

# Geología en acción



**ZTF-FCT**  
Zientzia eta Teknologia Fakultatea  
Facultad de Ciencia y Tecnología



**EUSKO JAURLARITZA**  
**GOBIERNO VASCO**



Universidad  
del País Vasco

Euskal Herriko  
Unibertsitatea

## Índice de Contenidos:

Introducción.....	3
Paleontología .....	4
Estratigrafía y Sedimentología .....	8
Mineralogía.....	11
Petrología.....	15
Geodinámica Interna.....	19
Geotecnia .....	21
Escala de los tiempos geológicos .....	22

## Autores:

Alonso, Ainhoa  
Apellaniz, Estibaliz  
Apraiz, Arturo  
Aranburu, Arantza  
Arostegi, Javier  
Baceta, Juan Ignacio  
Bernaola, Gilen  
García, Patxi  
Gil, Pedro Pablo  
Irabien, M<sup>a</sup> Jesús  
Martin, Maite  
Mendia, Miren  
Morales, Tomas  
Murelaga, Xabier  
Ortega, Luis Angel  
Pascual, Ana  
Pizarro, José Luis  
Puelles, Pablo  
Uriarte, Jesús  
Urutiaga, M. Karnele  
Zuluaga, M<sup>a</sup> Cruz

ISBN: 978-84-692-8139-0

## Contacto:

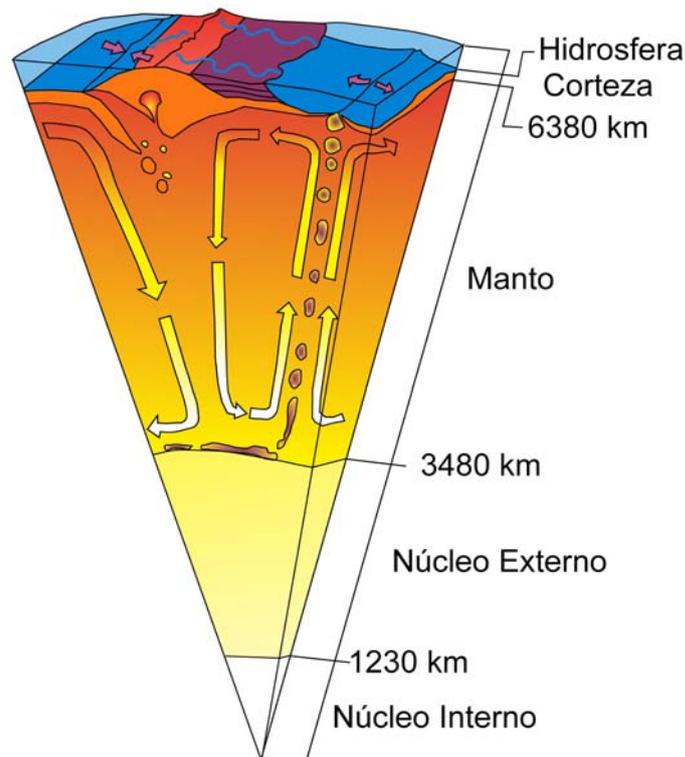
[geobizirik@ehu.es](mailto:geobizirik@ehu.es)  
[www.geobizirik.org](http://www.geobizirik.org)

# Introducción

La Geología es la ciencia que estudia la Tierra en su conjunto, su composición, estructura y origen, así como los fenómenos que han tenido lugar en el pasado o que se producen en la actualidad y que han dejado sus huellas en las rocas. Pero, ¿por qué necesita la Sociedad a los geólogos? A continuación se citan algunas de las principales razones:

- Los geólogos recopilan e interpretan información de la superficie terrestre y del subsuelo, lo que permite establecer la historia pasada del planeta, sus cambios previsibles y su relación con el resto del sistema solar.
- La sociedad requiere para su subsistencia recursos naturales (metálicos, no metálicos, hídricos y combustibles fósiles). La labor de los geólogos es determinante para la localización de nuevos yacimientos y para establecer las guías de una explotación y gestión respetuosa con el medio ambiente.
- La elaboración de cartografías geológicas permite identificar potenciales zonas de riesgo y acotar distintos usos del suelo; es decir, es esencial para la planificación del territorio y para proponer estrategias de desarrollo sostenible en una región.
- La educación en Geología y el buen uso de la información geológica contribuye a salvar vidas y a reducir las pérdidas económicas originadas por catástrofes naturales tales como terremotos, tsunamis, erupciones volcánicas, inundaciones y desprendimientos, así como a desarrollar proyectos de construcción, obras públicas, etc.

Con las actividades propuestas se pretende dar a conocer algunos aspectos básicos de distintas especialidades de las Ciencias Geológicas. Para ello se han organizado cuatro sesiones destinadas a realizar una pequeña inmersión en el campo de la Paleontología, la Mineralogía, la Petrología y la Tectónica.



# Paleontología

La Paleontología, como indica su etimología (del griego palaiós=antiguo, ontós=ser y logos=ciencia o tratado) es la ciencia que estudia los seres vivos que vivieron en épocas pasadas sobre la Tierra, y los estudia bajo todos los aspectos, buscando su ordenación en el tiempo, así como sus posibles relaciones mutuas y con el medio ambiente en el que se desarrollaron.

El estudio se hace a través de los fósiles, es decir los restos de organismos, así como las señales de su actividad biológica, que han llegado a nuestros días formando parte de las rocas sedimentarias. Son fósiles, por tanto, los restos orgánicos (conchas, huesos, placas dérmicas, caparazones,...), sus gérmenes reproductores (oogonios, granos de polen, esporas, semillas, huevos,...) defecaciones (coprolitos), moldes y señales de actividad (pistas, galerías, perforaciones, gastrolitos (piedras que utilizaron algunos dinosaurios y aves en su aparato digestivo), e incluso moléculas orgánicas, indicadoras de procesos químicos que se producen en los organismos vivos (fósiles químicos)

Muchos fósiles se pueden observar a simple vista, los llamados macrofósiles o megafósiles, sin embargo en muchas ocasiones su tamaño es pequeño, por lo que es necesario recurrir a la ayuda de una lupa o de un microscopio óptico. A estos se les denomina microfósiles. En la investigación micropaleontológica cada vez se utiliza más el microscopio electrónico de barrido y a los fósiles que por su diminuto tamaño requieren de este instrumento para su estudio se les conoce como nanofósiles.

Los restos orgánicos, para poder preservarse, pasan por un largo proceso físico-químico denominado fosilización. Este proceso es selectivo de tal forma que solo unos pocos de los restos que producen los organismos se preservaran en el Registro Fósil. Actualmente se consideran los restos de la glaciación Wurn, (hace 13.000 años) como los fósiles más recientes.

Los grupos de organismos fósiles más importantes son:

Microfósiles	Figura	Macrofósiles	Figura
Alga cianofíceas (estromatolitos)	1a-b	Plantas	2a-b
Carofitas	1c	Poríferos	2c
Diatomeas	1d	Cnidarios	2d-e
Algas coralinas	1e	Briozoos	2f
Granos de polen	1f	Braquiópodos	2g-i
Nannopláncton calcáreo	1g	Moluscos	2j-l y 3 a-d
Radiolarios	1h-i	Trilobites (Artrópodos).	3e-f
Foraminíferos	1j-m	Equinodermos	3g-h
Ostrácodos (Artrópodos)	1n-ñ	Graptolites	3i-j
		Vertebrados	3k-n

MICROFÓSILES



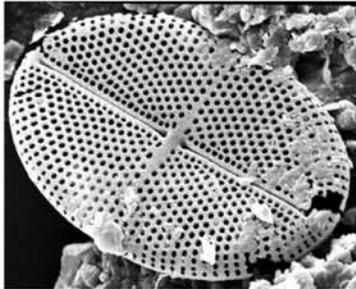
a) Cianobacterias. Estromatolitos (foto H. Astibia)



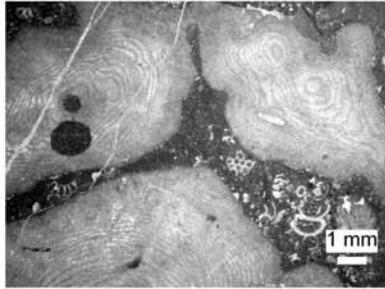
b) Cianobacterias. Oncolito.



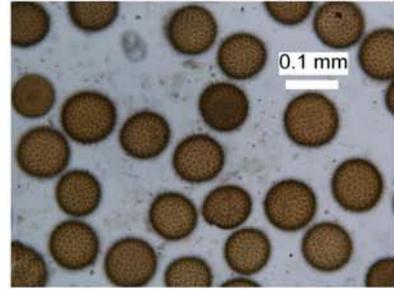
c) Carofitas. Girogonitos.



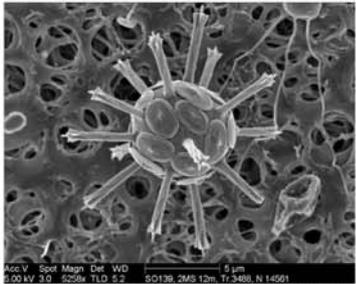
d) Diatomea (cortesía de la unidad de Micropaleontología de la UCL).



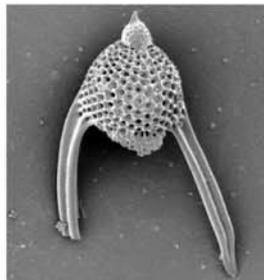
e) Algas Coralinas.



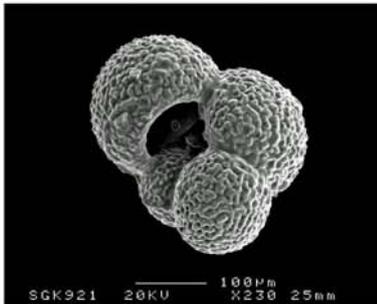
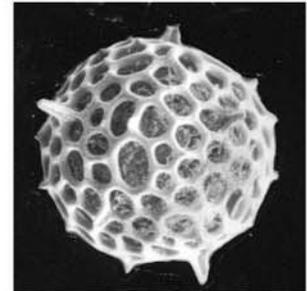
f) Polen.



g) Nannoplacton calcáreo (cortesía de BGR).



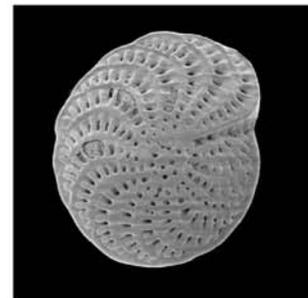
h-i) Radiolarios (cortesía de la unidad de Micropaleontología de la UCL).



j) Foraminífero planctónico



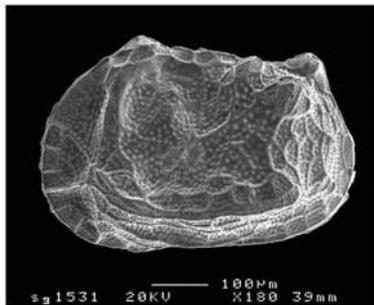
k) Foraminífero bentónico



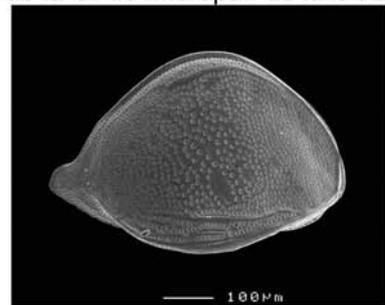
l) Foraminífero bentónico. (cortesía de la U. de Micropal. de la UCL).



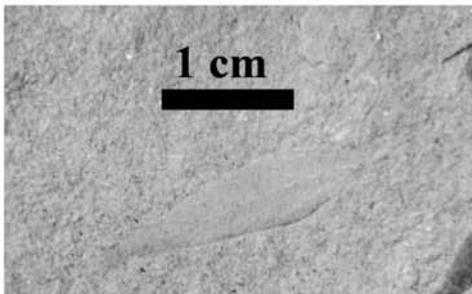
m) Foraminífero. Nummulite



n-ñ) Artrópodos. Ostracodos



MACROFÓSILES



a-b) Restos vegetales



c) Esponjas. (Poríferos).



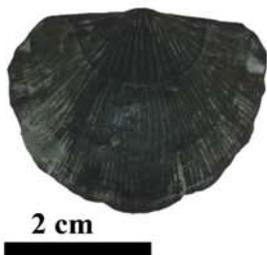
d) Corales. (Cnidarios).



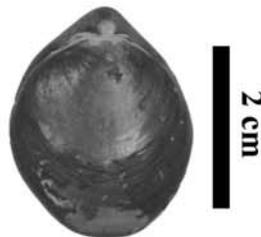
e) Coral. (Cnidario).



f) Briozoos.



g-h-i) Braquiópodos.



j) Molusco-Cefalópodo.Ammonite.



k) Molusco-Cefalópodo.Ammonite.

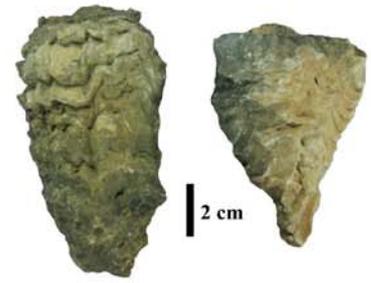


l) Molusco-Cefalópodo.Belemnite.

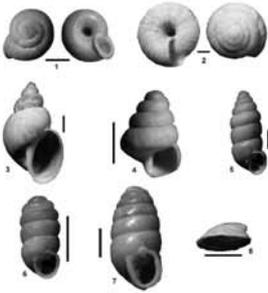
MACROFÓSILES



a-b) Moluscos-Bivalvos.



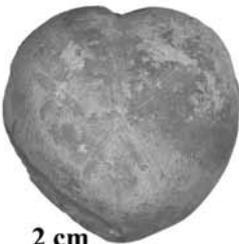
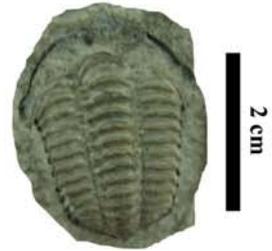
c) Moluscos-Bivalvos. Rudistas.



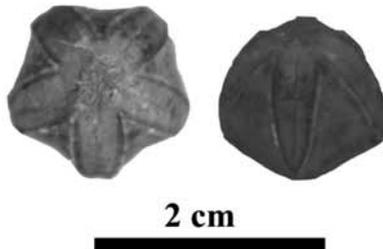
d) Moluscos-Gasterópodos.



e-f) Artrópodos. Trilobites



g) Equinodermo. Erizo de mar.



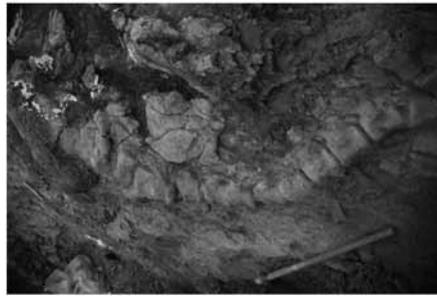
h) Equinodermo. Blastoideo.



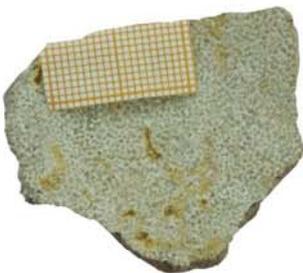
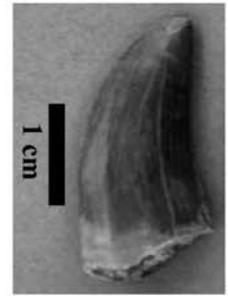
i) Graptolite.



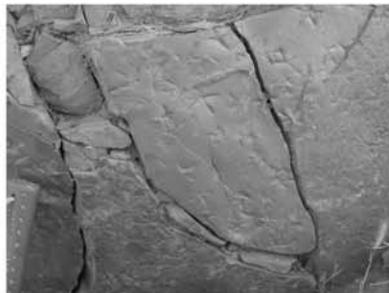
j) Graptolite.



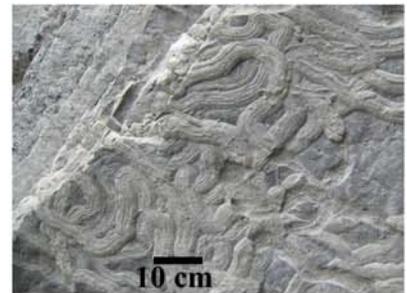
k-l) Vertebrados. Dinosaurios.



m) Vertebrado. Cáscara de huevo.



n) Vertebrados. Icnitas.

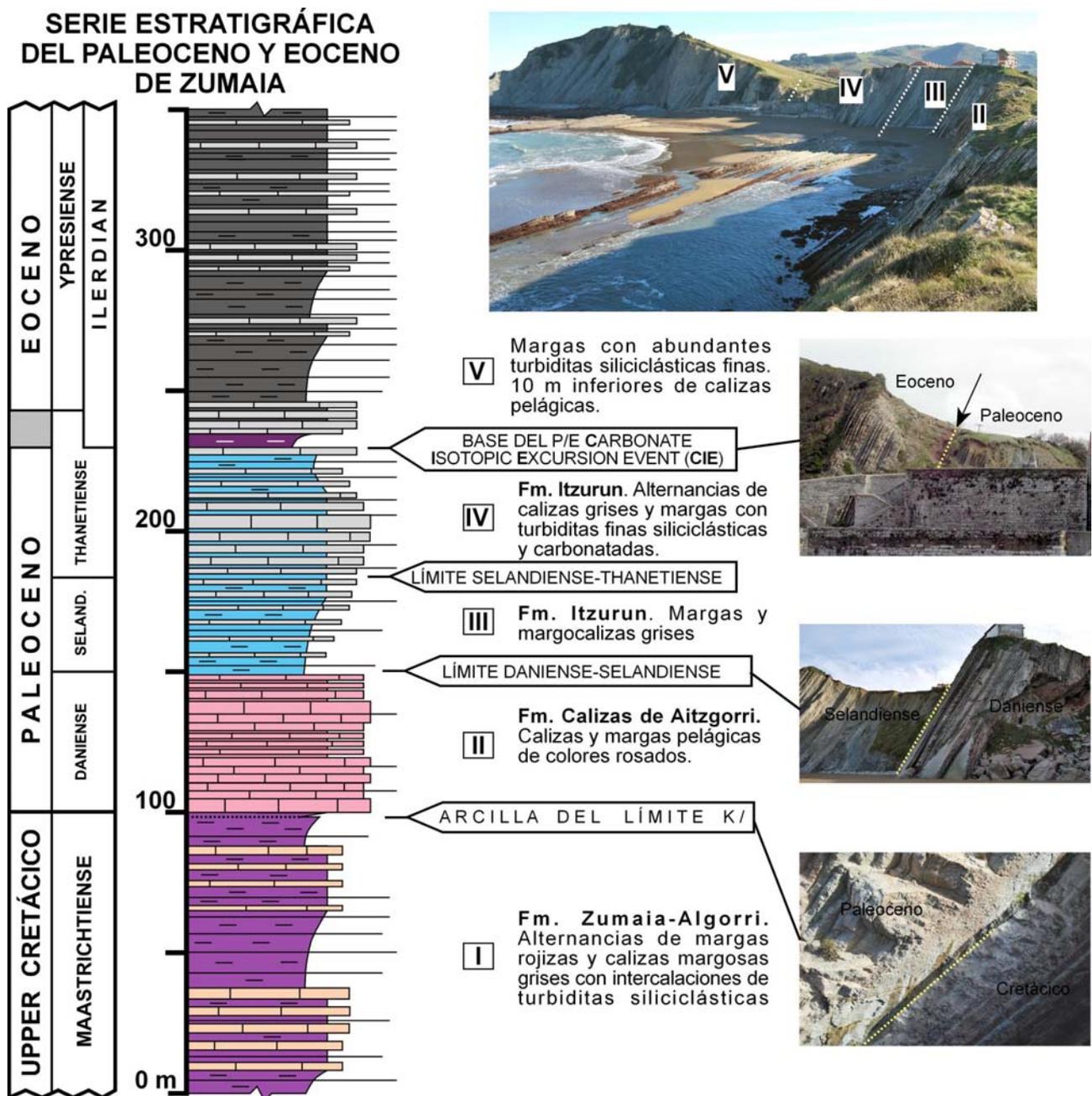


ñ) Invertebrados. Icnitas.

# Estratigrafía y Sedimentología

Dentro del abanico de disciplinas geológicas, la Estratigrafía es la rama que se ocupa de la evolución de la Tierra en el espacio y en el tiempo, mediante la caracterización y ordenamiento temporal de los procesos geológicos y su expresión en el registro de rocas.

El estratígrafo es el geólogo que analiza y ordena temporalmente los diferentes acontecimientos que han ocurrido en nuestro planeta a lo largo de los tiempos geológicos y que permiten, a distintas



escalas temporales, reconstruir la historia de las diferentes regiones y del conjunto del planeta. Para ello, analiza los tipos de rocas de cada intervalo geológico, los procesos y condiciones de formación que se deducen a partir de ellas y procede a su ordenamiento en el marco de una sucesión espacio-temporal de mayor o menor resolución. Herramientas fundamentales en este proceso son el establecimiento de series estratigráficas (sucesiones de rocas) locales o regionales, la integración de los datos de edad derivados de diferentes métodos (radiométricos, paleontológicos, cicloestratigráficos) y la elaboración de diagramas de tiempo (diagramas o esquemas cronoestratigráficos). La Estratigrafía se nutre e interactúa con todas las disciplinas geológicas, pero principalmente con la Paleontología, Petrología, Tectónica, Geodinámica externa, Geofísica y Geoquímica.

La Estratigrafía tiene infinidad de aplicaciones prácticas. Entre ellas, cabe destacar la búsqueda y explotación de recursos naturales (sobre todo de hidrocarburos, carbón y menas minerales) y el análisis de procesos y productos sedimentarios en contextos antiguos y actuales (playas, ríos, cuencas marinas, etc). De este último cometido se ocupa específicamente la Sedimentología, disciplina que emerge de la Estratigrafía y que ha experimentado un desarrollo espectacular durante los últimos 50 años. El estudio sedimentológico de los procesos sedimentarios en contextos actuales aporta información básica para la prevención de riesgos geológicos, la gestión de espacios urbanizados e infraestructuras o los estudios de dinámica litoral, teniendo una aplicación directa en la estimación de los efectos que está provocando en nuestro planeta el cambio climático global.



Calizas arrecifales del Paleoceno sobre areniscas deltaicas del Cretácico (Sierra de Alanos, Huesca)



Areniscas fluviales en discordancia angular sobre calizas pelágicas del Jurásico (Cuchia, Cantabria)



Areniscas deltaicas con estructuras de laminación "ripple" (Cuchia, Cantabria)



Calcarenitas marinas con estratificaciones cruzadas (Sierra de Andia, Navarra)



Marcas de corriente ("flutes") a la base de areniscas turbidíticas del Eoceno (Punta Galea, Bizkaia)



Estructuras de carga a la base de areniscas turbidíticas del Cretácico (Armintza, Bizkaia)

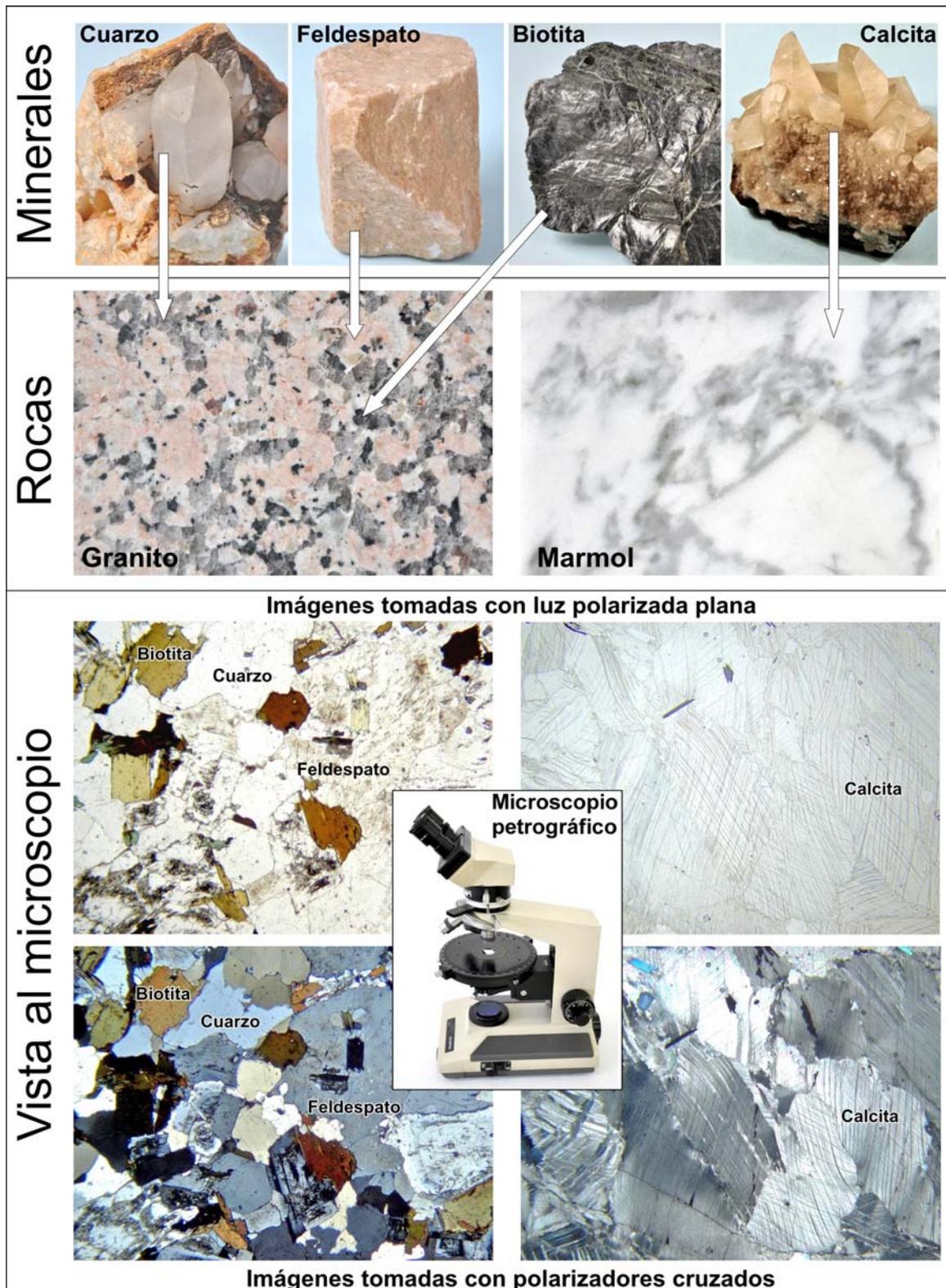
# Mineralogía

Pensemos por un instante que sería de nuestra vida cotidiana si eliminásemos los minerales y los metales que estos contienen: los edificios se vendrían abajo sin acero, cemento y vidrio, no podríamos tener acceso a la electricidad, no tendríamos ni baterías ni pilas ni papel, los aparatos electrodomésticos no existirían... y así un largo etc. En este sentido conviene recordar lo siguiente: aquello que no se cultiva, proviene de una mina.

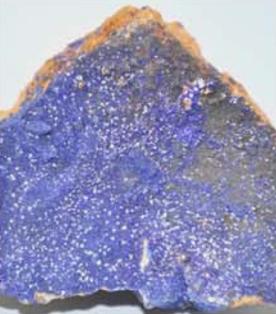
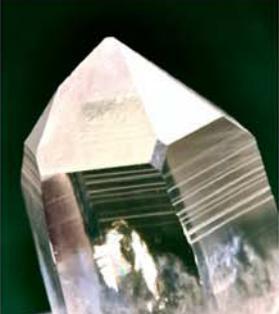
## Usos Habituales de los Minerales

	<b>Mineral</b>	<b>Utilidad</b>
<b>CUARZO</b>		
<b>HALITA</b>		
<b>YESO</b>		

No se debe confundir el concepto de mineral con el de roca, aunque están estrechamente relacionados. Un mineral es un compuesto natural, sólido, inorgánico, con una estructura interna ordenada (sus átomos están dispuestos según un modelo definido) y de composición química fija, pero que puede variar dentro de unos límites. En cambio, una roca es un material sólido formado por uno o más minerales. Mientras que muchas calizas están compuestas casi exclusivamente por calcita [CaCO<sub>3</sub>], en otras rocas, como los granitos, podemos encontrar una gran variedad de minerales: el cuarzo [SiO<sub>2</sub>], el feldespato potásico [KAlSi<sub>3</sub>O<sub>8</sub>], la biotita [K(Mg,Fe)<sub>3</sub>AlSi<sub>3</sub>O<sub>10</sub>(OH)<sub>2</sub>], etc.



En la naturaleza aparecen aproximadamente 3500 especies minerales, que pueden diferenciarse entre sí gracias a sus diferentes propiedades físicas: hábito (forma externa), color, brillo, raya, peso específico, dureza, exfoliación, fractura, etc.

Color y Raya					
	MIN. ALOCROMÁTICO Berilo	MINERALES IDIOCROMÁTICOS Malaquita	Azurita	Raya	
	Hábito				
		CRISTAL INDIVIDUAL Granate	MACLA Estauroлита	AGREGADO Moscovita	DENDRITAS Pirrolusita
Exfoliación y fractura					
		EXF. PLANAR Moscovita	EXF. ROMBOÉDRICA Calcita	EXF. OCTAÉDRICA Fluorita	FRACT. CONCOIDEA Cuarzo
	Brillo				
		VÍTREO Cuarzo	SEDOSO Yeso fibroso	METÁLICO Pirita	ADAMANTINO Diamante

### Escala de Dureza de Mohs

Escala de dureza de Mohs con los minerales de referencia (1 más blando - 10 más duro)	
<p>1</p>  <p>TALCO (<math>Mg_3Si_4O_{10}(OH)_2</math>) <i>Se raya fácilmente con la uña</i></p>	<p>6</p>  <p>ORTOSA (<math>KAlSi_3O_8</math>) <i>Se raya con una lima de acero</i></p>
<p>2</p>  <p>YESO (<math>CaSO_4 \cdot 2H_2O</math>) <i>Se raya con la uña con dificultad</i></p>	<p>7</p>  <p>CUARZO (<math>SiO_2</math>) <i>Raya al vidrio</i></p>
<p>3</p>  <p>CALCITA (<math>CaCO_3</math>) <i>Se raya con una moneda de cobre</i></p>	<p>8</p>  <p>TOPACIO (<math>Al_2SiO_4(OH,F)_2</math>) <i>Raya a todos los anteriores</i></p>
<p>4</p>  <p>FLUORITA (<math>CaF_2</math>) <i>Se raya con un cuchillo</i></p>	<p>9</p>  <p>CORINDON (<math>Al_2O_3</math>) <i>Únicamente lo raya el diamante</i></p>
<p>5</p>  <p>APATITO (<math>Ca_5(PO_4)_3(OH,Cl,F)</math>) <i>Se raya difícilmente con un cuchillo</i></p>	<p>10</p>  <p>DIAMANTE (C) <i>El mineral más duro de la tierra</i></p>

# Petrología

El término de Petrología etimológicamente proviene del griego Petra (roca) y Logos (Ciencia o Tratado) y corresponde a la rama de la geología que estudia las rocas. Una roca es cualquier agregado natural de uno o más minerales que compone cualquier material de la corteza y del manto de la Tierra. Las rocas han constituido una parte esencial en el desarrollo de la vida y en la evolución humana.



Las rocas se clasifican en función de su origen en: a) magmáticas o ígneas, b) sedimentarias y c) metamórficas. Estos tres tipos de rocas se interrelacionan mediante el Ciclo de las Rocas.

Las rocas ígneas se forman a partir de la solidificación de un magma, bien en el interior de la corteza (rocas plutónicas), bien en la superficie (rocas volcánicas). Las rocas sedimentarias se forman a partir del depósito y litificación de partículas que se originan como producto de la denudación de cualquier tipo de roca que afloraba previamente (ígneas, metamórficas o sedimentarias) en la superficie terrestre. El calor, la presión y/o agentes químicos provocan en las rocas del interior de la corteza transformaciones que dan lugar a las rocas metamórficas.

Las rocas guardan en sí mismas información sobre el proceso y/o las condiciones de formación. Gracias a esto, podemos distinguir diferentes tipos y conocer la historia y evolución de la Tierra. La textura de las rocas, entre otras muchas características, permite observar esta impronta.

Las rocas ígneas, por ejemplo, presentan texturas cristalinas o vítreas en función de la velocidad de cristalización. Esto es, si el magma se ha enfriado en el interior de la corteza lentamente, la roca plutónica formada exhibirá cristales bien formados visibles a simple vista. Por el contrario, si el magma llega a la superficie de la corteza, la velocidad de enfriamiento del mismo será rápida por lo que los cristales no tendrán tiempo de desarrollarse y darán lugar a pequeños cristallitos, invisibles a simple vista o a vidrio (material amorfo). En las erupciones volcánicas son frecuentes las explosiones que provocan la ruptura del magma. La caída y la solidificación de los fragmentos dan lugar a las rocas volcánicas piroclásticas.

En las rocas sedimentarias se diferencian 3 grupos principales:

- Rocas Detríticas (siliciclásticas), se forman a partir del acúmulo de partículas procedentes de la denudación de otras rocas.
- Rocas biogénicas, bioquímicas y orgánicas: se forman a partir de la actividad orgánica de diversos organismos (p.ejm. calizas y rocas silíceas) o a partir del acúmulo de materia orgánica (carbón).
- Rocas químicas, se forman por la precipitación de minerales a partir de una solución, por ejemplo yesos y sales. La evaporación y el up-welling son los principales agentes de este proceso.

En las rocas metamórficas, el calor y la presión provocan la desestabilización de los minerales originales y se producen reacciones químicas que generan nuevos minerales metamórficos. Estudiando estos nuevos minerales, se pueden conocer las condiciones de formación de estas rocas. Así mismo, las presiones dirigidas existentes en el entorno provocan la orientación de los nuevos minerales generándose estructuras planares (foliación) y/o lineares (lineación) en la roca.



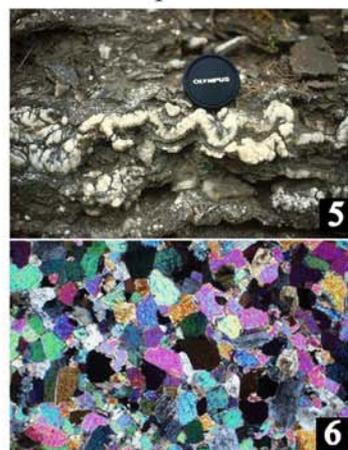
## Rocas Sedimentarias

### Rocas Siliciclásticas

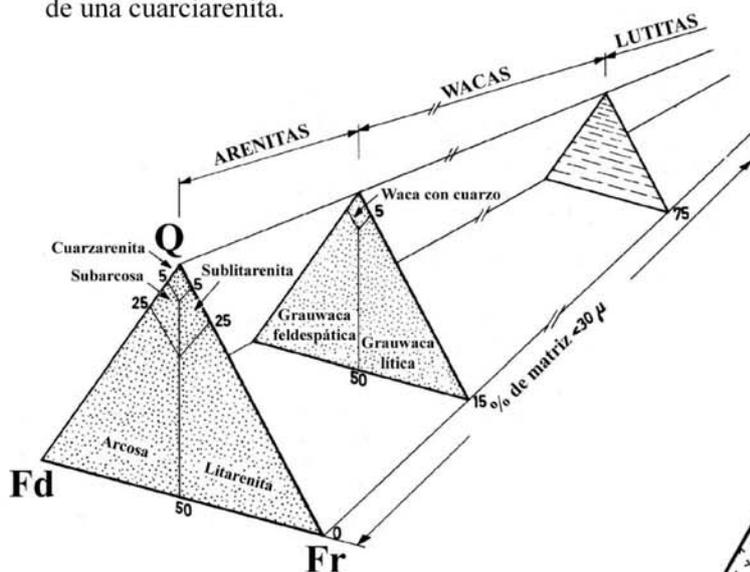


1.- Barras conglomeráticas trenzadas en el río Isábena (Huesca).  
2.- Dunas de Coral (Utah, USA). 3.- Paraconglomerado de cantos basálticos en Ajuí (Fuerteventura). 4.- Microfotografía de una cuarziarenita.

### Rocas Evaporíticas

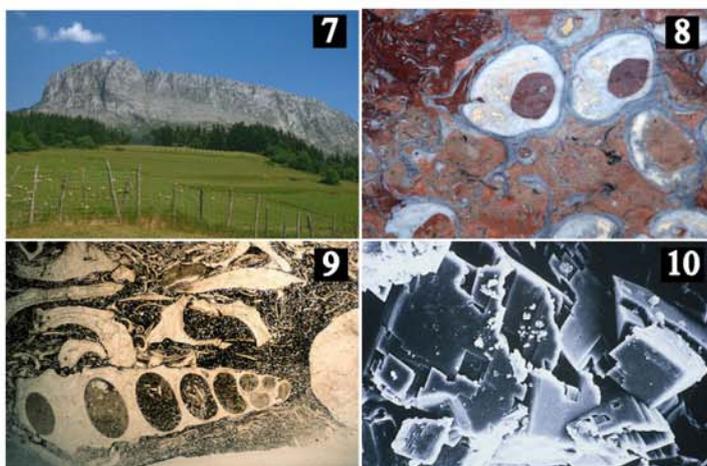


5.- Plegamiento enterolítico en capas de anhidrita del Terciario de Briviesca (Burgos).  
6.- Microfotografía de una anhidrita equigranular.

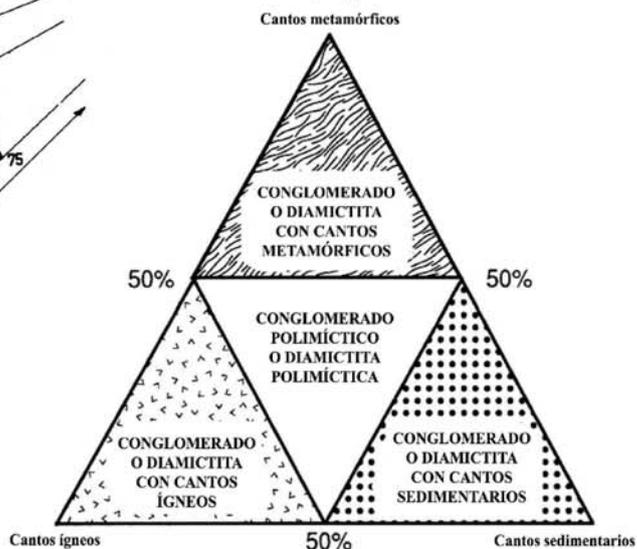


Clasificación de las areniscas de Pettijohn, Potter y Siever (1972)

### Rocas Carbonatadas



7.- Vista panorámica del talud arrecifal de Itxina (Bizkaia). 8.- Corte pulido del Rojo Bilbao, mostrando secciones transversales de rudistas caprotinidos (Ereño, Bizkaia). 9.- Microfotografía de conchas de gasterópodos del género Paraglauconia (Areatza, Bizkaia). 10.- Imagen de microscopía electrónica de barrido (SEM) de cristales de dolomita rómbica (Quecedo de Valdivielso, Burgos).

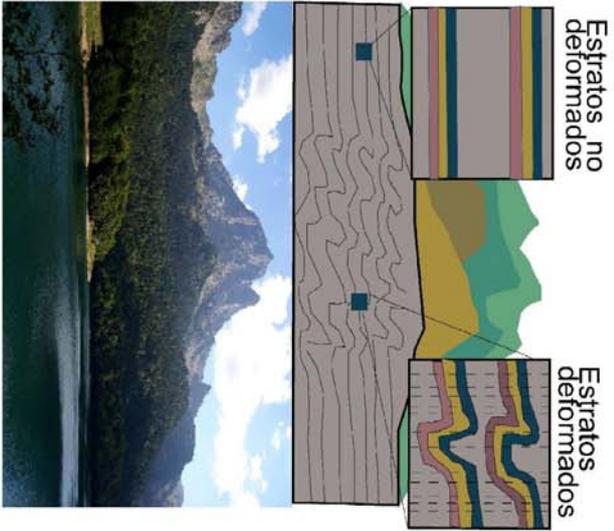


Clasificación de las ruditas de Boggs (1992)

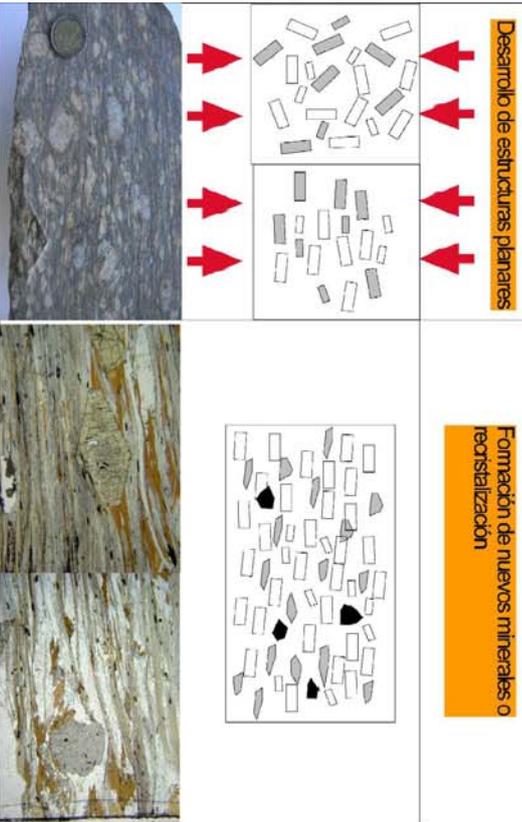
GRANOS SUELTOS TRANSPORTADOS O DECANTADOS				GRANOS UNIDOS O AGLUTINADOS POR CAUSAS ORGÁNICAS	TEXTURA DEPOSITACIONAL NO RECONOCIBLE
Con barro carbonatado (micrita)		Granos en contacto mutuo sin barro carbonatado (micrita)			
Granos sin contacto mutuo	Granos en contacto mutuo	Granos en contacto mutuo	Granos en contacto mutuo		
< 10% de granos	> 10% de granos				
Mudstone	Wackestone	Packstone	Grainstone	Boundstone	Carbonatos cristalinos

Clasificación de las rocas carbonatadas de Dunham (1962)

# ROCAS METAMORFICAS



## Efectos del metamorfismo



## Esquema de identificación de rocas metamórficas

NO FOLIADAS (granulares)		FOLIADAS	
Translúcidas muchos colores	Granular	Grano fino	Gris, negro, verde mate
Opacas colores oscuros	Denso, compacto fractura concóide	Grano grueso	Gris, verde brillante
Mezcla de carbonato y silicatos de Ca-Mg	MARMOL	bandas claras (cuarzo/feldespato) bandas oscuras (biotita/anfibol)	laminas suaves y planas
Andalucita, cordierita	CORNEANA	Esquistoso: cuarzo/ feldespato/ mica entremezclados	ESQUISTO
Cuarzo recristalizado	CUARCITA	Granate, estaurolita, clanita, sillimanita	FILITA
			PIZARRA
			GNEIS

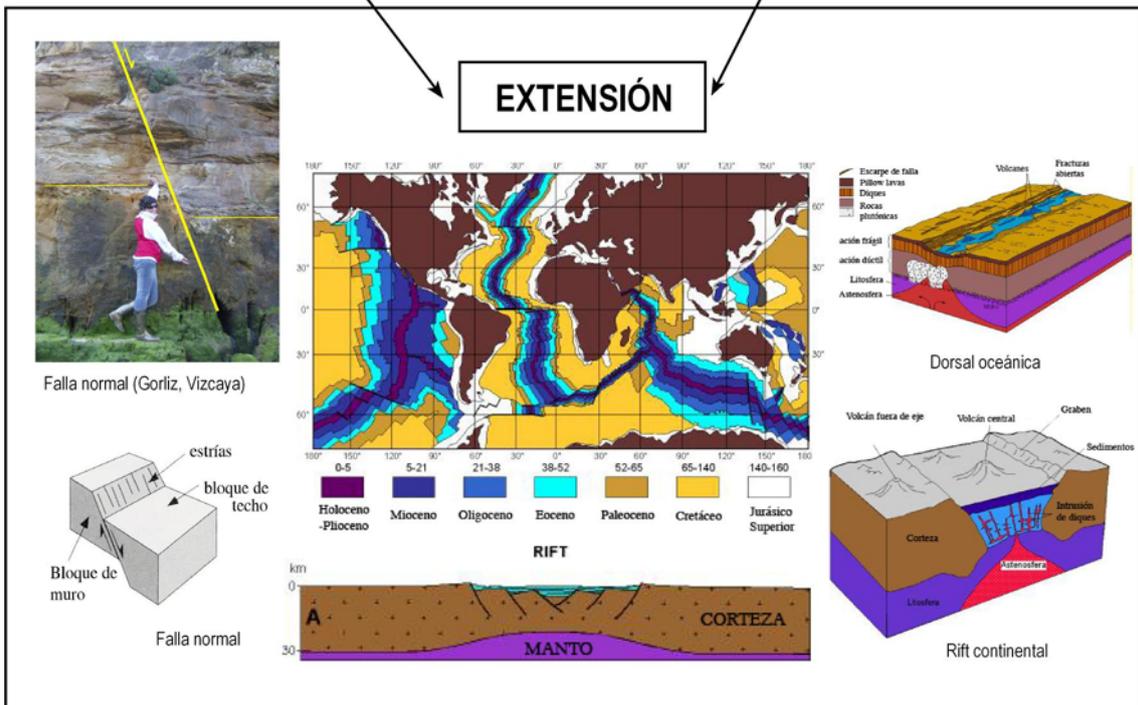
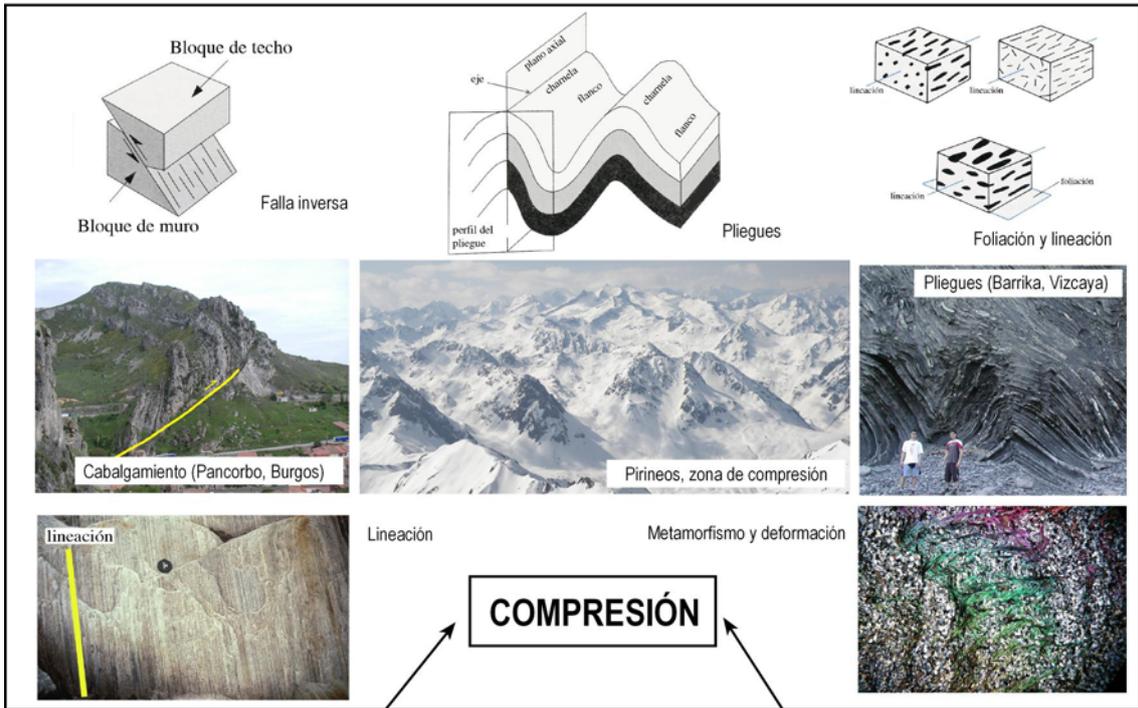
# Geodinámica Interna

La dinámica del interior de la Tierra es la que guía los procesos geológicos más espectaculares, y del mismo modo, los más pavorosos: terremotos, erupciones volcánicas, tsunamis o el movimiento de los continentes, entre otros. Del mismo modo, la dinámica interna de la Tierra es la causa del movimiento de las placas en la superficie de la Tierra. El movimiento de las placas, y todos los procesos asociados, están englobados dentro de la rama de la geología denominada **Tectónica**. El movimiento de las placas sobre la Tierra origina unos esfuerzos inmensos, que con el tiempo, son capaces de crear una cadena montañosa como el Himalaya, o de formar un océano como el Atlántico. La respuesta de las rocas ante estos esfuerzos y las estructuras creadas en las mismas (pliegues, fallas...) son estudiadas por otra rama de la geología, la Geología Estructural.

En este apartado, trataremos exclusivamente de explicar las relaciones entre Tectónica y Geología Estructural, detallando las condiciones necesarias para generar una cadena montañosa como los Pirineos o un océano como el Atlántico y las estructuras geológicas habituales asociadas a estos procesos. Para crear una cadena montañosa como el Himalaya o los Pirineos es necesario el desarrollo de grandes esfuerzos compresivos, como los que se generan mediante la colisión entre dos continentes. El movimiento convergente desarrollará esfuerzos compresivos que provocarán el engrosamiento de la corteza continental. A continuación se detallan las estructuras geológicas más frecuentes que se generan bajo estas condiciones.

- **Fallas inversas y cabalgamientos.** El movimiento convergente entre dos bloques es absorbido por una superficie de corte en la que el bloque superior se desplaza hacia arriba. Normalmente, el buzamiento de la superficie de corte es muy bajo.
- **Pliegues.** Las superficies geológicas planares (estratificación, esquistosidad, fallas, diques,...) se curvan como consecuencia de los esfuerzos compresivos. Cuando los materiales más antiguos son los situados en la parte central del pliegue se crea un anticlinal, en cambio, cuando los materiales centrales son más jóvenes la estructura se denomina sinclinal.
- **Foliación y lineación.** El ordenamiento espacial y la configuración geométrica de todos los elementos constituyentes de la roca (minerales, granos, agregados...) se conoce como la "fábrica de la roca". A medida que la roca se deforma este ordenamiento interno puede verse modificado y reorganizado adquiriendo una orientación preferente planar (foliación) o linear (lineación).

Los océanos, por otro lado, se originan tras la fracturación, rotura y separación de una masa continental. Para poder romper unos cuerpos tan inmensos como los continentes es necesaria la acción de unos esfuerzos extensionales difíciles de imaginar. En un principio, los esfuerzos extensionales sólo provocarán un adelgazamiento de la corteza continental, generando una estructura conocida como **rift continental** (rift del Este de África), con posterioridad, se producirá el nacimiento de un **océano estrecho** (Mar Rojo), para, con el tiempo, acabar formando un gran océano. Las estructuras geológicas más frecuentes generadas bajo esfuerzos extensionales son las **fallas normales**. En este tipo de estructuras el movimiento de separación entre dos bloques es absorbido por una superficie de corte en la que el bloque superior desciende. Normalmente, las superficies de corte en este tipo de estructuras presentan un fuerte buzamiento.



# Geotecnia

Todas las construcciones se realizan sobre materiales geológicos. La naturaleza y comportamiento de estos materiales determinan la estabilidad de las obras.

## Reconocimientos geológicos

Los reconocimientos geológicos son fundamentales en los estudios de cimentación de edificios, puentes y viaductos, estabilidad de taludes, túneles, presas y estructuras de tierra (terraplenes, pedraplenes y escolleras).

## Cimentaciones

En el caso de los estudios de cimentación se trata de reconocer las características del subsuelo realizando catas, sondeos y ensayos específicos de campo y laboratorio. En Ingeniería Geológica se distinguen dos grandes grupos de materiales: suelos y macizos rocosos. A partir de este estudio se determinan los materiales más adecuados para cimentar, evitando problemas de rotura y/o hundimiento de las construcciones.



La estabilidad de cualquier obra depende del terreno en que esté cimentada.



El geólogo analiza la estabilidad de los taludes y determina las soluciones más adecuadas.



La construcción de túneles requiere un buen conocimiento geológico del terreno.



En el caso de presas, además del estudio de estabilidad hay que analizar las características hidrogeológicas de los materiales.

## Estabilidad de taludes

En estabilidad de taludes se identifican los factores que intervienen en la caída de rocas y tierras en obras viales (principalmente carreteras y líneas férreas), taludes naturales y excavados. Se establecen las actuaciones y medidas de corrección necesarias para garantizar la seguridad.

## Túneles

Un importante campo de trabajo en Ingeniería Geológica se relaciona con el diseño y construcción de túneles. La caracterización de macizos rocosos y suelos, que realiza el geólogo, es fundamental en todas las fases del proceso de construcción. A partir de este reconocimiento se determinan los avances en el frente del túnel y los sostenimientos necesarios para evitar caídas y optimizar la obra.

## Presas

Finalmente, los estudios geológico-geotécnicos son fundamentales para garantizar la estabilidad de las presas y determinar la posibilidad de utilización de los materiales excavados en obras y en canteras para su uso en estructuras de tierra.

## Escala de los tiempos geológicos

Eon	Era	Período	Época	Intervalo (Millones de años)	Duración (Millones de años)	Principales Eventos
Fanerozoico	Cenozoico	Cuaternario	Holoceno	0.01	0.01	
			Pleistoceno	0.01 - 1.8	1.79	Extinción de grandes mamíferos Evolución de los homínidos
		Terciario	Plioceno	1.8-5	3.2	
			Mioceno	5-23	18	
			Oligoceno	23-37	14	
			Eoceno	37-55	18	
			Paleoceno	55-65	10	
	Mesozoico	Cretácico		65-140	75	Extinción masiva del límite Cretácico/Terciario Primeros mamíferos placentarios
		Jurásico		140-210	70	Primeras plantas con flores Primeras aves Primeros mamíferos marsupiales
		Triásico		210-250	40	Extinción masiva en el límite Triásico/Jurásico Primeros dinosaurios
	Paleozoico	Pérmico		250-290	40	Extinción masiva Permico/Triásico Desaparece más del 90% de la vida en la Tierra
		Carbonífero		290-360	70	Abundantes insectos Primeros reptiles Bosques de grandes árboles que dieron lugar a acumulaciones de carbón
		Devónico		360-410	50	Primeros anfibios Primeras Gimnospermas
Silúrico		410-440	30	Primeras plantas terrestres. Primeros invertebrados terrestres		
Ordovícico		440-500	60	Extinción masiva del límite Ordovícico/Silúrico		
Cámbrico		500-550	50	Extinción masiva del límite Cámbrico/Ordovícico		
Precámbrico	Proterozoico	Neoproterozoico		550-900	350	Extinción masiva en el límite Cámbrico/precámbrico Primeros Metazoos
		Mesoproterozoico		900-1600	700	
		Paleoproterozoico		1600-2500	900	Primeros eucariotas
	Arcaico	Paleo/Meso/Neo Arcaico		2500-3600	1200	Primeros seres vivos procariotas
		Eoarcaico		3600-4560	860	Formación del planeta Tierra