

## TEMA 1

### Evolución biológica y Geológica de la Tierra:

- 1) El tiempo en geología.
- 2) Cronología relativa: 1º Principio de superposición; 2º Discontinuidades.
- 3) Cronología absoluta: Datación radiométrica.
- 4) Los fósiles: 1º Fosilización; 2º fósiles guía; 3º fósiles facies.
- 5) Aparición de la vida: su papel geológico.
- 6) La evolución de la litosfera: a) Etapas primitivas: – Azoico  
– Criptozoico  
b) Etapas posteriores: – Proterozoico  
– Fanerozoico

Estatigrafía: Estudia las rocas sedimentarias como conjuntos de capas estratos: su base es el tiempo, el espacio y los fenómenos geológicos asociados.

Paleontología: Estudia los fósiles que sirven a la geología aportando datos, el tiempo y los ambientes sedimentarios antiguos.

Estratos: Nivel simple de la litología homogénea o gradacional depositado paralelo a la inclinación original de la formación separado de los adyacentes por: 1º superficie de erosión; 2º no sedimentación; 3º cambio abrupto de carácter.

Secuencia de estatigrafía: conjunto de estratos

P !Superficie de estratificación Forma: extensión lateral.

o Textura y estructura.

l !Techo Facies: conjunto de características

a !Potencia litológicas y paleontológicas.

r !Muro

i

d

a

d

Acuñamiento.

Cambios de facies.

#### Causas de la estratificación:

- Cambios de clima y estaciones.
- Variaciones de energía del medio de transporte.
- Cambios del nivel del mar.
- Condiciones de vida de los organismos.

#### Objetivos de la estatigrafía:

##### El estrato tipo:

De un intervalo determinado en una sucesión concreta de estratos que sirve como modelo.

#### Clasificación de la estatigrafía:

Los estratos se pueden clasificar en muchas categorías diferentes.

*Litoestatigrafía:* trata de la organización de los estratos en unidades basadas en sus caracteres biológicos.

*Bioestatigrafía:* trata de la organización de los estratos en unidades basadas en su contenido fósil.

*Cronoestatigrafía:* trata de la organización de los estratos en unidades basadas en sus relaciones de edad. Se basan en sus intervalos de tiempo.

*Geocronología:* tiene por objeto determinar la edad y la sucesión cronológica de los acontecimientos en la litosfera de la tierra.

## TEMA 2

Categorías estatigráficas: – Grupo

- Formación
- Miembro
- Capa

Bioestatigráfica: – Biozona

Geocronológicas:– Edón

Cronoestatigráfica () – Era

- Periodo (sistema)
- Época (serie)
- Edad (piso)
- Cron

### Discontinuidades estratigráficas:

Trabajan del estudio de las formas y causas en las interrupciones de la sedimentación y también de las relaciones entre los estratos adyacentes a dicha interrupción.

#### Tipos:

Hiato: ausencia por no sedimentación de ciertos materiales.

Laguna: hiato en el que actúa la erosión cuando no hay sedimentación.

Vacío erosional: materiales depositados y erosionados.

Diastema: interrupción sedimentaria de corta duración.

Paraconformidad: Discontinuidad con paralelismo de capas y diastema grande.

Disconformidad: capas paralelas pero su superficie de contacto aladeada por la erosión.

Discordancia: no hay paralelismo entre los materiales.

#### Tipos de discordancia:

Cartográfica: diferencia de ángulo pequeño.

Progresiva: superficie erosionada va basculando.

Inconformidad: sedimentos sobre rocas iguales o metamórficas.

Las discordancias se pueden reconocer por:

Criterios: – litológicos

– paleontológicos

– estructurales

– geomorfológico

– saltos bruscos de metamorfismo

! agua 3 t Diastema

1) ! ! ! 2) 3) !A 2 T Hiato

1

! ! ! ! ! B 2

1

! ! ! ! ! ..... 3

!C ..... 2

1

A ! Paraconformidad ! Hiato/Diastema

B ! Disconformidad ! Laguna

C ! Discordancia ! Vacío erosional

### Cronología absoluta:

Fundamento: Encontrar un fenómeno que sea función matemática del tiempo.

#### *Métodos no radiactivos:*

Dentrocronología: crecimiento anual de los vegetales cuaternarios.

Varvas glaciares: láminas claras y oscuras de los sedimentos de los lagos glaciares. Cuaternario.

Espesor de sedimentos: espesor de un sedimento + velocidad de sedimento = edad.

Bandas y anillos de crecimiento en los animales: corales.

Aumento de salinidad de los océanos: no muy válida, incremento de la sal aportada al océano.

*Métodos astronómicos:* utilizados para calcular la edad de la tierra.

*Métodos fósiles:* basados, por ejemplo, en el enfriamiento terrestre.

*Evolución biológica:* basado en la idea de Lyell de que la velocidad de evolución de los seres vivos ha sido constante a lo largo del tiempo.

#### *Métodos radiactivos:*

Fundamento: cualquier núcleo radiactivo al desintegrarse tiene una velocidad proporcional al número de núcleos presentes en la reacción y características del elemento en la reacción.

Carbono (14) Cuaternario: En la estratosfera neutrones solares chocan contra el nitrógeno y lo convierten en C14 que puede ser incorporado al ciclo del CO<sub>2</sub> y pasar a las plantas y después a animales. Al morir estos, C14 ! N14+

Potasio–Argon (granitos): el método más universal: el potasio está presente en muchos minerales feldespatos, micas, etc. 89% Ca40+ E

De los tres isótopos de potasio (39,40,41) radiactivo 11% Ar40+ E

Rubideo–Estroncio: el rubidio es un elemento que sustituye el potasio en feldespatos, micas y glaucomita. Rb87!Sr87+ E.

Uranio–Thorio–Plomo: U238!Pb206 ; U235!Pb207 ; Thorio232!Pb208 (en desuso).

### Magnetoestratigrafía:

Las inversiones del campo magnético terrestre que son universales y geológicamente instantáneas con una duración aproximada de 5000 años es la base de un sistema de datación.

#### Escala magnetoestratigráfica

- Cron de polaridad: intervalo superior a 105 años de polaridad homogénea

Elementos – Subcron: unidades de 104–105 años opuestas a los crones que están incluidos

- Excursiones: subcrones muy cortos (101–102 años)
- Color negro: polaridad normal como la actual.
- Color blanco: polaridad opuesta a la actual.

A más de 170m la corteza oceánica es muy limitada detectando inversiones de la polaridad

### Principios fundamentales:

- Principio de superposición de los estratos (Esteno 1649): El orden de superposición de las capas es el mismo que su depósito.
- Principio de sucesión faunística (Smith, finales XIX): Capas con los mismos fósiles tienen la misma edad aunque su litología difiera.
- Principio del actualismo (Hutton, finales XVIII): Los fenómenos que hoy actúan sobre la corteza terrestre han producido los mismos efectos en el pasado.
- Fenómeno de la persistencia de facies (Agar 1973): Resalta en algunos momentos de la historia de algunos medios sedimentarios sobre grandes extensiones de la Tierra. (abundancia de una roca determinada en un mismo tiempo).
- Fenómeno de la mayor importancia de los hiatos sobre el registro de la Tierra: La historia real de una serie sedimentaria sería la de un largo hiato con sedimentación ocasional.

### La Evolución:

- Lamarck (1809): ! El Transformismo: Los seres vivos cambian de costumbres a la vez que cambia de ambiente y esto ocasiona el cambio de sus organismos.
- Cuvier (XIX): ! El Creacionismo: Creación divina por cada especie por separado.
- Darwin (1889): ! La selección natural: Los individuos mejor adaptados sobreviven. Wallace, llega a la misma conclusión.
- Huxley (1942): ! Teoría sintética o Neodarwinismo: Mutaciones (fallo de una célula al transmitir el código genético) + selección natural.

### Principales grupos de fósiles:

#### Paleozoico:

- Trilobites – Moluscos

Cámbrico – Braquisópodos – Equinodermos

– También – Arqueociáticos (esponjas)

– Algas escianofíceas

– Trilobites

– Braquisópodos

– Cefalópodos (moluscos)

– Crimosídeos (equinodermos)

Ordovícico – Corales (tetracolarios)

– Graptolites

– Algas clorofíceas y rodofíceas

– Peces primitivos

– Cruzianas

– Criptógamas vasculares

Conquista continente:

– Flacodermos (peces)

– Gigantrostacios e insectos (artrópodos)

– Felecipodos (moluscos)

Devícico – Primeros anfibios

– Corales recifiales

– Braquiópodos

– Equinoideos

– Casi desaparecen los trilobites Anmonites

– Marino Braquiópodos

Pteridofitas Corales

Carbonífero Gimnospermas Fusulinas (foraminíferos)

– Continental Artrópodos

Anfibios

Primeros reptiles

- Reptiles

Pérmico

- Desaparición de la flora y fauna antigua

Mesozoico:

Se desarrollan los reptiles.

- Mamíferos (triásico superior)

Aparecen – Aves (Jurásico)

- Angiospermas (cretácico)

Anmonites

Gran desarrollo de los cefalópodos

Belenmites

- Terebratulas y Rhynchonelas (Braquiópodos)

- Exacoralarios

Otros fósiles – Foraminíferos

- Gasterópodos pulmonados

- Pelecípodos

Cenozoico:

- Grandes reptiles

Desaparecen – Anmonites y belenmites

- Rudista

- Mamíferos placentarios

- Homínidos (12m a! oligoceno)

Aparecen – Microforaminíferos

- Predominan las angiospermas! gran desarrollo de insectos y herbívoros

Cuaternario:

Mar: peces óseos – Elefante lanudo

Tierra: insectos roedores y primates – Mamut

Ligados a grandes glaciaciones – Aves no voladoras

– Extinción de los grandes mamíferos

### Paleontología:

Fósiles: mineralización progresiva

Tafonomía: Estudia la formación de yacimientos fosilíferos:

1) Factores biológicos Concentración de seres vivos

Acumulación de cadáveres

También hay factores negativos que se oponen

2) Factores geológicos Áreas de sedimentación

Rápida sedimentación

Tipo de roca

Transporte y diagénesis

Tipos de yacimientos: Autóctonos y alóctonos

Etapas en la formación de un yacimiento de fósiles:

- Fósiles guía o marcadores bioestratigráficos.
- Fósiles de facies (asociación)! paleoecología.
- Paleoanatomía.
- Que todos estadísticos.

### Teoría neodarwinista:

– Herencia.

– Adaptaciones ambientales.

Filética! una especie se forma por evolución de otra.

La especiación Geológica! una especie origina otras.

Además! extinciones.

### Paleobiogeografía:

Mecanismos de dispersión.

Áreas de distribución y límites.

Barreras = climáticas, geográficas, sustrato, otros seres vivos.

Dos escuelas Clásica! continentes fijos + dispersión de taxones.

Panbiogeográfica! Todo el ecosistema evoluciona + movimiento de placas.

### Extinciones:

Extinciones Extinciones

Graduales masivas

Desaparición

Fondo continuo del más del 50%

de la evolución de un hábitat en 1–3 millones

¿Causas?

### La Tierra joven del arcaico:

Los terrenos del arcaico

Con un metamorfismo muy denso Formación bandeada de Con metamorfismo ligero

hierro! hierro ferroso! no O<sub>2</sub>

Au Cr Diamantes Cinturones de rocas verdes

Las deformaciones del arcaico

Fuerzas tangenciales Estructuras distensivas

importantes

La atmósfera: ¿Reductora?; una nueva cuestión.

La hidrosfera: por lo menos desde hace 3800 millones de años.

La Biosfera: – bacterias filamentosas

– dubiomicrofósiles ! restos más antiguos.

El campo magnético: desde hace 3500 millones de años la solidificación del núcleo interno! incremento del campo magnético.

Flujo térmico: 315–415 veces por una actual.

Fusión del manto más generalizada.

Litosfera: ¿Superficie delgada o gruesa?; otra nueva cuestión.

Geodinámica: – antes de: puntos calientes! origina elipses.

– años 80: tectónica de microplacas.

– 30–50% menos de radiación solar.

El clima – albedo mucho menor (menos continentes para reflejarlas).

– ausencia aparente de glaciaciones.

Resumen: – Sistema muy energético con pulsaciones.

- Rápida creación de la litosfera continental.
- Microplacas.
- Atmósfera reductora.
- Clima y litosfera similar.

La Tierra estable: El proterozoico.

Tipos de rocas

Datos geofísicos: – se construyen las primeras curvas de deriva polar aparente.

– se detectan las anomalías de la gravedad.

Las Deformaciones! intensos en

Cráteres de impacto estructuras distensivas diferentes

Caída de meteorito

La Biosfera:

– Formación Glunflint (Canadá) ! bacterias y cianobacterias.

– 1400 millones de años: célula nucleada y reproducción sexual.

– 1000 millones de años: colonias.

– 700 millones de años: máximo de especies. ! Fauna de Edieraca.

– hasta 570 millones de años: descenso del número de especies. ! ¿Primera gran extinción?.

El Clima:

Desglaciaciones al principio y final del periodo.

Modelos geodinámicos! cinturones móviles! suturas continentales! Final de Pangea I.

Tectónica de placas en el Protozoico.

El final del protozoico:

Transgresión

Fusión de los hielos

Mares someros y cálidos! abundante fauna.

De Pangea I a Pangea II: El Paleozoico.

Los orígenes: – de colisión (choque entre dos continentes).

– exteriores.

- Caledónico: !Apacheliense:

Silúrico! Noruega, Islas Británicas, Groenlandia y EE.UU. (parte de los Apalaches).

Historia: Un supercontinente se fragmenta y sus bordes se convierten en plataformas continentales! el sentido del movimiento se invierte: los continentes vuelven a aproximarse.

Consecuencia: La molasa más famosa del mundo: la arenisca roja antigua (Ambientes áridos).

- Hercínico:

Devónico–Carbonífero! Europa, África, Norteamérica.

Importante! consigue unificar los continentes en la última Pangea. En parte se superpone a la anterior! sur Apalaches, y en parte es superpuesta por la alpina! sur y centro Europa.

Historia: destrucción subductiva del océano que hasta el carbonífero separaba Laurasia de Gondwana en un continente medio: Armorica que formaba parte de Iberia.

Formación de abundante magma.

Características Mantos de corrimiento.

Pliegues oroclinales.

Fallas de desgarre

Consecuencias: – se forman nuevas molasas (areniscas rocas).

– regresión en el continente de la arenisca roja antigua es carbón.

Pangea II.

Biosfera: tres tipos de Paleozoica.

- Cámbrico inferior: moluscos, esponjas, otros, sin trilobites.
- Cámbrico: exclusiva de este periodo, con trilobites.
- Ordovícico (mares transgresivos): gran radiación que permanece estable durante el paleozoico.

- Devónico superior: ¿primera gran extinción? ! ¿climática?.

Final del Paleozoico! Gran extinción.

- Paleozoico inferior! al final aparecen anfibios, aparecen pteridofitas! conquista del mundo terrestre.
- Paleozoico superior! gran desarrollo de las pteridofitas, frecuentes reptiles. Al final aparecen los primeros mamíferos, gimnospermas y son frecuentes los ammonites.

El Clima:

- Glaciación eocámbrica.
- Transgresión: clima cálico, calizas.
- Silúrico: glaciación en parte de Gondwara.
- Devónico: transgresión.
- Carbonífero: nueva glaciación pero no universal: carbones.

El Pérmico:

El supercontinente Pangea II agudiza las diferencias climáticas

Epílogo provisional: dispersión Pangea II.

Mesozoico 250–65 millones de años

Cenozoico 65–0 millones de años

Fragmentación de PangeaII:

- La dispersión no fue simultánea.
- Todos los continentes llevan en sus bordes las cicatrices de la ruptura: mallas diques.

Distensión:

Los fragmentos continentales de Pangea II han abierto y cerrado océanos durante los últimos 200 millones de años! el ciclo alpino.

Los océanos:

- Reducción de Panthalasa! el Pacífico.
- Tethis, golfo de Panthalasa! Nestethis! consecuencia del desplazamiento de cimera al Norte! destrucción de Nestethis.
- Un nuevo océano! es el Atlántico.
- Una corriente ecuatorial universal! : deltas en las orillas europeas de este mar ecuatorial.

Las cadenas alpinas:

- Cadenas alpinas! Himalaya.
- Orógenos circunpacífico.

El interior de los continentes:

Al principio del acto alpino! molasas procedentes de diez orógenos.

Carbonatada en grandes plataformas! sedimentación. Al final del mesozoico! colisiones en los bordes de la Placa facies flysh.

Terciario: !erosión de cadenas alpinas: nuevas molasas.

La Biosfera:

El Clima! Mesozoico = subtropical: sin glaciares de casquetes.

Causa: la geográfica + efecto invernadero (gran actividad de las dorsales)

40 millones de años!

Formación de los Corrientes marinas

casquetes polares frías de fondo

3 millones de años!

según variaciones orbitales de la Tierra o ciclos de Milan Kovitch

### TEMA 3:

- Origen, estructura general y composición de la Tierra.
- La atmósfera.
- La hidrosfera.
- Métodos de estudio del interior de la Tierra.

– continental

- Estructura de la corteza – oceánica

– bordes continentales

6) Estructura del manto y del núcleo.

### Situación de la Tierra en el universo:

Componentes: – cuerpos densos. Estrellas! planetas

– materia interestelar. Quars.

Hipergalaxias! cúmulos de galaxias! galaxias! cúmulos estelares Pulsares.

Nebulosas.

asteroides! meteoritos Agujeros negros.

!satélites! cometas.

Evolución de las estrellas: – enanas blancas (acaba tranquilamente)

Protoestrellas! azul brillante! amarillos! gigantes rojos

– novas y supernovas (muerte violenta).

Situación de la Tierra:

Vía Láctea! espiral barrada

Grupo local Andrómeda.

!Sistema solar! sol! Tierra.

Origen del sistema solar:

Muchas teorías ! dos grupos: – catastróficas.

– nebulosas.

*Teorías catastróficas:*

El sistema solar se forma a partir de catástrofes cósmicas: una estrella pasa cerca del sol.

Protuberancia

gaseosa

Sol Sol Plantesimales

Primero se forma el Sol y luego los planetas

*Teorías nebulares* (Teoría de Laplace: 1796).

Protosol

! anillo gaseoso! planetas

Se contrae por gravedad

Nubes de gas

en rotación

*Otras teorías nebulares:*

Teer Haar: alrededor se acumula la materia interestelar.

Hayashi: variante de Laplace.

Hoyle y Alfven: ídem.

### Estructura general de la Tierra:

En capas concéntricas cuyos límites son las discontinuidades.

*División tradicional: División actual:*

Corteza: discontinuidad de Mohorovicic.

Superior Litosfera

Manto Astenosfera

Inferior

Discontinuidad de Gutenberg Mesosfera

Externo

Núcleo Endosfera

Interno

Además: – Atmósfera (capa gaseosa).

– Hidrosfera (capa líquida)

### *La Atmósfera:*

Origen: Desgasificación de la Tierra por procesos magmáticos muy intensos en la corteza primitiva.

Tipos: – primitiva = anoxigénica ! cambia por la aparición de plantas fotosintéticas.

– actual = oxigénica.

Capas:

División composicional:

– Homosfera: (N=78%, O=21%, Ar=1%, O<sub>3</sub>, CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>O) => Homopausa (80–90 Km)

– Heterosfera: (–CO<sub>2</sub>, Ar, + H y + He, =N, +O)

División Térmica:

– Troposfera: temperatura baja. Fenómenos atmosféricos! Tropopausa (9–17 Km).

– Estratosfera: temperatura sube. Capa de ozono! Estratopausa (50–60 Km).

- Mesosfera: temperatura baja !Mesopausa (80 Km).
- Termosfera: temperatura sube. Gases ionizados! Termopausa (400–500 Km).
- Exosfera: gases muy enrarecidos.

Fenómenos atmosféricos:

La energía solar es Reflejada por la atmósfera.

- nubes

Reflejada por – litosfera

- hidrosfera

Ultravioleta! ozono Absorbida

Tipos Visible

Infrarroja

Se distribuye irregularmente en la superficie de la Tierra según:

- Distancia al sol (variación anual)
- Horas de insolación. (variación diaria)
- Inclinação del eje (variación estacional)
- Latitud.

La circulación atmosférica:

¿DIBUJO?

La aceleración de coriolis rompe la célula convectiva.

La existencia de masas continentales produce vientos locales como monzones y brisas.

Las precipitaciones

Causa: al ascender el aire se expande y disminuye su temperatura => condensación de vapor (H<sub>2</sub>O) = punto de rocío.

Tipos:

- Rocío: cuando el punto de rocío se alcanza a ras de Tierra.
- Escarcha: nubes a ras de Tierra.
- Nubes: gotas de agua a cierta altura.

nube

viento

Tierra.

- Nieve: es igual que la lluvia pero la temperatura en las nubes es muy baja
- Granizo: gotas de lluvia heladas (implican movimientos ascensionales y turbulentos dentro de las nubes.

Formación de nubes:

1) Nubosidad frontal:

aire cálido frente cálido aire frío aire frío

=> aire frío => aire cálido

2) Nubosidad orográfica:

Foelin: viento seco

3) Nubosidad colectiva:

se calienta se forman las llueve

nubes

Factores que influyen en el clima:

- tasa de radiación solar
- Latitud – vientos
- presión atmosférica
- Altitud: temperatura.
- Continentalidad: pluviometría, moderación de la temperatura por el mar.
- Orientación: en relación con los vientos dominantes.
- Estaciones: desplazamiento en latitud de los fenómenos meteorológicos;

equinocio

solsticio de verano solsticio de invierno

equinocio

circulo polar

ecuador

circulo polar

(solsticio de invierno)

(Equinocio)

El eje de la Tierra es perpendicular a una línea que une el sol con el centro de la Tierra

Climas: – frío

Latitudes altas – precipitación escasa

– anticiclón permanente.

Latitudes medios – borrascas (levantes polares + westerlies)

– estaciones

Oceánicos de costas occidentales

Tipos Templadas continentales

Húmedos de costa oriental

Mediterráneos

Latitudes bajas Entre el cinturón anticiclónico y los alisios

Calor

Ecuatoriales húmedos

Tipos Tropicales húmedos–secos

Tropicales del sudeste asiático

Áridos y subáridos

Húmedos de costa oriental

(N. América: costa este)

frío y seco

aire húmedo y templado

(se debilita en verano)

Tropicales del sudeste asiático

Zona de

convergencia intertropical

JULIO

ZCIT

ENERO

Tipos de desiertos:

De corrientes frías De cinturón anticiclónico:

(mar) viento seco

(África)

corriente fría Orográficas

viento seco

viento húmedo

*La Hidrosfera:*

Origen: El agua procede de la desgasificación del planeta alcanzando pronto un volumen semejante al actual.

– Océanos (97%) – glaciares

– Continentes – lagos

Tipos – ríos

– subterránea

– Atmósfera y biosfera (mínima cantidad)

Ciclo hidrológico:

Precipitación

Glaciares

Lagos ríos

Evaporación oceánica

Agua subterránea

Evaporación! Precipitación! Escorrentia (ríos) !mueve.

El agua oceánica:

– Salinidad (gr./kg. agua)

Parámetros a estudiar – temperatura

– densidad

### 1. Salinidad

– Cl (2'18%)

Sales disueltas (3–3'5 %) – Na (1'20%)

– Resto (0'036%) (S, K, Mg, Br, Ca, Si, CO<sub>2</sub>)

Variaciones: –33–38% ! Mar Rojo (40%); Mar Báltico =< 5%

– Mayor en superficie que en profundidad

– Aumenta la salinidad ! hielo y evaporación

– Disminuye la salinidad ! ríos, precipitaciones, fusión hielo

### 2. Temperatura

Diferente según la profundidad

Capa superficial = temperatura = pero moderada respecto a los continentes

p = 100 m

r termoclima

o

f agua profunda

u.

temperatura temperatura

aire superficial

### 3. Densidad

– Ligada a la salinidad y temperatura, aumento con la salinidad disminuye con temperatura, también influye la profundidad (presión).

Dinámica de las fuerzas oceánicas:

Las corrientes

- Son movimientos diferenciales de masa de agua.
- Su origen último son la diferencia en la tasa de radiación solar.
- Su consecuencia a la distribución es el calor.

- Sus formas y desarrollo dependen de los vientos y de la densidad del agua.
- Se modifican por: – topografía del fondo.
- Distribución de los continentes.
- Fuerza de coriolis.
- Tipos: – Superficiales (están relacionadas con los vientos)
- Profundas o termohalinas (se mueven por diferencias en densidad).

Giro subártico agua intermedia antártica

Giro subtropical agua profunda del atlántico norte

Corriente norte ecuatorial

Contracorriente ecuatorial

Corriente sur ecuatorial

Giro sur tropical

Giro subantártico

Agua de fondo antártica

Las olas:

Resultan de la interacción aire–agua con un mecanismo poco claro aún. El resultado es un movimiento ondulatorio de las partículas de agua más superficiales que describen un círculo sin desplazamiento horizontal. A los pocos metros de profundidad el movimiento ya no se nota.

En zonas poco profundas: –  $h > \frac{1}{2} \lambda$  ( $h$ = profundidad)

– velocidad proporcional a  $\lambda$

En zonas profundas: –  $\frac{1}{2} \lambda < h$

– velocidad proporcional a la profundidad.

– el fondo frena lo que da lugar a la ola

Refracción de las olas

Dirección acantilado

Frentes de onda

corriente

de deriva

Se retardan

Costa playa

Costa

Las Mareas:

Es consecuencia de la atracción de la luna y el sol sobre la Tierra.

Fuerza centrífuga

Fuerza de atracción de la luna

Fuerza resultante

Luna

El sistema Tierra-Luna rota con centro de giro en el interior de la Tierra => fuerza centrífuga

En un día dos pleamares (el sol se alinea con la luna) y dos bajamares.

El sol aumenta el efecto de las mareas: vivas.

El sol disminuye el efecto de las mareas: muertas.

Mareas vivas Mareas muertas

Las mareas varían con la latitud, profundidad del mar y con la forma de la costa.

Se modifica así cíclicamente la línea de costa y se originan corrientes de marea que transportan el agua de pleamar a bajamar y viceversa.

El nivel del mar:

Es una superficie isobárica (une los puntos donde la presión es igual) que coincide a grandes rasgos con el geoide.

Variaciones:

- A pequeña escala: – por las olas
- por las mareas
- por la presión atmosférica
- por vientos persistentes contra una costa.
- 2) A gran escala: – Aporte de aguas nuevas del interior de la Tierra (importante solo en la primera etapa).
- Modificaciones climáticas (hielo! H<sub>2</sub>O líquido).
- Modificaciones de las cuencas oceánicas.
- Expansión del suelo oceánico.

- Orogénesis.
- Hundimientos o levantamientos locales de la corteza.
- Sedimentación masiva

Consecuencias: – Transgresiones y regresiones.

### Propiedades físicas de la Tierra:

Forma! Geoide.

Masa! Gravedad (ley de gravitación universal)  $F = (M \cdot m / r^2) \cdot G$ .

Densidad! (m/v) !media=5'5 g/cc; superficie=2'8 g/cc! heterogeneidad.

Campo Magnético! magnetosfera, inversiones periódicas y migración de polos magnéticos.

Campo eléctrico

Radioactividad! Calor interno

Temperatura! Calor interno y sol.

Esfera Elipsoide de revolución geoide (Superficie equipotencial para la gravedad).

Datos: Radio=6374 Km.; Volumen=1083\*1027cc.

*Métodos de estudio del interior de la Tierra:* (Sísmicos, gravimétricos, magnéticos, eléctricos y radioactivos)

### Sísmicos: – P (longitudinales)

Terremotos! Ondas sísmicas – S (transversales)

– L (superficiales)

$V_p > V_s > V_l$

Epicentro

Hipocentro

### Gravimétricos:

$g = (G \cdot M) / d^2 = 9'81 \text{ m/s}^2$ .

G= constante de gravitación universal.

M= masa de la Tierra. – latitud.

Variaciones Anomalías – altura

– masas cercanas de rocas con diferente densidad.

Tipos: positivas +; negativas –

– Latitudinal (radio terrestre).

Correcciones – de Bouguer (entre el nivel del mar y el punto de medida hay una masa uniforme).

– Topográfica (tiene en cuenta el relieve en las proximidades del punto de medida).

La distribución de masas en el interior de la Tierra es irregular.

Valor negativo en las montañas isostática (nivel de compensación).

Estructura de la corteza: vertical u horizontal.

Tipos de corteza: (continental, oceánica, bordes continentales).

• Continental = Estructura vertical:

Sedimentos + intrusiones ácidas

++++++ granito ++++++ v intrusiones básicas

++++++ ++++++ sedimentos

basalto ++++++++ metamorfizados

manto ++++++++

Modelo granito–basalto (1950) Modelo de Oliver (1982)

Estructura horizontal:

Continente: lugar que se encuentra por encima del nivel del mar.

Corteza continental: Continente + precontinente.

Principales morfoestructuras:

+ Cratones o escudos.

- Unidades arrasadas con rocas antiguas muy metamorfizada.
- Son rígidas, estables y sin manifestaciones ígneas actuales de importancia.
- Con varias fases de deformación.
- Ej.: Escudo balcánico, parte de Canadá, parte NW península Ibérica.

+ Cordilleras.

- Unidades elevadas de forma alargada muchas veces bordeando los cratones:
- Potentes series sedimentarias marinas.
- Estructuras de plegamiento típicas.

- Intrusiones ígneas.
- Rocas metamórficas edad: últimos 600 millones de años.
- Ej.: Himalaya, Alpes, Andes, Pirineos, Cantábrica, Béticas...

+ Precontinente:

– Partes de la corteza continental actualmente sumergida bajo el agua del mar.

Sedimentos talud continental línea de costa

Corteza

Oceánica corteza continental (Boillot et al 1980)

Componentes: – Plataforma.

– Talud! corrientes de turbidez, cañones submarinos.

– glacis! sedimentos facies flysh.

continente

Plataforma Flysh

Llanura abisal Talud

glacis

Corteza de tipo intermedio = también llamada Borde continental de tipo pacífico.

Continente

arco

insular

Llanura abisal

- Oceánica estructura vertical:

sedimentos

basaltos submarinos

diques basálticos

gabros

peridotitas

Corteza oceánica Complejo ofiolítico

Oceánica estructura horizontal:

Cordillera

Cratón Rift Mar interior

Continente

Plataforma + talud Llanura Dorsal Arco isla

abisal

Fosa

+ Llanuras abisales:

- Amplias superficies planas a 4000–8000 metros de profundidad.
- Recubrimiento sedimentario mayor al alejarse de las dorsales.
- Basaltos con estructuras pillow (lavas submarinas).
- Peridotitas! parte del manto pinzados.

+ Dorsales:

- Relieves abruptos muy alargados.
- Rift = depresión central, foco térmico importante.
- Basaltos paraactuales.
- Zonas de dorsal emergidos: Islandia o Azores.

+ Faltas de transformación:

Faltas de transformación

Dorsal

+ Fosas abisales:

- Profundas depresiones (10000–11000m).
- Tipos:
  - Fosas del borde precontinental: con sedimentos abundantes. Ej. Fosa de Chile.
  - Fosas oceánicas sensulato: asociadas a arcos insulares. Ej. Fosa de Tonga.

El Manto:

Composición: peridotitas.

Datos a favor:

- Se parecen a meteoritos y asteroides.
- Al fundirse parcialmente originan magmas basálticos.
- En sondeos se han encontrado peridotitas bajo la corteza oceánica.

Manto litosférico: mucho más rígido que la base de la corteza

Astenosfera: ¿Es un nivel universal?

Parece que si, pero en las zonas antiguas de los continentes no se detecta con claridad: Se pasa de la litosfera a la mesosfera directamente.

Mesosfera:

Casi desconocida hasta hace 15 años. Parece que hay movimientos convectivos y un límite físico importante: manto superior, manto inferior.

El Núcleo:

Densidad = 10–13 g/cc! hierro + 4%Ni + 8–10% S.

Estado físico = parte superior fundida.

Características = generador de campo magnético terrestre! dinamo.

Método de estudio = Tomografía sísmica (como el scanner de los médicos pero usando ondas sísmicas en vez de rayos x)

Tema 4:

- Concepto de cristal, mineral y roca.

Gaseosa

La materia Líquida

Sólida Amorfa

Cristalina Granos

Cristales.

La materia cristalina se caracteriza porque sus partículas (átomos, iones, moléculas) están regularmente ordenadas en su interior.

Un cristal es una porción de materia cristalina que limita exteriormente por caras planas que definen un poliedro.

Un grano es una sustancia cristalina que tiene unos límites exteriores irregulares porque su cristalización no ha sido ideal.

Un mineral es una sustancia cristalina natural. Hay excepciones minerales amorfos=> ópalo.

minerales no sólidos=>Hg ó hidrocarburos

Una roca es un agregado de minerales, generalmente silicatados.(excepción rocas carbonatadas).

- LA RED CRISTALINA:

Es el conjunto de puntos ordenados en el espacio que representa las posiciones que luego ocupan iones, átomos y moléculas en el cristal real.

Pero su definición es ilimitada, por eso se escoge la celdilla unidad para trabajar en cristalografía.

Celdilla unidad es la parte más pequeña de la red que incluye todas sus propiedades.

## 2.1. ELEMENTOS DE LA RED:

Nudos reticulares: donde se sitúan las partículas en el cristal real.

Filas reticulares: alineación de nudos.

Planos reticulares: definidos por 3 nudos.

a a"b

Nudo b

Celdilla

Plano Fila

- TIPOS DE CELDILLAS:

Primitiva: definida por un poliedro. Sólo tiene nudos en los vértices del mismo.

Múltiples: a) centrada en el interior.

b) centrada en las bases.

- centrada en las caras.

Las celdillas primitivas son 7 y las múltiples otras 7 =14 Redes de Bravais.

Las celdillas primitivas se caracterizan por un poliedro cuya forma puede ser definida numéricamente mediante la relación axial. Ejemplo:

c c

b

b b

relación axial  $a=b=c$

$\alpha = \beta = \gamma = 90^\circ$

- PROPIEDADES DE LA MATERIA CRISTALINA:

Por el hecho de estar internamente ordenada presenta las siguientes propiedades:

Homogeneidad: la distribución de nudos es semejante en distintos puntos de la red.

Periodicidad: dada una dirección los nudos están separados a una misma distancia.

Anisotropía: la equidistancia de los nudos puede ser diferente en direcciones distintas.

Simetría: los elementos de la red están relacionados por los denominados elementos de simetría, en relación a los cuales se realiza una determinada operación que hace coincidir los elementos de la red.

### 1.5. LA SIMETRÍA:

Es la propiedad que mejor se puede deducir en un cristal a su forma poliédrica ya que ésta es un reflejo de su ordenamiento externo.

Elementos de simetría: a) eje de simetría.

b) plano de simetría.

c) centro de simetría.

Eje de simetría:

Es una línea imaginaria que atraviesa el cristal y que coincide con una fila reticular. Al girar el cristal respecto a ella, sus elementos (caras, aristas y vértices) se superponen n veces hasta completar  $360^\circ$ .

Si  $n=2$  eje binario.

Si  $n=3$  eje ternario.

Si  $n=4$  eje cuaternario.

Si  $n=6$  eje senario.

Plano de simetría:

Es un plano ideal que coincide con un plano reticular y que divide al cristal en dos mitades simétricas (cada una es la imagen especular de la otra).

Centro de simetría:

Es un punto imaginario que coincide con un nudo reticular que tiene la siguiente propiedad: cualquier recta que contenga el centro define un segmento interno al cristal, en el que su punto medio es el centro de simetría.

### 1.6. FORMAS CRISTALINAS:

Pedion

Pinacoide

Tipos Abiertos Domo

Pirámide

Prisma

Cerrados: nombres muy diversos. Ej: Cubo.

Sistemas cristalinos:

Los cristales que tienen los mismos elementos de simetría se agrupan en clases cristalográficas. A su vez éstos, se agrupan en 7 sistemas cristalinos.

Los cristales que pertenecen a un sistema tienen en común una misma red cristalina caracterizada por su relación axial. Además coinciden en un elemento de simetría común de categoría importante o bien un número pequeño (2 ó 3) de elementos de simetría no es común.

## 2. COORDINACIÓN Y RED ESPACIAL DE UN SISTEMA:

El cristal real tiene átomos en sus nudos reticulares y estos se caracterizan por su tamaño y envoltura electrónica, lo que condiciona el tipo de enlace que puede haber entre ellos. Los enlaces químicos en los minerales son:

- iónico
- covalente fuertes
- metálico
- de Van Der Waals débil

Considerando un ion específico esférico en un cristal iónico, el número de esferas vecinas y tangentes a él depende de la relación de sus radios. El número de esferas vecinas que rodea a una dada constituye el número de coordinación de la misma.

Sus valores reales son:

2, 3, 4 (coordinación tetraédrica), 6 (coordinación hexaédrica), 8 (coordinación octaédrica), 12 (los radios son iguales).

### 2.2. ISOMORFISMO Y POLIMORFISMO:

Se dice que dos sustancias son isomorfas cuando químicamente son diferentes pero poseen la misma estructura e incluso la misma forma externa.

El isomorfismo se puede producir por sustitución dentro de una estructura un ion por otro distinto total o parcialmente (serie isomórfica), pero el radio es muy similar. (Para que no se altere la coordinación).

Ejemplos: feldespatos alcalinos ortosa (K), albita (Na)

Feldespatos calcosódicos plagioclasas albita (Na), anortita (Ca).

Si una sustancia puede cristalizar en redes diferentes, se habla de polimorfismo.

Los cristales polimorfos se forman en condiciones ambientales distintas.

Ejemplos: grafito diamante (C)

Calcita aragonita ( $\text{CaCO}_3$ )

Grafito (desordenado) diamante (ordenado)

Más espacio menos espacio

### 2.3.CRECIMIENTO DE CRISTALES:

sublimación (gas a sólido)

precipitación (formación de sustancias químicas disueltas)

Mecanismos de formación solidificación

transformación en estado

sólido (cambios polimorfos)

Etapas de crecimiento:

Nucleación Tamaño crítico

Crecimiento Desaparición

A veces en direcciones preferentes

Aspecto exterior del cristal

Agregados cristalinos = Maclas

Cuando varios núcleos de crecimiento próximos crecen, los cristales se agrupan en agregados cristalinos.

Pueden ser heterogéneos rocas

Homogéneos: – anáxico (cristales orientados al azar)

- uniáxico (todos los los componentes tienen una dirección cristalográfica común – agregados fibrosos)

– biáxico = MACLAS.

Maclas: 2 ó más cristales con dos direcciones cristalográficas en común más elementos de simetría externa propios del conjunto.

2 componentes: de contacto y de compenetración.

Tipos: múltiples polisintéticas (planos paralelos) carbonatos calcosódicos.

Clasificación de los minerales:

Suele hacerse con criterio químico, según el grupo aniónico de las sustancias, pero en algunos casos las clases

se subdividen de acuerdo con la estructura interna en 12 clases.

En las 11 primeras se encuentran los principales minerales industriales. En los silicatos encontramos la mayoría de los minerales formadores de rocas (junto a los carbonatos).

Clase 1: Elementos nativos (Ag, Au, Pt, Cu, Fe) oro y diamantes.

Clase 2: Sulfuros ( $\text{SmX}_n$ )

S = S ó As, Sb, B, Te, Be

X = catión de radio pequeño (Ag, Cu, Fe, Pb, Zn, N, Hg, ...) Pirita, calcopirita, galena, blenda, cinabrio.

Clase 3: Sulfosales (sulfuros dobles en los que parte del S es sustituido por As ó Sb)

Clase 4: Óxidos e hidróxidos (metal + O ó  $\text{OH}^-$ ) oligisto (Fe), gaethita (Fe), bauxita (Sr), magnetita (Fe), cosiretita (Al).

Clase 5: Haluros formados por un halógeno y un metal: halita (sal gema) y fluorita.

Clase 6: Carbonatas ( $\text{CO}_3$  + metal): calcita, dolomita (carbonato de Mg), aragonito (carbonato de Ca). Ejemplos de seres isomorfos, malaquita, azurita (Cu, alteración minerales de cobre).

Clase 7: Nitratos ( $\text{NO}_3$  + metal). Se dan en ambientes áridos. Ejemplos: nitratos de Chile.

Clase 8: Boratos (sales de boro). Se dan en ambientes áridos (California = bórax)

Clase 9: Fosfatos, arseniatos y vanadiatos. Apatito (carbonato de calcio).

Clase 10: Sulfatos ( $\text{SO}_4$  + metal): yeso (sulfato cálcico), anhidrita (Ca sin  $\text{H}_2\text{O}$ , cuando se hidrata yeso), baritha (Ba, filones de rocas magmáticas = blanco).

Clase 11: Wolframarios ( $\text{WO}_4$ ). Ambiente magmático.

Clase 12: Silicatos (muy abundante): Si, Al, O.

Unidad básica: tetraedro  $\text{SiO}_4$

O O catión

O

O a otro tetraedro

Si

O O

O O

Enlaces fuertes

$X_m Y_n (ZOpq) W_r \Rightarrow$  fórmula general

X= cationes grandes= K, Na, Ca.

Y= cationes medios=  $Al^{3+}$ ,  $Fe^{2,3+}$ ,  $Mg^{2+}$ ,  $(Mn^{2+})$

Z= cationes pequeños= Si, Al

W=  $OH^-$ ,  $Cl^-$ ,  $F^-$  (baja temperatura y presión)

Subclases de los silicatos:

–Nesosilicatos: tetraedros ( $SO_4^-$ ) aislados. Olivino (verde basaltos, altas temperaturas y presión), granates (rocas metamórficas, granitos), andalucita (rosa), sillimanita (hueso–fibrosa), distena o cianita (azul)= misma forma pero distinta estructura.

–Sorosilicatos parejas de tetraedros:

O

Si  $O_4^-$

O O  $Si_2O_6^-$

O Si O

Si

O O

Epidota: se da en las rocas metamórficas, es un mineral propio de las composiciones carbonatadas.

–Ciclosilicatos:

Berilo: piedra preciosa =esmeralda.

Turmalina: (negra, muchos colores). Se dan en las pagmatitas.

–Inosilicatos: tetraedros en cadena.

Cadenas sencillas>=>piroxenos ..... =>íboles

Cadenas dobles .....

La diferencia entre piroxenos y anfíboles es que los primeros se cristalizan a temperaturas muy altas, los anfíboles al tener grupos  $-OH$  indican que las condiciones de formación no son tan estresantes.

– Filosilicatos: los tetraedros forman planos.

Si  $O_4^-$   $SiO_2 \frac{1}{2}$

O

O

O O

Micas: cuarzo, moscovita, biotita, clorita.

(blanca) (negra) (verde)

En forma de hoja. Si se rompen se produce exfoliación hojas.

Todos los granitos tienen micas y se dan en las rocas metamórficas.

Arcillas: filosilicatos, pero son sedimentarios formados por condiciones exteriores.

Caolita: (caolín): blanco, no tiene cationes (Si y Al), se hace la porcelana.

Moutmorillonita:

Sepielita:

–Tectosilicatos: los tetraedros comparten los cuatro vértices, lo que origina una red tridimensional de tetraedros, en cuyos huecos se disponen los cationes. Parte de las posiciones del Si están ocupadas por Al para que puedan equilibrarse electrónicamente la parte aniónica y la catiónica.

Familias: cuarzo, feldespatos calcosódicos (plagioclasas), feldespatos potásicos (ortosa y microclina), feldespatoides.

Propiedades de los minerales:

Los minerales tienen una serie de propiedades físicas que permiten una serie de propiedades físicas que permiten su reconocimiento. Dos grupos: escalares y vectoriales.

- Escalares:
  - Peso específico: densidad de un mineral en formación del agua.
  - Punto de fusión: temperatura a la cual el mineral pierde su estado sólido.
- Vectoriales:
  - Mecánicas:
    - Elasticidad: facilidad de deformación, recuperando su estado primitivo.
    - Cohesión o tenacidad: resistencia a la rotura (agrios, séctiles, flexibles, expansibles: dúctiles y maleables)
    - Fractura: aspecto de la superficie de rotura (concoidea, astillosa, escamosa, laminar, terrosa, ganchuda).
    - Exfoliación: posibilidad de dividirse en superficies planas.
    - Dureza: Resistencia de un mineral a ser rayado (Escala de Mohs).
- Ópticas:
  - Color de la raya: color del polvo fino de un mineral.
  - Color de la superficie fresca: debido a la absorción, reflexión y otros fenómenos luminosos que sufre la luz blanca al incidir sobre el mineral. Tipos: Idiocromáticos (color propio), Alocromáticos (color debido a impurezas).

- Brillo: depende de la reflexión de la luz del índice de refracción, de las reflexiones interiores del cristal, etc...Ejemplo: Metálico, diamantino, vítreo, craso, céreo, nacarado, perlado, sedoso.
- Diafanidad: Minerales que dejan pasar la luz (transparente, translúcido, opaco).
- Doble refracción: (birrefringencia): el rayo refractado se desdobra en dos. Ejemplo: calcita.
- Pátina: El color de la superficie es distinto del interior.
- Magnéticas:
  - Se dice que un mineral es magnético cuando es atraído por el imán. Tipos: paramagnéticos (si), diamagnéticos (no).
- Eléctricas:
  - Conductividad: posibilidad de pasar la corriente eléctrica a través de un mineral (conductores aislantes).
  - Piroelectricidad: cuando la temperatura en los dos extremos del cristal es distinta se producen en las cargas eléctricas de signo contrario.
  - Piezoelectricidad: cristales que sometidos a acciones mecánicas generan dos polos con cargas eléctricas.

#### Tema 5:

- Tectónica:
- generalidades.
- Tipos de formación.
- Estilo tectónico y nivel estructural.
- Terremotos:
- Distribución, registro, escala.
- Causas y predicción.

#### Geología Geodinámicas Petrología

Externos Rocas sedimentarias Paleontología.

Procesos Geomorfológicas

Internas Rocas: a) magmáticas.

b) metamórficas.

Tectónica Minerales Cristalografía.

#### TECTÓNICA:

Estudia las deformaciones y desplazamientos sufridos por las rocas como consecuencia de la movilidad de las Placas y a veces por acción de la gravedad.

El elipsoide de deformación: partiendo de una esfera se llega a un elipsoide cuya forma y dimensiones dependerán del valor relativo de los esfuerzos aplicados.

F3

## Deformación

F2 F1

Como resultado de una deformación la roca puede cambiar de: A) longitud (extensión o acortamiento).

B) de forma (ángulos) cizalla.

### Relación esfuerzo-deformación:

#### Tipos de deformación:

- Elástica ondas sísmicas.
- Plástica o dúctil pliegues.
- Frágil diaclasas y fallas.

#### Factores de la deformación:

Pueden modificar el comportamiento de un material frente a un determinado esfuerzo.

Tiempo, fluido intersticial (por ejemplo agua), incremento de la presión litostática, temperatura, otros (textura de la roca, tamaño del grano, etc...)

#### Posición espacial de un estrato:

Dirección

Sentido de buzamiento Dirección: línea de intersección entre el estrato y el plano

Dirección horizontal

Plano horizontal

Ángulo de buzamiento Buzamiento: ángulo entre el estrato y plano horizontal.

Se mide con brújula espacial que lleva adaptado un dinamómetro

Presión litostática: las rocas del interior son presionadas por las de su alrededor.

#### Pliegues:

Se producen a todas las escalas: macroscópicasatélite.

Suelen formar las menores estructuras similares a las grandes de que forman parte.

Elementos geométricos.

Eje de pliegue charnela

charnela

flanco

cierre periclinal

núcleo flanco

núcleo plano axial

inmersión

Vergencia (sentido en el que se inclinan los pliegues)

amplitud

longitud de cambia la inclinación

onda

### Tipos de pliegues:

Según el sentido de su apertura.

Antiforma sinclinal neutro

Anticlinalnúcleo Sinclinalnúcleo

Columna minerales más antiguos materiales más modernos

estratigráfica

+90°

Recto Inclinado Tumbado Invertido

Simétricomisma Asimétricoun flanco anisopaco

Inclinación más inclinado tipo paralelo

Isopaco: tipo concéntrico

Anisopaco Planos de doblamiento Kinkbands en acordeón

(bandas de doblamiento)

isoclinal (flancos paralelos) capa competente capa incompetente

con pliegues de arrastre

### Mecanismos de plegamiento:

Pliegues isopacos, paralelos o concéntricos

Deslizamientos a favor de los planos de estratificación.

Sin deformación de ñas capas internamente.

Se pierden en profundidad: propias de rocas sedimentarias.

Mecanismo= Flexión + deslizamiento.

### Las Fallas:

Fracturas: – diaclasas = fracturas sin desplazamiento.

– fallas = fracturas con desplazamiento.

Fracturas atectónicas: – grietas de retracción (en lavas y arcillas)

– grietas de descompresión.

– por colapso de edificios kársticos y volcánicos.

Elementos geométricos

Labio elevado

Además: espejo de falla

estrías de falla

brechas de falla

Plano de falla