiedades de los estimadores. Intervalos de confianza.

Contraste de hipótesis. Modelo e hipótesis. Hipótesis nula e hipótesis alternativa. Errores de tipo I y II. Curvas de potencia.

Estadística no paramétrica. Pruebas 1/2: tablas de contingencia; bondad de ajuste. Test de Kolmogorov-Smirnov. Otros tests no paramétricos.

Correlación y regresión. Relación lineal. Regresión lineal. Relaciones no lineales. Distribución conjunta. Coeficiente de correlación.

Introducción al análisis de la varianza. Fundamentos teóricos. Modelos de análisis de la varianza.

Introducción al análisis de conglomerados («Clusters»). Medidas de semejanza, desemejanza y algunas distancias. Métodos de construcción de conglomerados.

Introducción al análisis factorial. Ecuación fundamental del análisis factorial. Métodos de extracción de factores. Rotación de factores: rotación ortogonal y rotación oblicua.

Introducción al análisis discriminante.

Otras técnicas de análisis multivariante.

#### Prácticas:

El curso es de aplicación de técnicas estadísticas y no de teoría estadística, por lo que su filosofía es eminentemente práctica. Además de la resolución de casos prácticos en clase, se recurrirá al ordenador cuando la complejidad del problema así lo requiera, con lo que se extenderán las



enseñanzas del curso al uso de programas estadísticos, fundamentalmente en los análisis multivariantes.

*Geología del petróleo: utilización geológica de los datos obtenidos en la investigación petrolífera*

*Profesor:* D. Fernando Meléndez Hevia.

*Contenidos:*

Datos directos de los sondeos. Estudio de los «cuttings» o «ripios» de los sondeos. Análisis de indicios. Desmuestre. Testigos convencionales. Análisis. Testigos laterales. Análisis. Integración e interpretación de la columna litológica atravesada.

Registros diferidos: diagrañas o logs eléctricos. Tipos de logs. Aparatos de medida. Procesados. Registrados eléctricos: SP, inducción, laterologs y microdispositivos. Registros sínicos. Registros radiactivos: GR, neutrón y densidad y otros. Registro de buzamiento. HDT.

Integración lito-estratigráfica. Logs litológicos. Interpretación detallada de la columna atravesada. Correlación. Cross-plots. Definición de «facies en logs». Dipmeter: análisis detallado de los buzamientos, «geodip» (estratificación cruzada). Integración e interpretación del modelo sedimentológico. Mapas y correlaciones.

*Aplicación de los datos paleontológicos en la detección de discontinuidades sedimentarias*

*Profesora:* D.<sup>a</sup> Soledad Ureta Gil.

*Contenidos:*

Naturaleza discontinua del registro sedimentario. Aspectos litológicos, geométricos y cronológicos.

Discontinuidades sedimentarias: escala y tipos. Criterios paleontológicos de reconocimiento.

Hardgrounds: caracterización y desarrollo. Aspectos paleoecológicos.

Factores y procesos relacionados con el origen de las discontinuidades sedimentarias. Eventos faunísticos asociados.

Algunos ejemplos de utilización de criterios paleontológicos en el reconocimiento y caracterización de discontinuidades sedimentarias en ambientes de plataforma somera y ambientes pelágicos.

### Prácticas:

Excursión al borde suroeste de la Sierra de la Demanda: análisis de las discontinuidades existentes en el aalenense del área de Rabanera, Hontoria-Talveila y Castrovido.

### *Eventos bióticos de extinción; su dinámica e interés geológico*

*Profesor:* D. Antonio Goy Goy.

#### *Contenidos:*

Eventos globales en la historia de la Tierra. Crisis bióticas.

Patrones que rigen los eventos bióticos globales. Eventos de innovación, radiación, expansión y extinción.

Supuestas causas de los eventos bióticos globales. Causas directamente extraterrestres: cambios causados por la revolución del Sistema Solar dentro de la Galaxia, impactos de cuerpos cósmicos.

Causas que tienen su origen en la Tierra. Causas biológicas. Causas abióticas: cambios en el nivel del mar, composición física y/o química de la Tierra, clima, parámetros oceanográficos.

Los eventos bióticos globales y la cuestión de la periodicidad. Casualidad versus series periódicas. Hipótesis sobre la periodicidad de los eventos bióticos.

Criterios ecoestratigráficos para evaluar la magnitud, carácter y duración de los efectos bióticos.

Extinción. Reconocimiento y medida de las extinciones. Supuestas causas de las extinciones masivas. Hipótesis sobre la periodicidad de las extinciones masivas.

Diversificación de los organismos Cambios evolutivos en el Proterozoico. Eventos de extinción del Precámbrico Superior.

Eventos de extinción y radiaciones adaptativas en el Fanerozoico.

Extinciones del Ordovícico Superior, Devónico y Pérmico.

Extinciones del Triásico Superior y Cretácico Superior. Extinciones mayores de categorías superiores de vegetales.

Prácticas de campo:

Excursión de dos días, para visitar afloramientos de la costa de Guipúzcoa, con el fin de realizar observaciones paleontológicas en sedimentos correspondientes a la parte terminal del Mesozoico y basal del Cenozoico, que en este área tienen un notable desarrollo y son motivo de numerosas investigaciones, centradas fundamentalmente en los aspectos que desarrolla este programa.

*Paleobiología y bioestratigrafía de los arrecifes y montículos arrecifales del Proterozoico y Paleozoico*

*Profesores:* D. Antonio Perejón Rincón y  
D.<sup>a</sup> Elena Moreno González de Eiris.

*Contenidos:*

Teóricos:

Los arrecifes como unidades ecológicas activas. Organismos y fenómenos biológicos. Procesos de sedimentación. Génesis del arrecife. Los arrecifes como unidades biológico-sedimentarias. Procesos de enterramiento y diagénéticos. Procesos cársticos en sucesivas exposiciones subaéreas.

Los sedimentos arrecifales en las series estratigráficas. Formas, organismos, texturas, estructuras y relaciones. Importancia de los arrecifes en las interpretaciones paleobiogeográficas.

Interés económico de los arrecifes. Precipitación de los elementos nativos por reducción bacteriana. Cu nativo, galena, piritita, etc. Acumulación cárstica. Oligisto, hematites. Rocas almacén: petróleo y acuíferos.

Bioconstrucciones arrecifales en el Proterozoico. Estructura y composición. Organismos y ambientes. Distribución. Interpretaciones paleobiogeográficas.

Montículos arrecifales en el Cámbrico. Estructuras y composición. Organismos y ambientes. Distribución general en el espacio. Interpretaciones paleobiogeográficas.

Montículos arrecifales en el Cámbrico de España. Afloramiento de las zonas de Ossa-Morena, Centroibérica, Asturoccidental-Leonesa y Cantábrica.

Bioconstrucciones arrecifales en el Ordovícico, Silúrico y Devónico. Estructura y composición, organismos y ambientes. Distribución en el Ordovícico, Silúrico y Devónico. Interpretaciones paleogeográficas. Arrecifes del Devónico de España.

Montículos arrecifales en el Carbonífero y Pérmico. Estructuras y composición. Organismos y ambientes. Distribución general en el espacio. Interpretaciones paleobiogeográficas.

Montículos arrecifales en el Carbonífero de España. Afloramientos de las Zonas de Ossa-Morena, Centro-Ibérica, Asturoccidental-Leonesa y Cantábrica.

Prácticas:

Estudio macro y microscópico de las estructuras organosedimentarias del Proterozoico.

Macro y microfácies de los montículos arrecifales del Cámbrico de Sierra Morena.

Macro y microfácies de los montículos arrecifales del Cámbrico de los Montes de Toledo, Sistema Central y Cordillera Cantábrica.

Macro y microfácies de los arrecifes del Ordovícico, Silúrico y Devónico.

Macro y microfácies de los montículos arrecifales del Carbonífero.

Prácticas de Campo:

Observación y análisis de varios arrecifes de Sierra Morena.

### *Paleontología del cuaternario*

*Profesor:* D. Francisco Alférez Delgado.

*Contenidos:*

La Era Cuaternaria: definición. Límite inferior. El Villafranquiense.

Cronología absoluta del Cuaternario. Métodos no radioactivos (dendrocronología, varvas, etc.) y radiométricos (E.S.R. y series de uranio). Tefrocronología.

Estratigrafía del Cuaternario: formaciones continentales y marinas.

Caracterización osteológica y dentaria de los distintos grupos de mamíferos plio-cuaternarios. Morfología funcional.

Evolución en el Villafranquiense-Cuaternario de los ungulados perisodactilos (équidos y rinocerontidos).

Idem de los ungulados artiodáctilos (rumiantes y no rumiantes). Elefántidos.

Idem. de los carnívoros. Otros grupos.

Faunas del Villafranquiense-Cuaternario Inferior. Idem. del Cuaternario Medio y Superior. Extinciones y renovaciones faunísticas. Principales yacimientos europeos: correlaciones.

El hombre fósil: su evolución en el Cuaternario. Principales yacimientos españoles de interés paleoantropológico.

### *Paleoetología y Paleofisiología*

*Profesor:* D. Bermudo Meléndez Meléndez.

*Contenidos:*

Teóricos:

PALEOETOLOGIA: conceptos y métodos de estudio en los fósiles.

Clasificación de los seres vivos con criterio etológico.

Deformaciones causadas por los procesos tafonómicos.

PALEOEICNOLOGIA: proceso de formación y conservación de icnitas.

Criterios etológicos de clasificación de icnitas.

Interpretación de la conducta del animal que origina la icnita.

PALEOFISIOLOGIA: concepto y métodos: correlación funcional.

Paleofisiología de la nutrición y de la respiración.

Paleofisiología de la reproducción, paleontogenia.

Paleoneurología.

Paleofisiología del desarrollo, alometrías.

Paleobioquímica.

ASOCIACIONES BIOTICAS: parasitismo, simbiosis, inquilinismo.

Asociaciones interespecíficas en un biotopo.

Convivencia y competencia ecológica.

Pirámides tróficas, equilibrio de la biosfera.

PALEOPATOLOGIA: lesiones traumáticas en fósiles, regeneración.

Casos patológicos y teratológicos.

EJEMPLOS DE INTERPRETACION EN INVERTEBRADOS.

Nautiloideos ortocerátidos.

Ammonoideos.

Trilobites.

Cistoideos y blastoideos.

Carpoideos.

Graptolitos.

EJEMPLOS DE INTERPRETACION EN VERTEBRADOS. Co-

nodontos: interpretación como restos de cordados.

Ictiosaurios. Plesiosaurios y mosasaurios.

Pterosaurios.

Dinosaurios: paleofisiología, paleoetología y extinción.

Reptiles sinápsidos.

Prácticas:

Interpretación sobre restos de invertebrados.

Interpretación sobre huellas y pistas de invertebrados.

Interpretación sobre restos de vertebrados.

Análisis de la asociación de fósiles procedentes de un yacimiento.

## *Paleohistología vegetal*

*Profesora:* D.<sup>a</sup> Concepción Álvarez Ramis.

### *Contenidos:*

#### Teóricos:

Las epidermis de los fósiles vegetales. Características de las cutículas.

Tratamiento y preparación de membranas cutinizadas. Rescate de cutículas, dispersas en diversas matrices, por procedimientos químicos.

Rescate de cutículas de compresiones vegetales incluidas en matrices rocosas «Método de transferencia».

Técnica de «papel» en cortes petrográficos seriados.

Estructuras epidérmicas (morfología celular, tricomas, glándulas, etc.). Talófitas endo y epifilas.

Aparato estomático. Sus tipos.

Estudio de cutículas al M.O. y al M.E.B.

Tipos de información que pueden proporcionarnos las epidermis de plantas fósiles.

Estructura de la hoja. Sus tipos.

Determinación de planos de simetría tangencial, radial, transversal, etc.

Estructura anatómica de la raíz. Criterios de identificación.

Estructura anatómica del tallo de helechos (y otras teridófitas), gimnospermas y angiospermas.

Morfología y estructura del óvulo (rudimento seminal) y de las semillas.

Composición y estructura de la esporodermis.

#### Prácticas:

Reconocimiento de estructuras epidérmicas.

Reconocimiento de los principales tipos de cutículas (slides, fotos y esquemas).

Preparación y montaje de restos epidérmicos obtenidos por el alumno en las prácticas de campo. Análisis y estudio.

Estudio de secciones de tallos, raíces, etc.

Estudio y reconocimiento de cortes ópticos de esporodermis.

#### Prácticas de campo:

Toma de muestras en capas turbosas de la serie holocena del alto Tajuña (Guadalajara) o en los lignitos supracretácicos del borde Sur de la Sierra de Guadarrama (Madrid).

## *Paleopatología y Paleoepidemiología*

*Profesora:* D.<sup>a</sup> Pilar Julia Pérez Pérez.

### *Contenidos:*

Concepto y métodos. Objeto y propósito de la paleopatología. Técnicas. Resumen histórico. Fuentes de información para el conocimiento de estados patológicos en el pasado. Paleodemografía. La Paleoepidemiología como objetivo primordial de la Paleopatología. Evolución de la enfermedad en relación con los acontecimientos históricos. Limitaciones de estudio. Problemas que lleva implícito el diagnóstico paleopatológico.

Consideraciones básicas para el estudio de las enfermedades que afectan al hueso. Osteogénesis y reabsorción ósea. Mecanismos y tipos de calcificación. Anatomía radiológica. Aspecto macroscópico del hueso enfermo. Estimación radiográfica de las lesiones óseas. Descripción de términos radiológicos.

La Paleopatología como investigación interdisciplinaria. Relación con otras áreas de conocimientos. Etiologías no patológicas de las imágenes óseas anómalas. Paleontología: tafonomía y pseudopatología. Arqueología. Antropología cultural: intervención artificial deliberada y no intencional. Procesos de acomodación pasiva del esqueleto. Intervenciones terapéuticas. Problemática de la trepanación prehistórica. Deducción de índole paleoterapéutica a partir de fracturas consolidadas en huesos largos. Antropología forense: violencia intraespecífica. Paleoantropología. Antropología biológica. Anatomía: variabilidad. Límites entre lo normal y lo patológico en las imágenes óseas. Historia de la Medicina.

Traumatismos. Fracturas y luxaciones producidas por acción mecánica violenta. Secuelas postraumáticas. Desproporción entre la causa mecánica y el efecto. Lesiones lentas o por sobrecarga. Fracturas patológicas. Otras lesiones producidas por agentes físicos y químicos.

Malformaciones congénitas. Enfermedades sistemáticas del esqueleto: cuadros anatomopatológicos, signos radiológicos y diagnóstico diferencial.

Descripción sistemática de los procesos patológicos adquiridos que afectan al tejido óseo. Disepifisiplasias. Enfermedades por deficiencias. Enfermedades metabólicas. Endocrinopatías. Artropatías de naturaleza degenerativa. Procesos infecciosos. Neoplasias.

Alteraciones óseas relacionadas con neuropatías. Alteraciones óseas relacionadas con trastornos del sistema circulatorio. Enfermedades de etiología desconocida.

Resultado de la investigación paleopatológica. Ejemplos de paleopa-

tología, clasificados por factores etiológicos. Testimonios de enfermedad en homínidos fósiles y otros restos prehistóricos. Testimonios de alteraciones patológicas diagnosticadas en España.

## *Tafonomía*

*Profesor:* D. Sixto Fernández López.

### *Contenidos:*

#### Teóricos:

La Tafonomía como disciplina científica. Origen y desarrollo histórico de la Tafonomía. Significados actuales de los términos fósil y fosilización. Nuevas tendencias y perspectivas de la Tafonomía. Vínculos de la Tafonomía con otras disciplinas científicas.

Tafonomía evolutiva. Entidades registradas y entidades producidas. Niveles de organización y jerarquía tafonómica. Conservabilidad, durabilidad y redundancia. Tafones y evolución tafonómica. Explicaciones funcionales y explicaciones evolutivas en Tafonomía.

Tafonomía funcional. Modalidades de transferencia de materia e información paleobiológicas entre partes inestables y estables de la litosfera. Procesos y mecanismos tafonómicos principales.

Asociaciones registradas y Tafogeografía. Conceptos de asociación utilizados en Paleontología. Estructura o estado de las asociaciones registradas. Diversidad, abundancia y concentración de elementos registrados. Patrones de orientación, inclinación y agrupamiento. Patrones de distribución de los elementos y biotexturas. Tafotopos, tafofacies y tafogeografía.

Producción biogénica y producción tafogénica. Procesos necróticos y patrones de mortalidad. Las entidades biológicas como sistemas productores de restos y/o señales. Factores reguladores o limitantes de la producción biogénica. Modos de producción tafogénica.

Procesos bioestratinómicos relevantes en Geología (I). Degradación-descomposición microbiana. Maceración y desecación. Momificación. Necrocinesis y transporte.

Procesos bioestratinómicos en Geología (II). Transformación-disolución. Relleno y encostramiento preenterramiento. Otras modificaciones bioestratinómicas por factores físicos, químicos y/o biológicos.

Evidencias de alteración bioestratinómica. Ejemplos. Implicaciones paleobiológicas y consecuencias fosildiagnéticas de los resultados bioestratinómicos.



Procesos fosildiagenéticos relevantes en Geología (I). Fermentación. Bioturbación. Reemplazamiento (neomorfismo y cementación). Mineralización (carbonificación, carbonatación, silicificación, puritización y fosfatización). Permineralización. Concreción y modulización.

Procesos fosildiagenéticos relevantes en Geología (II). Distorsión mecánica (gravitacional y tectónica). Alteración tafonómica por factores geotérmicos y metamórficos. Otras modificaciones fosildiagenéticas por factores físicos, químicos y/o biológicos.

Evidencias de alteración fosildiagenética. Ejemplos. Implicaciones bioestratinómicas y paleobiológicas.

Modificaciones tafonómicas de relaciones espacio-temporales. Autoc-tonía y aloctonía de los elementos conservados. Reelaboración y condensación tafonómica. Asociaciones mezcladas, asociaciones condensadas y asociaciones reelaboradas; significado y limitaciones de los conceptos disponibles.

Aplicaciones de la Tafonomía al análisis de cuencas sedimentarias. La transmisión de información paleontológica a través del registro estratigráfico. Capacidad de memoria de los sedimentos. Variaciones en la memoria de las secuencias y los ciclos sedimentarios. Fenómenos tafonómicos relacionados con secuencias y discontinuidades estratigráficas. Significado de los términos sucesión registrática, secuencia registrática y secuencia tafonómica. Relaciones entre bio-sedimentarios y tafosistemas.

Aplicaciones paleobiológicas de la tafonomía. Inferencia de datos paleobiológicos a partir de evidencias tafonómicas. Entidades, sucesiones y secuencias paleobiológicas.

Importancia metodológica de la Tafonomía. Determinabilidad y observabilidad de las entidades registradas. Contrastación de evidencias e inferencias tafonómicas. Utilidad de algunos conceptos tafonómicos para contrastar ecosecuencias pretéritas o la direccionalidad de procesos paleobiológicos evolutivos. Análisis tafonómicos para diagnosticar pseudo-fósiles y falsificaciones.

Prácticas de laboratorio:

Evidencias e inferencias de procesos tafonómicos. Descripción e interpretación de las modificaciones tafonómicas experimentadas por diferentes ejemplares fósiles.

Interpretación del estado mecánico de conservación de los fósiles. Identificación de elementos reelaborados, resedimentados y acumulados. Interpretación de elementos alóctonos y autóctonos.

Descripción e interpretación de asociaciones registradas. Ejemplos de asociaciones mezcladas y de asociaciones condensadas. Implicaciones pa-

leobiológicas, sedimentológicas y estratigráficas de los fenómenos de condensación y mezcla tafonómica.

Análisis tafonómico-funcional. Reconocimiento y comparación de caracteres tafogénicos de interés geológico. Interpretación de las implicaciones biosedimentarias. Ejemplos y problemas de análisis tafonómico-funcional.

Seminario de conceptos, métodos y aplicaciones de la Tafonomía. Algunos problemas fundamentales, controversias y temas conflictivos actuales en Tafonomía. Sugerencias para su resolución.

Prácticas de campo:

Análisis secuencial y variaciones en el registro fósil de los materiales del Dogger en la región de Pozuelo del Campo-El Pedregal (Teruel-Guadalajara).

### *Técnicas y métodos paleoecológicos*

*Profesora:* D.<sup>a</sup> María Dolores Gil Cid.

*Contenidos:*

Métodos generales en Paleoecología.

Paleoautoecología y Paleosinecología.

Análisis morfofuncional.

Caracterización de sucesiones paleoecológicas.

Determinaciones paleoclimatológicas.

Métodos de estudio de las interacciones. Flora. Fauna según el registro fósil.

Análisis cuantitativo. Aplicaciones en Paleoecología.

### *Diagnóstico micropaleontológico e interpretación de biomicrofacies*

*Profesores:* D.<sup>a</sup> María José Comas Rengifo y  
D. Sergio Rodríguez.

*Contenidos:*

Concepto de biomicrofacies. Métodos de estudios.

Utilidad paleontológica, sedimentológica y estratigráfica de las biomicrofacies.

Reconocimiento de restos esqueléticos de macrofósiles en sección delgada.

Reconocimiento de los principales grupos de microfósiles en sección delgada.

Tipos de microfacies estándar.

Biomicrofacies del Paleozoico Inferior de España.

Biomicrofacies del Paleozoico Superior de España.

Biomicrofacies del Jurásico de España.

Biomicrofacies del Cretácico de España.

Biomicrofacies del Cenozoico de España.

### *Evolución de la flora a través de los tiempos geológicos*

*Profesores:* D.º Concepción Alvarez Ramis y

D.ª Teresa Fernández Marrón.

#### *Contenidos:*

Fósiles químicos. Primeras evidencias de vegetación.

Principales yacimientos precámbricos con restos vegetales.

La Era Arqueofítica: evolución de la flora.

Etapas evolutivas de las Charophytas. Su interés bioestratigráfico.

La Era Paleofítica. Aparición y evolución de las criptogramas vasculares.

La evolución de la flora de la Era Mesofítica. El clímax de las Pteridófilas.

Relaciones evolutivas de las Paleopteridales con los helechos de tipo actual.

Aparición y evolución de las gimnospermas, sus relaciones filogénicas con la flora anterior y posterior.

La flora Neofítica, su evolución en relación con la flora actual.

Interés evolutivo de los palinomorfos en Bioestratigrafía.

Relaciones entre los pólenes y las esporas reflejados en los prepólenes paleozoicos.

Aparición, evolución y características de los pólenes del tránsito finicretácico-Paleógeno.

Interés evolutivo de los pólenes fósiles que no se pueden relacionar con formas actuales.

## *Origen, composición y distribución del carbón en la Península Ibérica*

*Profesor:* D. Fernando Fonollá Ocete.

### *Contenidos:*

Origen y génesis de los carbones.

Clases de carbones y su evolución.

Turberas y turbas.

Los lignitos.

Las hullas y las antracitas.

Técnicas de estudio de los carbones minerales.

Macerales, microlitotipos y litotipos en la hulla.

El «rango» de los carbones. Técnicas de estudio.

Madurez de la materia orgánica dispersa en las rocas.

Fiterales conservados en los carbones y sedimentos carbonosos. Técnicas de estudio.

Identificación de los principales tipos de palinomorfos en carbonosas de diferentes edades geológicas.

La palinología en la exploración petrolífera.

## *Paleobiogeografía*

*Profesora:* D.<sup>ª</sup> Nieves López Martínez.

### *Contenidos:*

Teóricos:

*Introducción general.* Presentación y pretensiones del curso. Métodos de trabajo. Concepto de Biogeografía. Divisiones de la Biogeografía y sus relaciones con otras ciencias. Breve historia de la Biogeografía. Terminología: glosario básico de términos biogeográficos.

*Corología.* Introducción y concepto. El área de distribución. Unidades biogeográficas. Concepto, escalas de trabajo y métodos de delimitación de unidades biogeográficas. Corrección de apocorías.

*Biogeografía ecológica.* Concepto. Factores observables que controlan la distribución. Fronteras y barreras. Unidades ecológicas geográficas. Modelos de especiación geográfica: distribución de la variación, especiación alopátrica, simpátrica, cuasisimpátrica y distribución de especies emparentadas. Geografía de las comunidades: Relación especies-área, gradiente de diversidad latitudinal y competición, reemplazamiento y convergencia de vicariantes. El modelo insular de McArthur y Wilson: plan-

teamiento del problema, exposición del modelo, implicaciones y extensión del modelo y críticas y alternativas.

*Biogeografía Histórica.* Concepto. Paleogeografía: bases y aplicación en Biogeografía Histórica, implicaciones metodológicas de la deriva continental y resumen de la paleogeografía ibérica. Dispersión y «centro de origen». Introducción, factores relacionados (barreras, filtros, corredores...), criterios de delimitación de centros de origen y métodos de inferencia en biogeografía histórica. Vicaria e ideas «panbiogeográficas»: Paradigma de Croizat, distribuciones generalizadas y relación entre centro de origen y vicaria. El sistema de Platnick y Nelson y el cladograma de áreas introducción, concepto de cladograma de áreas, el aspecto temporal en la aparición de la barrera y fundamentación y falsabilidad.

*Aspectos finales.* Modelos evolutivos biogeográficos y sus teorías subyacentes. El estado actual de la investigación biogeográfica: disciplinas originarias y paradigmas y líneas principales de investigación. Prospectiva.

Prácticas:

Delimitación de unidades biogeográficas en la Península Ibérica.

Prácticas de análisis de texto.

Resolución de un problema histórico y falsación de la hipótesis.

Soluciones diferentes según escuela y base conceptual utilizada.

*Paleoicnología; aplicaciones paleoecológicas de las pistas y huellas fósiles*

*Profesor:* D. Bermudo Meléndez Meléndez.

*Contenidos:*

Teóricos:

**PALEOICNOLOGIA; ESTUDIO DE HUELLAS Y PISTAS FOSILES.** Introducción a la Icnología y Paleoicnología. Formación y conservación de huellas y pistas fósiles.

Clasificación de las icnitas. Criterios morfológicos y funcionales.

Reconocimiento de icnitas: diferencias con los pseudofósiles.

Técnicas para el estudio de las estructuras biogénicas.

**APLICACIONES EN SEDIMENTOLOGIA Y EN ESTRATIGRAFIA.** Las huellas y pistas fósiles en bioestratigrafía.

Factores limitantes de la bioturbación en la formación de icnitas.

Efectos de la bioturbación en los sedimentos.

Los icnofósiles como indicadores de procesos sedimentarios.

Relaciones entre icnofósiles y diagénesis de los sedimentos.

Erosión biológica: organismos perforantes.

Microbioerosión.

LOS ICNOFOSILES Y LOS PALEOAMBIENTES. Ambientes continentales subaéreos.

Ambientes lacustres y fluviales.

Ambientes costeros e intermareales.

Ambientes marinos de aguas someras con aportes terrígenos.

Los icnofósiles de la «cuarcita armoricana».

Ambientes marinos de aguas someras con sedimentación carbonatada.

Ambientes carbonatados de plataforma continental.

Ambientes del talud continental en aguas profundas.

Los icnofósiles del «flysch» cretácico-eoceno.

Ambientes pelágicos de mares profundos.

INTERPRETACION PALEOETOLOGICA DE LOS ICNOFOSILES. Bases para la interpretación paleoetológica de los icnofósiles.

Clasificación de los seres vivos con criterio etológico.

Relevo de los grupos biológicos en el tiempo: repetición de icnitas.

Criterios etológicos de clasificación de las icnitas.

Interpretación de la conducta del animal que origina la icnita.

Restos orgánicos asociados a las icnitas.

Interpretación anatómica y funcional de las icnitas de vertebrados.

Las huellas de «proto-mamíferos» y «proto-avianos» del Karroo.

Interpretación paleoetológica de las huellas de dinosaurios.

Prácticas:

Estudio e interpretación de icnofósiles, de las colecciones del Departamento de Paleontología.

Análisis y estudio crítico de un trabajo o monografía.

Redacción de un trabajo monográfico.

# DOCTORADO EN PETROLOGIA, GEOQUIMICA Y RECURSOS SEDIMENTARIOS

*Departamento responsable, Petrología y Geoquímica*

Programas que se impartirán el curso 1987-1988 y sucesivamente en años alternos:

<i>Título</i>	<i>Créditos</i>
Aprovechamiento de materiales geológicos: Geoeconomía	4
Diagénesis de la materia orgánica .....	1
Exploración de recursos minerales en rocas sedimentarias	3
Geoquímica sedimentaria .....	3
Propiedades físicas de los materiales sedimentarios .....	2
Rocas silíceas. Metodologías de estudio, génesis y aplicaciones .....	2,5

Programas que se impartirán el curso 1988-1989 y sucesivamente en años alternos:

<i>Título</i>	<i>Créditos</i>
Análisis de la procedencia de areniscas .....	2
Fotogeología aplicada a rocas y recursos minerales sedimentarios .....	4
Propiedades y prospección de rocas industriales .....	5
Técnicas de estudio de sedimentos y rocas sedimentarias .	2

## PROGRAMAS

### *Aprovechamiento de materiales geológicos: Geoeconomía*

*Profesor:* D. Fernando Rambaud Pérez.

#### *Contenidos:*

##### Teóricos:

Ciclos económicos de utilización de rocas y minerales. El hombre en el contexto geológico. Minerales en la historia. Paleorrecursos y protorrecursos. Ciclos económicos y recursos minerales.

Principios de la Geoeconomía. Distribución de yacimientos minerales y sus implicaciones geopolíticas. Recursos y reservas. Precios y mercados. Minerales energéticos. Metales. Minerales industriales. Rocas. Escasez y abundancia de recursos, sustitutos.

Evaluación económica de proyectos de investigación de minerales y rocas. Interrelación entre Geología, tecnología minera, economía y política. Factores a tener en cuenta en un proyecto de investigación de minerales y rocas de interés económico. Cálculo de reservas, leyes y recuperaciones. Costes y precios.

Proyectos de prospección. Planificación. Estudios previos de viabilidad. Definición de modelos y objetivos. Programas de prospección. Fase inicial, estratégica y táctica. Desarrollo de un proyecto mineral.

Rocas ornamentales y materiales para construcción. Productos de cantera. Generalidades. Geología y petrología básica para el estudio de canteras. Materiales ígneos. Materiales metamórficos. Materiales sedimentarios. Materias primas para cemento. Aridos.

Materiales avanzados. Yacimientos y minerales para materiales de tecnologías avanzadas. Litio, berilio, boro, sílice. Tántalo, niobio, tierras raras. Rocas para fibras y materiales químicos. Estudio y valoración de estos tipos de yacimientos. Almacenamiento subterráneo.

##### Prácticas de campo:

El curso se complementaría con una o varias visitas de campo a prospecciones, yacimientos, minas y canteras en los que trabaja o ha trabajado el profesor.

### *Diagénesis de la materia orgánica*

*Profesora:* D.<sup>a</sup> Rafaela Marfil Pérez.

#### *Contenidos:*

Introducción. Tipos de materia orgánica en los sedimentos. Procesos



sedimentarios que controlan la acumulación de materia orgánica en los sedimentos.

Etapas de diagénesis de la materia orgánica: Degradación bioquímica. Policondensación. Insolubilización.

Kerógeno. Bitumen. Gases formados durante la diagénesis. Fósiles geoquímicos. Métodos de analizarlos.

Catagénesis y metagénesis. Formación de hidrocarburos y de gases.

Técnicas de estudio de la materia orgánica global: Pirolisis. Rock-EVAL. El T.A.I. Determinación de paleotemperaturas diagenéticas. Medidas microscópicas del nivel de catagénesis de la materia orgánica sólida. Nivel de grafitización del kerógeno por rayos X.

Asociaciones de minerales de arcilla y ceolitas como geotermómetros y su correlación con la maduración de la materia orgánica.

Análisis de casos prácticos. Depósitos orgánicos modernos: los sapropoles de las lagunas manchegas. Depósitos orgánicos antiguos: los carbones y pizarras bituminosas del Pérmico de la Cordillera Ibérica.

### *Exploración de recursos minerales en rocas sedimentarias*

*Profesor:* D. Rafael Fort González.

#### *Contenidos:*

Exploración geológica: aspectos históricos. Factores que determinan los trabajos de exploración. Etapas de exploración de yacimientos sedimentarios. Tipos de yacimientos sedimentarios.

Criterios de exploración de yacimientos sedimentarios: Estratigráficos, litológicos, estructurales, geoquímicos, sedimentológicos, etc. Afinidad y zonalidad. Metalotectos. La tectónica de placas como criterio de exploración.

Métodos de exploración de recursos sedimentarios. Exploración geofísica. Exploración geoquímica. Exploración mineralométrica. Teledetección. Otros métodos.

Principios de optimización de la red de exploración en grandes áreas. Características del muestreo. Técnicas de muestreo. Pautas de muestreo y volumen de muestra, etc. Fiabilidad del muestreo. Sistematización de los resultados de la exploración.

Exploración de recursos minerales metálicos en rocas sedimentarias. Aluminio y níquel. Hierro y manganeso. Minerales pesados. Uranio. Pb-Zn y Cu-Ag. Interés económico. Tipología de yacimientos. Distribución espacial y temporal. Métodos de exploración de cada uno de los recursos indicados.

Exploración de recursos minerales no metálicos en rocas sedimentarias: carbón, petróleo, fosfatos, fluoritas, cuarzos y feldespatos y arcillas especiales. Interés económico. Tipología de yacimientos. Distribución espacial y temporal de los recursos. Métodos de exploración de cada uno de los recursos indicados.

### *Geoquímica sedimentaria*

*Profesor:* D. Manuel Bustillo Revuelta.

#### *Contenidos:*

Encadre histórico de la geoquímica sedimentaria en la geoquímica global. Perspectivas futuras.

Bases fisicoquímicas de la geoquímica sedimentaria: relaciones actividad-concentración, disolución-precipitación y diagramas Eh-pH.

Técnicas instrumentales en geoquímica sedimentaria: problemas específicos de los materiales sedimentarios.

Métodos de puesta en solución para los diferentes tipos de rocas sedimentarias: silicatos, carbonatos, evaporitas y sulfatos complejos.

Análisis de los datos geoquímicos: clasificación de los errores, tipos de distribuciones y tests estadísticos: t de Student y chi-cuadrado.

Geoquímica de rocas carbonáticas: estudio de elementos traza: incorporación de elementos en los minerales carbonatados y su evolución diagenética.

Los isótopos estables ( $C^{13}$  y  $O^{18}$ ) en rocas carbonáticas: su aplicación al estudio paleoambiental. Las tierras raras en carbonatos, consideraciones genéticas.

Geoquímica de evaporitas: conceptos de coeficiente de distribución en el estudio de elementos traza. El bromo y el rubidio como indicadores del ciclo evaporítico.

Los isótopos estables ( $S^{34}$  y  $O^{18}$ ) en sedimentos evaporíticos: implicaciones paleoambientales.

Geoquímica de rocas silíceas: sílex estratificados y sílex nodulares. Su interpretación en base al estudio de elementos mayores, menores y tierras raras.

Geoquímica de arcillas: su aplicación al análisis de ambientes geotectónicos.

Geoquímica de los depósitos minerales sedimentarios: yacimientos de manganeso, uranio y plomo-zinc.

Geoquímica de la materia orgánica: su aplicación al estudio de yacimientos de carbón e hidrocarburos.

Hidrogeoquímica: estudio geoquímico de los diferentes tipos de aguas (marinas, meteóricas y diagenéticas) y sus aplicaciones.

### *Propiedades físicas de los materiales sedimentarios*

*Profesores:* D. J. L. López Marinas y  
D. José Pedro Calvo Sorando.

#### *Contenidos:*

Concepto de suelo y roca sedimentaria. Parámetros incidentes en la diferenciación de sus propiedades físicas.

Propiedades físicas determinables en materiales sedimentarios. Definición y unidades de medidas.

Propiedades físicas relacionadas con las características texturales. Escalas granulométricas. Determinación de la granulometría en mecánica de suelos.

Propiedades físicas relacionadas con propiedades de conjunto (fábrica). Porosidad, peso específico, índice de densidad. Métodos directos e indirectos de medida. Análisis de permeabilidad.

Consistencia de suelos. Conceptos y métodos de determinación de límites de Atterberg.

Clasificación de suelos.

Compresibilidad de suelos. Ensayos.

Compactación de suelos. Ensayos.

Análisis de la deformación y rotura en suelos y rocas sedimentarias. Ensayos y aplicaciones.

Características de masas de suelos y rocas sedimentarias. Homogeneidad, continuidad e isotropía.

Aplicación del análisis de propiedades físicas en proyectos de emplazamiento, valoración o estudios de alteración.

### *Rocas silíceas, metodologías de estudio, génesis y aplicaciones*

*Profesor:* D. Manuel Bustillo Revuelta.

#### *Contenidos:*

Generalidades y conceptos básicos. Introducción. Componentes orgánicos e inorgánicos de las rocas silíceas sedimentarias. Clasificación y nomenclatura de rocas silíceas sedimentarias: criterios y equivalencias entre la terminología inglesa y francesa. Glosario de términos.

Geoquímica sedimentaria de la sílice. Solubilidad y formas de sílice

en solución. Ciclo biogeoquímico de la sílice en ambiente marino: sílice disuelta, extracción biológica, regeneración y sedimentación. El ciclo de la sílice en ambiente lacustre: lagos dulces y lagos salinos.

Minerales y texturas de las rocas silíceas sedimentarias: Metodologías de estudio. Mineralogía por difracción de RX. Texturas de cuarzo. Texturas opalinas. Índices de cristalinidad del cuarzo. Estados de ordenación del ópalo C-T.

Rocas silíceas orgánicas. Condiciones que favorecen la profusión y acumulación de organismos silíceos. Diatomitas. Radiolaritas. Rocas silíceas con fuente de sílice orgánica y mecanismos de génesis inorgánica. Ambientes de formación de rocas silíceas orgánicas.

Rocas silíceas inorgánicas. Mecanismos de formación. Precipitación directa de sílice. Reemplazamiento de rocas preexistentes (silicificación). Transformación de fases previas de composición silícea. Ambientes preferentes de formación de rocas silíceas inorgánicas. Silcretas.

Estructuras en rocas silíceas sedimentarias. Estructuras heredadas. Estructuras adquiridas durante el proceso de formación. Estructuras de deformación.

Diagénesis de rocas silíceas sedimentarias. Transformaciones de los minerales de la sílice: Secuencias diagenéticas. Factores que influyen en alteración de las secuencias diagenéticas usuales. Procesos de cementación. Recristalización del cuarzo.

Petróleo y yacimientos minerales asociados a rocas silíceas sedimentarias. Participación de la sílice biogénica en las apariciones de petróleo. Fases opalinas como sustrato de adsorción de uranio. Depósitos de hierro, manganeso, baritina y fosfatos relacionados con rocas silíceas sedimentarias.

### *Análisis de la procedencia en areniscas*

*Profesor:* D. José Arribas Mocoroa.

#### *Contenidos:*

Teóricos:

Introducción, definiciones, objetivos y bibliografía básica.

Criterios y metodología.

La composición global de las areniscas.

Los cuarzós: métodos, interpretación de los datos, aplicaciones y limitaciones. Ejemplos.

Los feldspatos: métodos, interpretación de los datos, aplicaciones y limitaciones. Ejemplos.

Los fragmentos de roca: métodos, interpretación de los datos, aplicaciones y limitaciones. Ejemplos.

Los minerales pesados: métodos, interpretación de los datos, aplicaciones y limitaciones. Ejemplos.

Prácticas:

Técnicas analíticas específicas.

Aplicación a casos concretos de la geología española.

### *Fotogeología aplicada a rocas y recursos minerales sedimentarios*

*Profesora:* D.<sup>a</sup> María Angeles García del Cura.

*Contenidos:*

Características fotogeológicas de los sedimentos y rocas detríticas: depósitos actuales y rocas estratificadas.

Características fotogeológicas de las rocas carbonáticas. El sistema kárstico. Encostramientos carbonatados.

Características fotogeológicas de las rocas salinas. Medios actuales de sedimentación salina.

Nociones básicas de fotogrametría.

Cubicación de canteras: Rocas sin estratificar, rocas con estratificación horizontal y rocas con estratificación inclinada.

Evaluación del impacto ambiental de las explotaciones de recursos minerales a cielo abierto.

Evaluación del impacto ambiental de las explotaciones de combustibles fósiles sólidos. Lavaderos y acumulaciones de estériles.

Rehabilitación del impacto ambiental de las explotaciones de recursos minerales a cielo abierto.

La fotogeología y las etapas previas de la prospección de recursos: Aplicación especial a la prospección aluvionar. La fotogeología y las campañas de prospección geoquímica.

Aplicación de los sensores remotos a la prospección de recursos minerales.

### *Propiedades y prospección de rocas industriales*

*Profesor:* D. Salvador Ordóñez Delgado.

*Contenidos:*

Aspectos económicos y tipología de las rocas industriales.

Rocas industriales en la construcción: áridos, aglomerantes, cerámicos, refractarios y vidrios.

Rocas ornamentales y de decoración: recubrimientos y rocas de techar.

Fertilizantes: sales potásicas, fosforitas y materias primas para la fabricación del ácido sulfúrico.

Las sales sódicas para la industria química: cloruros, sulfatos y carbonatos.

Salmueras complejas. La recuperación del bromo, yodo, boro...

Fluoritas.

Fibras minerales.

Absorbentes y cargas: minerales de la arcilla, diatomitas y ceolitas.

Las rocas industriales y las nuevas tecnologías: sales de litio y metales ligeros (magnesio, titanio y aluminio). Sales de estroncio.

### *Técnicas de estudio de sedimentos y rocas sedimentarias*

*Profesor:* D. José Andrés de la Peña Blasco.

#### *Contenidos:*

Introducción. Objetivos. Bibliografía básica.

El muestreo.

Marcha analítica en el laboratorio: elección de las técnicas adecuadas en función del tipo de muestras y objetivos propuestos.

Técnicas previas: secciones pulidas. Láminas delgadas, réplicas, tinciones de carbonatos y silicatos, análisis mecánicos, análisis modales, separación de minerales según diversas técnicas, impregnación con resinas.

Técnicas específicas: la aplicación a la Petrología sedimentaria de difracción de rayos X, MEB-EDAX, microsonda electrónica y catodoluminiscencia.

Tratamiento de datos.

Prácticas:

El desarrollo de las clases teóricas irá acompañado de las prácticas correspondientes tanto de campo como de laboratorio.

# DOCTORADO EN PETROLOGIA, GEOQUIMICA Y RECURSOS ENDOGENOS

*Departamento responsable: Petrología y Geoquímica*

Programas que se impartirán el curso 1987-1988 y sucesivamente en años alternos:

<i>Título</i>	<i>Créditos</i>
Aprovechamiento de materiales geológicos: Geoeconomía	4
Elementos traza en Petrología .....	1
Génesis de asociaciones plutónicas graníticas .....	1,5
Procesos hidrotermales: los fluidos en la corteza terrestre	1,5
Riesgo volcánico y energía geotérmica.....	2
Seminario de petrología metamórfica práctica.....	4
Técnicas instrumentales en Geoquímica .....	4

Programas que se impartirán el curso 1988-1989 y sucesivamente en años alternos:

<i>Título</i>	<i>Créditos</i>
Geocronología y geoquímica isotópica.....	4
Geología planetaria: procesos y materiales endógenos .....	2,5
Técnicas petrográficas .....	4
Termodinámica de procesos endógenos .....	4
Tratamiento de datos en Petrología y Geoquímica.....	1,5

## PROGRAMAS

*Aprovechamiento de materiales geológicos: principios de geoeconomía*

*Profesor:* D. Fernando Rambaud Pérez.

*Contenidos:*

Teóricos:

Ciclos económicos de utilización de rocas y minerales. El hombre en el contexto geológico. Minerales en la historia. Paleorrecursos y protorrecursos. Ciclos económicos y recursos minerales.

Principios de geoeconomía. Distribución de yacimientos minerales y sus implicaciones geopolíticas. Recursos y reservas. Precios y mercados. Minerales energéticos. Metales. Minerales industriales. Rocas. Escasez y abundancia de recursos, sustitutos.

Evaluación económica de proyectos de investigación de minerales y rocas. Interrelación entre Geología-Tecnología minera-economía-política. Factores a tener en cuenta en un proyecto de investigación de minerales y rocas de interés económico. Cálculo de reservas, leyes, recuperaciones. Costes y precios.

Proyectos de prospección. Planificación. Estudios previos de viabilidad. Definición de modelos y objetivos. Programas de prospección. Fases inicial, estratégica y táctica. Desarrollo de un proyecto mineral.

Rocas ornamentales y materiales para construcción. Productos de cantera. Generalidades. Geología y petrología básica para el estudio de canteras. Materiales ígneos. Materiales metamórficos. Materiales sedimentarios. Materias primas para cemento. Aridos.

Materiales avanzados. Yacimientos minerales para materiales de tecnologías avanzadas. Litio, berilio. Boro, sílice, tántalo, niobio, tierras raras. Rocas para fibras y materiales especiales. Nuevos fertilizantes y materiales químicos. Estudio y valoración de estos tipos de yacimientos. Almacenamiento subterráneo.

Prácticas de campo:

El curso se complementaría con una o varias visitas de campo a prospecciones, yacimientos, minas y canteras en los que trabajó o ha trabajado el profesor.

*Elementos traza en Petrología*

*Profesor:* D. Eumenio Ancochea Soto.

*Contenidos:*

Propiedades geoquímicas generales y abundancia de los elementos trazas.



Incorporación de los elementos traza a los minerales en los procesos ígneos. Coeficiente de reparto. Influencia de la presión, temperatura y composición.

Mineralogía de los elementos traza.

Elementos traza en meteoritos. Elementos traza en el manto superior.

Elementos traza en los procesos petrogenéticos. Modelos de fusión, cristalización, contaminación y mezcla.

Elementos móviles e inmóviles.

Discriminación de series de rocas ígneas y de ambientes geodinámicos mediante elementos traza.

Técnicas de determinación de elementos traza.

### *Génesis de asociaciones plutónicas graníticas*

*Profesores:* D. Carlos Villaseca González y  
D.<sup>a</sup> Pilar Andonaegui Moreno.

#### *Contenidos:*

Clasificación y diversidad de rocas graníticas. Ambientes geodinámicos de afloramiento: áreas fuente y mecanismos de fusión.

El problema de las rocas básicas asociadas a los granitos. Ejemplo 1: la suite gabro-tonalita-trondjemita del sudoeste finlandés. Ejemplo 2: peridotitas-gabros-dioritas del hercínico de Córcega.

Los granitos de complejos calcoalcalinos. Ejemplo 1: la asociación calcoalcalina hercínica de Córcega. Ejemplo 2: los complejos calcoalcalinos de Pirineos.

Los granitos aluminipotásicos: el macizo hercínico de la Margeride. Los granitos calcoalcalinos monzoníticos: las series hercínicas corsas.

Las asociaciones graníticas del área de Toledo. La asociación peraluminica tonalita-adamellita-leucogranito del macizo sintectónico de Guajaraz. Los granitos y adamellitas postectónicos del macizo de Mora-Las Ventas.

Prácticas de campo:

Trabajo de campo en el área granítica del sur de Toledo.

### *Procesos hidrotermales: los fluidos en la corteza terrestre*

*Profesor:* D. César Casquet Martín.

#### *Contenidos:*

Aspectos químicos: composición de los fluidos. Componentes voláti-

les. Sales disueltas. Solubilidad de minerales. El sistema C-O-H-S-Na-Cl. Efectos de la  $fO_2$  sobre la especiación. Ionización e hidrólisis. Estratificación química de los fluidos en la corteza. Origen de los fluidos hidrotermales. La aportación del manto.

Aspectos físicos: equilibrio de fases en fluidos geológicos con uno o más componentes ( $H_2O$ ,  $H_2O-ClNa$ ,  $H_2O-CO_2$ , etc.). Efecto de los componentes disueltos. Inmiscibilidad. Curvas de condensación (DPC) y de ebullición (BPC). Puntos críticos. Propiedades volumétricas de los fluidos. Isocoras. Ecuaciones de estado. Ecuación de Redlich-Kwong modificada (MRK).

Contribución de los fluidos al equilibrio mineral: Reacciones de desvolatilización metamórficas ( $H_2O \pm CO_2$ ). Tamponamiento de la fase fluida (sistemas abiertos y cerrados). Efecto de  $PF$   $PL$  sobre el equilibrio mineral. Control de la fugacidad de oxígeno. Sistemas tampón naturales. Determinación de la composición del fluido a partir de la paragénesis mineral. Fusión de las rocas. Efectos de la fase fluida.

El fluido en la roca: localización del fluido a escala microscópica en la roca. Factores que controlan la circulación del fluido. Infiltración y difusión. Las discontinuidades tectónicas como vías de circulación de fluidos en la corteza. El ámbito dúctil y el ámbito frágil. Convección cortical de los fluidos.

Aspectos mecánicos: contribución de los fluidos a la deformación de materiales rocosos. Fracturación asistida. Fracturación hidráulica. Presión-disolución. Estructuras ligadas a los procesos de dewatering (brechas hidráulicas, esquistosidad de fractura, etc.).

Fluidos y mineralizaciones: ebullición secundaria en los magmas. La etapa pegmatítica. Fraccionación y transporte de metales. La etapa hidrotermal. Precipitación mineral. Importancia de la ebullición. Campos geotérmicos. Formaciones metasomáticas (skarns, greisens, episienitas).

Análisis de los fluidos geológicos: inclusiones fluidas. Tipología. Identificación de los componentes. Medidas crioscópicas. Condiciones de captura (presión-temperatura). La isocora. Temperaturas de homogenización. Las inclusiones fluidas como geotermómetros y geobarómetros.

### *Riesgo volcánico y energía geotérmica*

*Profesores: D. Eumenio Ancochea Soto y  
D. José María Fúster Casas.*

#### *Contenidos:*

Actividad volcánica y riesgo volcánico.

Mecanismos de erupción, productos volcánicos y su peligrosidad. Algunos casos representativos.

Efectos sobre el hombre y propiedades.

Efectos climáticos.

Peligrosidad y riesgo. Aspectos sociales. Percepción y aceptación del riesgo.

Medidas de vigilancia y previsión. Métodos geofísicos y geoquímicos.

Medidas de protección activas y pasivas.

Desarrollo de planes de vigilancia y emergencia. Papel de los científicos y de las autoridades.

El riesgo volcánico en España.

El fenómeno geotérmico. Principios fundamentales. Sistemas geotérmicos.

Áreas y campos geotérmicos.

Localización y utilización de campos geotérmicos.

Efectos ambientales de la utilización de la energía geotérmica.

El futuro de la energía geotérmica. Posibilidades geotérmicas en España.

### *Seminario de Petrología metamórfica práctica*

*Profesor:* D. Ricardo Arenas Marín.

#### *Contenidos:*

Elementos básicos en Petrología metamórfica. Aspectos generales. Condiciones y tipos de metamorfismo. El metamorfismo en el espacio y en el tiempo.

La fábrica de las rocas metamórficas. Fábricas estables e inestables. Repartición de la deformación. Nucleación y crecimiento de porfiroblastos. Disolución y transferencia en solución.

Interpretación de aureolas de contacto. Modelos térmicos y su aplicación a sistemas naturales. Ejemplos prácticos.

Trayectorias P, T, t. Gradiente geotérmico, gradiente metamórfico de campo y trayectoria P, T, t. Etapas de desarrollo de las trayectorias. Tipos de trayectorias y su interpretación en regiones colisionales. Mapas clásicos de isogradas versus trayectorias. Ejemplos.

Quimografía de minerales y rocas metamórficas. Sistemas de tres y cuatro componentes. Representación de sistemas multicomponentes mediante análisis de Schreinemaker. Ejemplos prácticos.

Formulación de análisis de minerales obtenidos por microsonda electrónica. Fundamentos de la microanalítica. Estimación de la relación

$Fe^{3+}/Fe^{2+}$  por el método del balance de cargas. Sistemática de los minerales metamórficos principales. Ejemplos prácticos.

Minerales metamórficos. Clasificación y evolución durante el metamorfismo de las especies principales.

Interpretación del zonado composicional de los minerales metamórficos. Mecanismos de crecimiento. Zonado de crecimiento continuo y discontinuo. Zonado por difusión.

Termometría y barometría. Redes petrogenéticas. Termometría de intercambio y de exsolución. Barometría mediante reacciones sólido-sólido. Otros métodos. Ejemplos.

Termobarometría lineal en minerales zonados. Métodos para la zonación de anfíboles y granates. Ejemplos prácticos.

Aplicación de las técnicas de mínimos cuadrados al estudio de reacciones metamórficas. Ajuste de reacciones y métodos estimativos de la validez. Ejemplos prácticos.

Isótopos estables. Terminología y patrones. Volatilización metamórfica. Evolución en metamorfismo de contacto y regional.

Prácticas de campo:

El seminario incluye dos prácticas de campo, de un día de duración, centradas en la metodología de trabajo sobre el terreno en regiones metamórficas: cartografía, recogida de datos petrológicos y estructurales, muestreo y análisis detallado de los contactos y límites de las rocas metamórficas.

### *Técnicas instrumentales en geoquímica*

*Profesor:* D. Alfredo Hernández-Pacheco.

#### *Contenidos:*

Teóricos:

Los datos geoquímicos. Fuentes de datos y clases de muestras. Planteamiento del problema geoquímico y esquema de realización. Elección de las muestras y de las técnicas analíticas apropiadas. Técnicas destructivas y técnicas no destructivas. Técnicas químicas y técnicas físicas de análisis. Constituyentes a determinar. Elementos mayores y elementos menores y trazas. Determinación de relaciones isotópicas.

Expresión de los resultados analíticos. Muestras estándar o de referencia. Estándares internacionales. Preparación de soluciones patrones. Errores, precisión y exactitud de los resultados analíticos.

Toma de muestras. Preparación de las mismas para las distintas técnicas analíticas empleadas. Machacado, pulverización, cuarteado y tami-

zado. Tipos de machacadoras, molinos y tamices. Problemática de estas operaciones previas.

Técnicas analíticas de Vía Húmeda. Descomposición y disolución de la muestra. Muestras silicatadas, menas metálicas y minerales. Tratamiento de sedimentos y suelos. Preparación de las soluciones problema y de las soluciones patrones.

Técnicas fotocolorimétricas. Fundamentos e instrumentación.

Técnicas espectrométricas de emisión. Fotometría de Llama. Fundamentos e instrumentación.

Técnicas espectrométricas de absorción. Espectrometría de absorción atómica. Fundamentos e instrumentación.

Técnicas espectrométricas de fluorescencia de rayos X. Fundamentos e instrumentación. Análisis cualitativo. Interpretación de los espectrogramas. Análisis cuantitativo: elementos mayores y menores. Métodos de programación y cálculo para la determinación de concentraciones.

Otras técnicas analíticas químicas e instrumentales. Técnicas gravimétricas y volumétricas. Titraciones con E.D.T.A. Técnicas de separación y de extracción en fases inmiscibles.

Prácticas de laboratorio:

Entrega de taquillas y de material de laboratorio para el análisis químico por técnicas de Vía Húmeda. Práctica de pesada en una balanza de precisión.

Disolución de la muestra para su análisis por Vía Húmeda. Determinación gravimétrica del  $H_2O$  total. Determinación titrimétrica de  $FeO$ .

Tratamiento de la muestra disuelta para su análisis por técnicas de Vía Húmeda. Preparación de soluciones patrones para las técnicas de fotocolorimetría.

Determinación fotocolorimétrica de  $Fe_2O_3$ .

Preparación de soluciones patrones para las técnicas de fotometría de llama. Determinación de álcalis ( $Na_2O$  y  $K_2O$ ) por técnicas de FL1.

Determinación de un elemento por técnicas de absorción atómica (A.A.). Aplicación a un elemento menor.

Tratamiento previo de una muestra para su posterior análisis. Machacado, cuarteado y tamizado.

Fundamentos de un espectrómetro de fluorescencia de rayos X (F.R.X.) y su utilización. Preparación de perlas para el análisis químico de elementos mayores. Preparación de pastillas para el análisis de elementos menores.

Realización de un barrido para el análisis cualitativo por técnicas de F.R.X.

Análisis cuantitativo de elementos mayores por técnicas F.R.X.

Métodos de programación y cálculo en el análisis cuantitativo por técnicas de F.R.X.

### *Geocronología y geoquímica isotópica*

#### I. Geocronología y geoquímica de isótopos radiogénicos.

*Profesora:* D.<sup>a</sup> Elisa Ibarrola Muñoz.

##### *Contenidos:*

Geocronología. Definición. Medida del tiempo. El tiempo geológico. Antecedentes. Descubrimiento de la radiactividad. Dataciones radiométricas.

Conceptos básicos. Estructura interna del átomo. Mecanismos de desintegración radiactiva. Leyes de desintegración radiactiva. Vida media. Ecuación básica de la datación radiométrica.

Condiciones de determinación de edad radiométrica. Isótopos utilizables en Geología. Determinación de «vida media».

Metodología. Espectrómetro de masa. Ecuaciones fundamentales. Obtención e interpretación de un espectrograma de masa.

Técnicas analíticas. Disolución isotópica. Fórmulas de cálculo.

Método Rb-Sr. Descripción del método. Geoquímica del Rb y del Sr. Materiales utilizables. Materiales «comagmáticos» o «cogenéticos». Isocronas. Relación isotópica inicial.

Perturbaciones geológicas. Metamorfismo: procesos de redistribución Rb-Sr. Metamorfismo de contacto y metamorfismo regional: evolución de materiales cogenéticos. Edades concordantes y discordantes.

Isótopos de estroncio en petrogénesis. Evolución isotópica del estroncio terrestre. Manto superior-corteza continental. Rocas volcánicas: variaciones de  $\text{Sr}^{87}/\text{Sr}^{86}$  en los distintos grupos y ambientes geotectónicos. Implicaciones petrogenéticas: contaminación, inhomogeneidades. Rocas graníticas: datos de  $\text{Sr}^{87}/\text{Sr}^{86}$  inicial. Interpretación y discusión en cuanto a su origen.

Método K-Ar. Fundamentos y metodología. Dominio de aplicación. Argón extraño. Pérdida de argón: procesos de difusión y temperatura de bloqueo.

Posibilidades y limitaciones del método K-Ar: rocas volcánicas, plutónicas, metamórficas.

Método Ar  $^{40}/\text{Ar}^{39}$ . Principios del método. Técnica de incrementos térmicos. Diagramas de correlación de isótopos. Isocronas K-Ar.

Métodos U-Pb, Th-Pb. Fundamentos y metodología. Diagrama «con-

cordia». Modelos alternativos de interpretación. Isocronas U-Pb, Th-Pb y Pb-Pb. Posibilidades de aplicación de los métodos U-Pb, Th-Pb.

Método de Pb común. El modelo Holmes-Houterman. Geocronas. Edad de los meteoritos y la Tierra. Interpretación de plomos anómalos.

Isótopos de plomo en rocas basálticas de distintos ambientes geotectónicos. Pb mantélico. Modelo episódico y modelo continuo. Isótopos de Pb en la corteza.

Método Samario-Neodimio. Dominio de aplicación. Modelo «Chondritic Uniform Reservoir» (C.H.U.R.): discusión y ejemplos de aplicación.

Significado de las relaciones isotópicas «iniciales»  $Nd^{143}/Nd^{144}$  en petrogénesis. Correlaciones isotópicas Nd-Sr-Pb. Modelos evolutivos corteza-manto: crecimiento de la corteza continental. Origen de los granitos.

Método de las trazas de fisión. Fundamentos y metodología: fisión nuclear espontánea o inducida, trazas de fisión, cicatrización. Posibilidades y ventajas de aplicación del método. Método de los halos pleocroicos.

Método del carbono 14. Fundamentos. Variaciones del contenido de carbono 14 en la atmósfera, fraccionación isotópica. Metodología. Aplicaciones en Geología, Arqueología y Oceanografía.

Resultados geocronológicos. Interpretación de datos geocronológicos discordantes.

Resultados globales: escalas geológicas del Fanerozoico.

## II. Geoquímica de isótopos estables

*Profesora:* D.<sup>a</sup> María José Pellicer Bautista.

Características de los isótopos y procesos de fraccionación.

Propiedades isotópicas de algunos elementos: hidrógeno, carbono, oxígeno, azufre, selenio, nitrógeno, silicio, boro, metales alcalinos y alcalinotérreos.

Variaciones de las relaciones de isótopos estables en la Naturaleza. Materiales extraterrestres.

Rocas ígneas. Relaciones  $O^{18}/O^{16}$  en diversos tipos de rocas ígneas. Relaciones D/H, composición isotópica de C, de S y de N en rocas ígneas.

Gases volcánicos y fuentes termales.

Inclusiones fluidas en minerales y rocas.

Depósitos minerales. Origen de los fluidos mineralizantes. Composición de los isótopos de S en los depósitos hidrotermales. Carbonatos hidrotermales. Sulfatos hidrotermales. Variación del  $S^{34}$  en depósitos metamórficos. Alteración de roca de caja.

Rocas metamórficas. Relaciones D/H, composición isotópica de C, de

S y de N en rocas metamórficas. Variaciones de  $K^{41}/K^{39}$  en aureolas de contacto.

### *Geología planetaria: procesos y materiales endógenos*

*Profesores:* D. Francisco Anguita Virella,  
D.ª Soledad Fernández Santín y  
D. Alfredo Hernández-Pacheco.

#### *Contenidos:*

La investigación del Sistema Solar como revolución científica.

El origen del Sistema Solar: aspectos dinámicos y aspectos geoquímicos.

La evolución posterior del Sistema Solar.

Relación entre los aspectos tectónicos y petrogenéticos en la evolución de los planetas terrestres y de los satélites de los planetas gigantes.

El vulcanismo en el Sistema Solar. Similaridades y diferencias entre procesos volcánicos en la Tierra, Marte, Mercurio, la Luna, Venus e Io.

Aspectos petrológicos y geoquímicos de la evolución de los planetas terrestres. La Luna como sistema geoquímico. Geoquímica de los meteoritos.

Los planetas gigantes.

Los cuerpos menores del Sistema Solar: asteroides, sistemas de anillos, la nube de Oort.

Historia geológica comparada de los planetas del Sistema Solar.

### *Técnicas petrográficas*

*Profesora:* D.ª Soledad Fernández Santín.

#### *Contenidos:*

Métodos de separación de minerales de las rocas (1). Métodos químicos. Métodos físicos. Tratamiento previo: triturado, tamizado, lavado y secado de la muestra. Separación por corrientes de agua. Elutriación.

Métodos de separación de minerales de las rocas (2). Métodos de separación magnética. Manejo de los separadores magnéticos Carpc y Frantz.

Métodos de separación de minerales de las rocas (3). Métodos de separación por densidad. Principales líquidos densos utilizados y sus disolventes. Preparación de líquidos de densidades intermedias a partir de dos líquidos de densidades conocidas. Control de la densidad de un líquido.



Preparación de secciones delgadas. Procedimiento de rutina para la preparación de una sección delgada transparente a partir de una roca compacta. Procedimiento de rutina para la preparación de una sección pulida para microscopía de reflexión. Procedimiento de rutina para la preparación de secciones delgadas pulidas para microsonda electrónica.

Métodos de tinción en secciones delgadas. Métodos de tinción en feldespatos. Diferenciación de feldespatos potásicos de plagioclasa y de cuarzo. Métodos de tinción de carbonatos. Diferenciación de calcita, de dolomita y de otros carbonatos. Diferenciación por tinción de plagioclasa y cordierita. Tests microquímicos para la identificación de algunos minerales.

Medida del índice de refracción. Determinación del índice de refracción de líquidos. Manejo de refractómetros. Determinación del índice de refracción de granos minerales inmersos en un líquido. Manejo del microrrefractómetro. Medidas en minerales uniáxicos. Medidas en minerales biáxicos. Platina de aguja.

Platina universal de cuatro ejes. Montaje y centrado de la platina universal. Medida de elementos cristalográficos del cristal, planos de exfoliación, bordes idiomorfos del cristal, planos de macla, etc. Medida de la indicatriz óptica de un cristal: determinación del eje óptico en minerales uniáxicos; determinación de los ejes y del 2V en minerales biáxicos. Métodos ortoscópico y conoscópico. Proyección de los resultados en la plantilla de proyección estereográfica de Wulff.

Determinación de la birrefringencia de un mineral. Orientación de un mineral con ayuda de la platina universal para determinación de su birrefringencia. Manejo de los compensadores de Berek y Ehringhaus.

Determinación de plagioclasas. Obtención del tanto por ciento de An en las plagioclasas macladas con ayuda de la platina universal. Métodos de Van der Kaaden, Khöler y Emmons. Método de Rittmann para el estudio de plagioclasas zonales.

### *Termodinámica de procesos endógenos*

*Profesor:* D. César Casquet Martín.

#### *Contenidos:*

Aspectos históricos. La termodinámica aplicada a la petrología y a la mineralogénesis. Estado actual y tendencias.

Repaso de conceptos termodinámicos fundamentales.

Reacciones sólido-sólido en procesos metamórficos. Ejemplos.

Reacciones sólido-fluido en procesos metamórficos e hidrotermales a

T media-alta. Reacciones de deshidratación y decarbonatación. Reacciones con mezcla de volátiles. Ejemplos.

La fase fluida en los procesos endógenos. Estado físico. Ecuaciones de estado.

El ámbito hidrotermal a baja T. Disoluciones acuosas electrolíticas. Ecuación de Debye-Huckel. Reacciones de hidrólisis y redox. Diagrama de actividad. Inmiscibilidad de fluidos e implicaciones petrogenéticas.

El equilibrio en los procesos metamórficos. Aplicación de la regla de las fases. Reacciones continuas y discontinuas. Diagramas A.F.M.: fundamentos termodinámicos. Criterios de equilibrio en rocas metamórficas y plutónicas.

Termodinámica de magmas. Naturaleza de los fundidos silicatados. Modelos de mezcla. Aplicaciones. Solubilidad de los volátiles e implicaciones petrogenéticas. Aspectos cinéticos de la cristalización magmática.

El equilibrio homogéneo. Significado del zonado mineral. Reacciones de intercambio intercristalinas. El coeficiente de reparto y el coeficiente de distribución. Geotermometría y geobarometría. Ejemplos.

Petrología experimental. Descripción de técnicas. Experimentos a 1 Atmósfera. Experimentos a alta P (E.H.P.V., I.H.P.V., Pistón-Cilindro, etc.).

Interpretación de los datos experimentales. Determinación del equilibrio. Derivación de datos termodinámicos de interés petrológico. Ejemplos.

### *Tratamiento de datos en Petrología y Geoquímica*

*Profesor:* D. José Luis Brändle Matesanz.

#### *Contenidos:*

El curso se centrará en la utilización de alguna parte de la base de datos existente y realizada en conexión con el P.I.C.G., aplicándola a la solución de problemas petrogenéticos concretos, utilizando las técnicas de:

Relaciones lineales entre variables.

Relaciones espaciales entre variables.

Análisis de la regresión múltiple.

Análisis de los componentes principales.

Análisis factorial.

Análisis discriminante.

Análisis de conglomerados.

Para ello se usarán paquetes informáticos específicos en petrología íg-

nea como el CLAIR, RKNFYYS u otros paquetes más generalizados como BMDP, SPSS, LLSQ.

Se utilizará como ordenador principal el UNIVAC 1180 del M.E.C. a través de terminal.



### 7.3. Cursos para postgraduados

#### a) *Curso de Geología y exploración de yacimientos minerales*

Secretaría: Departamento de Cristalografía y Mineralogía.

Introducción a los yacimientos minerales.

Tipología de yacimientos.

Técnicas utilizadas en el estudio de yacimientos.

Controles tectónicos.

Prospección geoquímica.

Mecánica de rocas.

Valoración de yacimientos.

Economía minera.

Geología, explotación y mercado del carbón.

#### b) *Curso de Hidrogeología «Noel Llopis»*

Secretaría: Departamento de Estratigrafía.

Elementos de Geología para hidrogeólogos.

Nociones de cálculo.

Estadística aplicada a la Hidrogeología.

Principios de Mecánica de fluidos.

Principios de Climatología.

Principios de Hidrología de superficie.  
Características del flujo en medios porosos.  
Caracteres físico-químico-biológicos de las aguas subterráneas. Contaminación y tratamiento.  
Técnicas de exploración hidrogeológica regional.  
Explotación de acuíferos.  
Aplicaciones de la Hidrogeología a la Ingeniería civil.

c) *Curso de Ingeniería Geológica*

Secretaría: Departamento de Geodinámica.

Introducción a la Ingeniería geológica.  
Nociones de Mecánica de suelos e Ingeniería geológica de sedimentos.  
Conceptos básicos en Mecánica de rocas y comportamiento geomecánico de materiales geológicos.  
Hidrogeología aplicada a la Ingeniería geológica.  
Métodos de investigación «in situ».  
Tratamientos geotécnicos del terreno.  
Materiales de construcción.  
Evaluación de cimentaciones.  
Estabilidad de taludes.  
Ingeniería geológica de presas y embalses.  
Excavaciones subterráneas.  
Sismotectónica aplicada a la Ingeniería geológica.

## **ANEXOS**





## GUIA DE LA BIBLIOTECA

### *Horario:*

Lunes a viernes, de 9 a 20,30 horas.

### *Régimen de acceso*

Todos los fondos documentales, con excepción de la colección perteneciente a la Real Sociedad Española de Historia Natural, de la sección cartográfica y de la de libros antiguos, se encuentran en régimen de libre acceso.

### *Quién puede utilizar la Biblioteca*

Cualquier persona puede servirse, sin requisitos previos, de las obras que se hallan en régimen de libre acceso. La consulta de mapas, folletos y libros antiguos ha de efectuarse mediante papeleta de solicitud.

Para el préstamo externo se requiere un carnet que la Biblioteca facilita a todos los miembros de la Facultad. Para acceder al préstamo externo es preciso pertenecer a la Universidad Complutense de Madrid.

- Lectura en sala.
- Préstamo interbibliotecario nacional e internacional.
- Referencia.
- Información bibliográfica.
- Localización y obtención de obras en otras bibliotecas.
- Fotocopias.

### *Cómo encontrar un libro*

Para localizar una obra, el lector debe dirigirse a la estantería que contenga la materia que precisa o buscar en los catálogos la asignatura que corresponda al libro que desea.

- Si busca un libro determinado, ha de acudir al catálogo alfabético de autores, donde encontrará:
  - Autores personales (colaboradores, recopiladores, seleccionadores...).
  - Autores corporativos (entidades, congresos...).
  - Títulos, cuando se trata de obras anónimas o de más de tres autores.

O bien, al catálogo de títulos, ordenado asimismo en forma alfabética.

- Si quiere saber lo que existe en la Biblioteca sobre un asunto concreto, ha de acudir a los catálogos de materias alfabético o sistemático (Clasificación Decimal Universal, ver más abajo) y al regional si la información que necesita se refiere a una determinada área geográfica.

Todos los catálogos contienen las mismas fichas con diferente ordenación y todos ellos proporcionan los datos necesarios para la localización de los libros en los estantes. Por ejemplo:

autor: MARGALEF, Ramón	signatura: 574	N.º registro: R.678.549
Ecología...	MAR	

## *Clasificación Decimal Universal*

El libre acceso de los lectores a los libros implica una clasificación sistemática. Por ello, se ha adoptado la Clasificación Decimal Universal (C.D.U.) para la ordenación de sus fondos.

Este sistema, de uso internacional, permite reagrupar bajo una misma signatura todos los documentos que tratan sobre un mismo tema.

La signatura —compuesta por cifras y letras— indica la materia de un libro y su lugar en las estanterías. Es un dato imprescindible para la localización de la obra en la Biblioteca y figura siempre en el margen superior derecho de la ficha catalográfica.

La C.D.U. tiene una estructura jerárquica, yendo de lo general a lo particular, de forma que cuanto más específico es un libro, más desarrollada está su signatura. La primera cifra indica la materia general o clase:

### 5 Ciencias puras

Las cifras siguientes van acotando el tema:

- 55 Geología
- 552 Petrología
- 552.3 Rocas ígneas

Este código puede ser común a muchas obras, puesto que no designa el documento, sino el campo temático, y se complementa con las tres primeras letras que encabezan las fichas, constituyendo así la signatura:

551.24 Geología Estructural  
RAG RAGAN

Para reagrupar ciertas obras se utilizan, además, subdivisiones comunes:

- De forma: 55(09) Historia de la Geología.
- De lugar: que a su vez se subdivide según el mismo principio de especificidad:
  - 55(4) Geología de Europa
  - 55(46) Geología de España
  - 55(461.1) Geología de Galicia
  - 55(461.13) Geología de Lugo
- De extensión, cuando abarca distintas materias de códigos correlativos:

55/56 Geología y Paleontología.

— De relación, cuando abarca distintas materias interrelacionadas o trata un campo interdisciplinar:

55:62 Ingeniería Geológica

55:574 Geología Ambiental

### *Si no localiza el libro que busca*

Pregunte: el personal de la Biblioteca le ayudará a buscarlo y, si no forma parte de la colección existente, la Biblioteca puede tratar de adquirirlo o pedirlo en préstamo a otra Biblioteca.

Si el libro figura en los catálogos, pero está prestado, no deje de solicitarlo mediante papeleta: la Biblioteca puede reclamarlo en caso de que el anterior prestatario vuelva a solicitarlo.

### *Duración del préstamo*

Alumnos ..... Jueves a lunes, dos obras.

Doctorandos ..... 15 días, dos obras.

Profesores ..... Cuatro meses, diez obras.

Departamentos.. Un año.

El no cumplimiento de los plazos establecidos implica la retención del carnet de la Biblioteca durante una semana por día de retraso en la devolución.

Recuerde: el retraso perjudica al resto de los lectores.

El deterioro grave de una obra o su eventual pérdida supone para el prestatario la obligatoriedad de reponerla.

### *Obras excluidas del préstamo*

— *Revistas.*

— *Mapas.*

— *Obras de referencia: Bibliografías, catálogos, diccionarios, enciclopedias...*

— *Libros antiguos, agotados, facsímiles.*

— *Fondos de la Biblioteca de la R.S.E.H.N.*

### *Préstamo restringido*

Para garantizar su utilización en la Sala de Lectura, los ejemplares únicos y los de mayor uso quedan condicionados a un préstamo más reducido. Una marca en el tejuelo indica su situación.

- Marca azul: en préstamo de fin de semana.
- Marca roja: en préstamo de viernes a lunes

### *Fotocopias*

El servicio de fotocopia se reduce a los fondos propios de la Biblioteca. Se puede acudir a la fotocopidora general de la Facultad (con acceso desde la Hemeroteca) o a la de la Biblioteca.

### *Petición y sugerencias*

Existen en la Biblioteca dos buzones: el primero de ellos para petición de publicaciones, lo que se realiza rellenando las tarjetas impresas depositadas a tal efecto sobre el mismo buzón.

El segundo, para sugerencias relativas al servicio y organización de la Biblioteca.

### *Silencio*

Es preciso que los lectores observen un silencio absoluto en la Biblioteca, en beneficio de todos.

## LAS CONSULTAS MAS FRECUENTES DE LOS ALUMNOS A SECRETARIA

1. **PLAZOS DE PREINCRIPCION**
  - Alumnos con pruebas de acceso a la Universidad aprobadas en junio de 1987 o cursos anteriores:
    - Del 1 al 31 de julio.
  - Licenciados y otros solicitantes:
    - Del 21 de septiembre al 6 de octubre.
2. **PLAZOS DE LA MATRICULA OFICIAL.**

Varían de un curso a otro. Las del curso 1986-1987 fueron: del 15 de septiembre hasta el 15 de octubre, salvo 1.º curso, del 15 de octubre al 15 de noviembre.
3. **PLAZOS DE MATRICULACION DE TESINAS Y REVALIDADAS.**

Del 1 al 10 de noviembre.  
Del 1 al 10 de marzo.
4. **PLAZOS PARA TRASLADOS DE EXPEDIENTE.**

Todo el mes de julio.
5. **ANULACION DE CONVOCATORIAS.**

La calificación NO PRESENTADO equivale a la anulación de convocatoria.
6. **SOLICITUD DE CONVOCATORIAS EXTRAORDINARIAS.**

Cuando se haya consumido la 4.ª convocatoria (cuatro suspensos), se pueden solicitar dos convocatorias extraordinarias, en instancia

dirigida al Decano, que se recoge y entrega en Secretaría. Las convocatorias extraordinarias se realizan ante Tribunal, aunque en la 5.ª se puede renunciar a él, lo que habrá que comunicar también a Secretaría. El Tribunal es obligatorio para la 6.ª convocatoria.

7. **ABONO DE LA MATRICULA.**

En el Plan de Estudios vigente en la Facultad, todas las asignaturas son cuatrimestrales (o sea, corresponden a un curso de MENOS DE 7 ASIGNATURAS ANUALES) salvo las de FISICA, BIOLOGIA Y QUIMICA que se consideran ANUALES.

8. **¿QUE TIENEN QUE ABONAR LOS BECARIOS?**

Solamente el Seguro Escolar y las Tasas de Secretaría. No las asignaturas pendientes.

9. **¿SE PUEDE PASAR A 4.º CURSO SIN HABER APROBADO EL INGLES?**

No.

10. **¿ESTA INCLUIDO EL INGLES EN LA MATRICULA DE PRIMER CURSO COMPLETO?**

Sí. Si se repite, se abonará como cualquier asignatura pendiente.

11. **¿COMO HA VARIADO LA NORMATIVA DEL DOCTORADO CON EL DECRETO SOBRE EL TERCER CICLO?**

Según el Real Decreto 185/1985, de 23 de enero («B.O.E.» de 16 de febrero de 1985). Consultar en Secretaría los problemas específicos.





**FACULTAD DE CIENCIAS GEOLOGICAS  
UNIVERSIDAD COMPLUTENSE**

**ASOCIACION CULTURAL ANFIBOL**

Apellidos: .....

Nombre: .....

Curso: .....

Dirección: .....

Teléfono: .....

**ACTIVIDADES EN LAS QUE ESTOY INTERESADO (A)**

Iniciación

Iniciación

Montaña: Esquí

Espeleología: Perfeccionamiento

Salidas

Salidas

Cine Club

Teatro

Foto-vídeo

Otras.....





