

GEOLOGIA Y SOSTENIBILIDAD



Xabier Murelaga

La Piedra

El distraído tropezó con ella.
El violento la utilizó como proyectil.
El emprendedor construyó, con ella.
El campesino cansado la utilizó como asiento.
Para los niños fue un juguete.
David mató a Goliat y
Miguel Ángel le sacó la más bella escultura.
En todos los casos,
la diferencia no estuvo en la piedra,
sino en el hombre.
No existe piedra en tu camino que no puedas
aprovechar para tu propio crecimiento.

Anónimo

Sostenibilidad

- Informe de la Comisión Mundial sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo, (Informe Brundtland o “Our Common Future”, 1987).
- **“el desarrollo que satisface las necesidades del presente sin comprometer la posibilidad de que futuras generaciones satisfagan sus propias necesidades”.**

2008 Año del Planeta Tierra

- La sociedad necesita una cultura científica y, en concreto, una cultura geológica, para comprender los procesos naturales y valorar los recursos y procesos geológicos, aspectos básicos para entender y gestionar bien el Medio Natural.



Habría que añadir la preservación del patrimonio geológico y de esta manera quedaría:

una cultura geológica, para comprender los procesos naturales que se dan y que se dieron en la tierra y valorar los recursos y procesos geológicos, aspectos básicos para entender y gestionar bien el Medio Natural.

El Año del Planeta Tierra en diez objetivos

- 1. Aguas subterráneas
- 2. Riesgos naturales
- 3. Tierra y salud
- 4. Cambio climático
- 5. Recursos naturales
- 6. Mega-ciudades
- 7. Tierra profunda
- 8. Océanos
- 9. Suelos
- 10. Tierra y vida

Geología física

1. Aguas subterráneas
2. Riesgos naturales
3. Tierra y salud
4. Cambio climático
5. Recursos naturales
6. Mega-ciudades
8. Océanos
9. Suelos

Geología histórica

7. Tierra profunda
10. Tierra y vida

1. *Aguas subterráneas:* *¿la solución para un planeta sediento?*

- Las aguas subterráneas constituyen un preciado recurso que debe ser explotado con responsabilidad.
- El conocimiento científico y la planificación pueden asegurar el abastecimiento de agua al evitar un uso deficiente de las reservas existentes y la contaminación de los acuíferos.

CICLO HIDROLÓGICO EN ESTADO NATURAL



Las diferentes fases del ciclo hidrológico muestran el constante movimiento del agua en la superficie terrestre: la evaporación, la transpiración de la vegetación, la precipitación en forma de lluvia o nieve, la recarga de los acuíferos, la escorrentía a través de ríos y arroyos, la salida del agua dulce al mar... y vuelta a empezar.

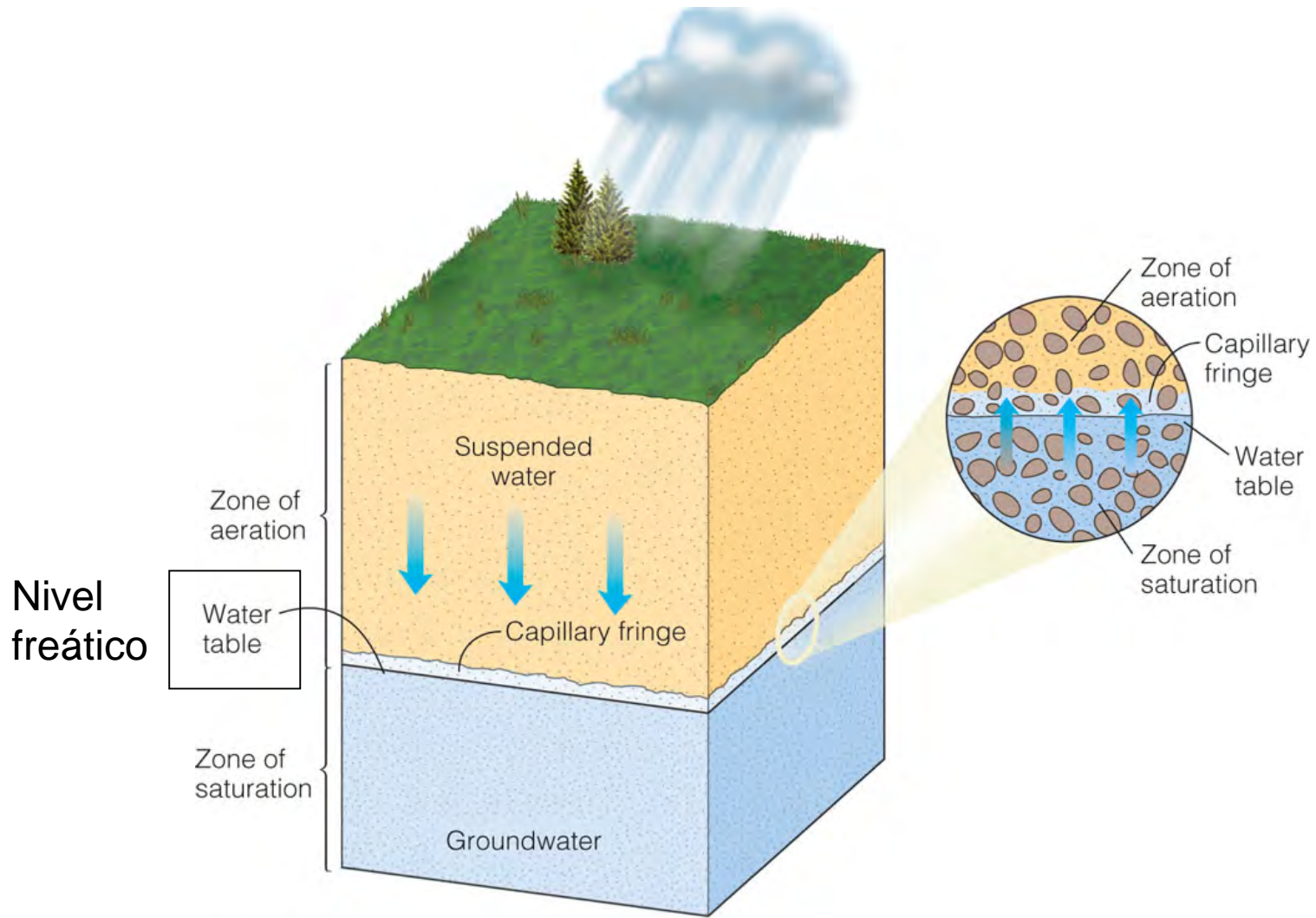
(Fuente: IGME y Fundación Marcelino Botín 2001)



Las rocas calizas constituyen un tipo de acuífero.

Las modificaciones en el sistema de aguas subterráneas pueden tener entre otras, las siguientes consecuencias:

- 1.- Descenso en el nivel freático, lo que hará que se sequen los pozos.
- 2.- Salinización de acuíferos
- 3.- Subsistencia.
- 4.- Contaminación

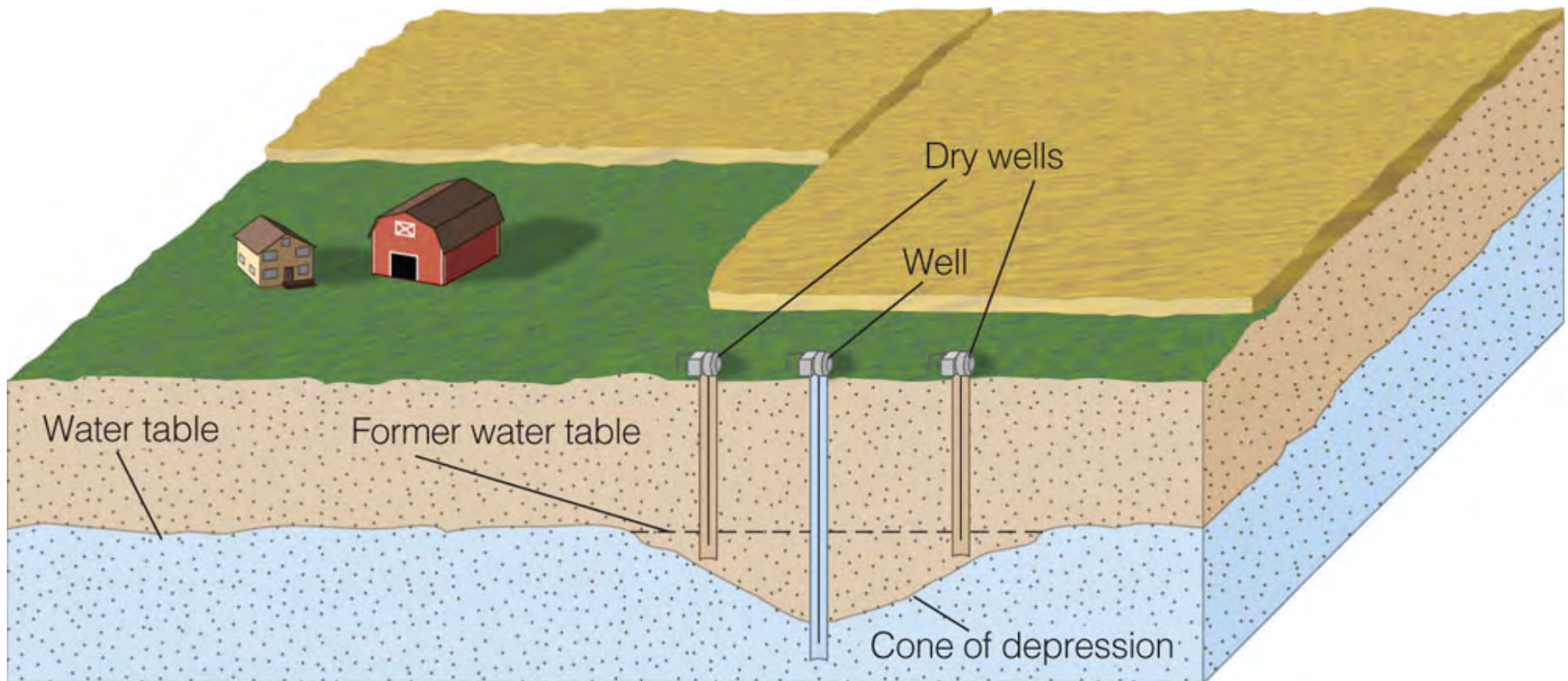


© 2006 Brooks/Cole - Thomson

El nivel freático (water table)

¿Qué hacer para que no se agoten los acuíferos?

Un cono de depresión se forma en cualquier lugar donde se saque agua de un pozo. Si el agua se extrae más rápido de lo que puede reponerse, el cono de depresión crecerá en profundidad y en circunferencia, bajando el nivel freático de la zona y haciendo que se sequen los pozos profundos de las cercanías. Esto da origen a litigios.

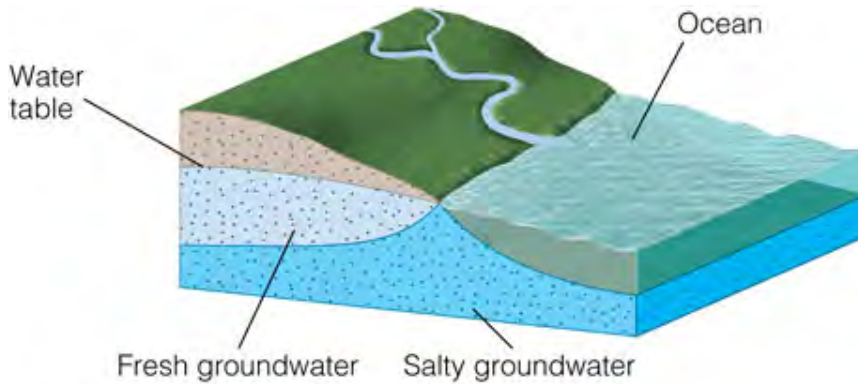


Salinización de acuíferos.

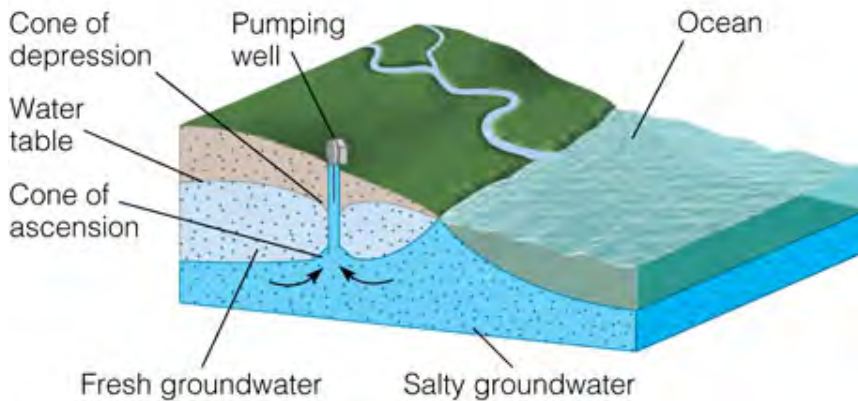
a). Como el agua dulce no es tan densa como la salada, forma un cuerpo lenticular por encima del agua salada subyacente.

b). Si se produce un bombeo excesivo, se desarrolla un cono de depresión en el agua dulce subterránea, y se forma un cono de ascensión en el agua salada subyacente, que puede hacer que el pozo se contamine de agua salada.

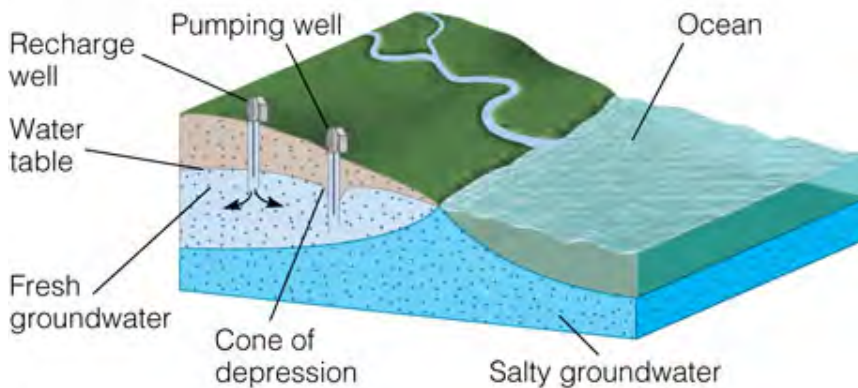
c). El bombeo de agua para introducirla de nuevo en el sistema de aguas subterráneas a través de pozos de recarga puede ayudar a bajar el punto de contacto entre el agua dulce y el agua salada y a reducir la incursión de agua salada.



(a)



(b)



(c)

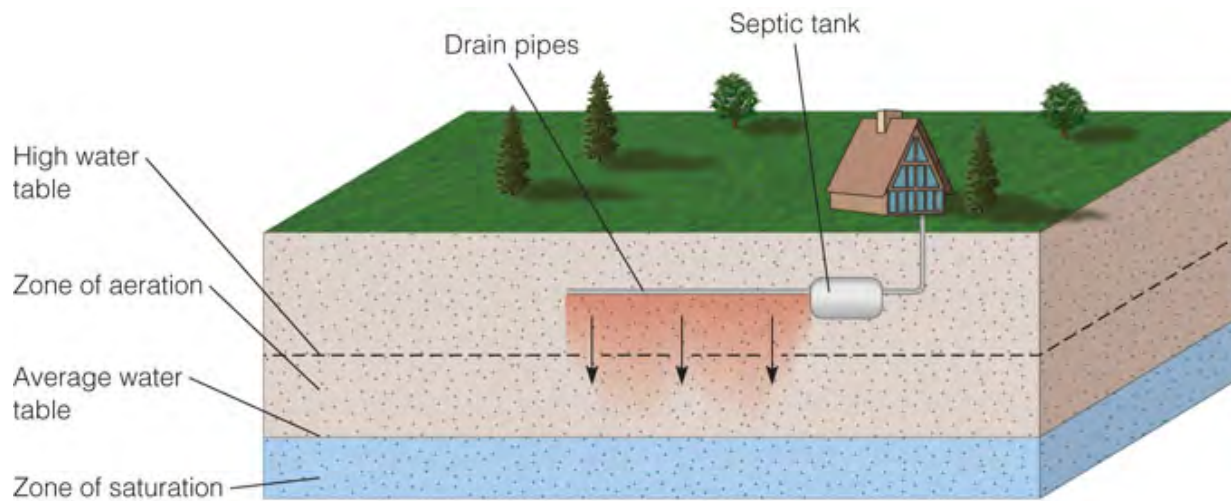


Subsidencia

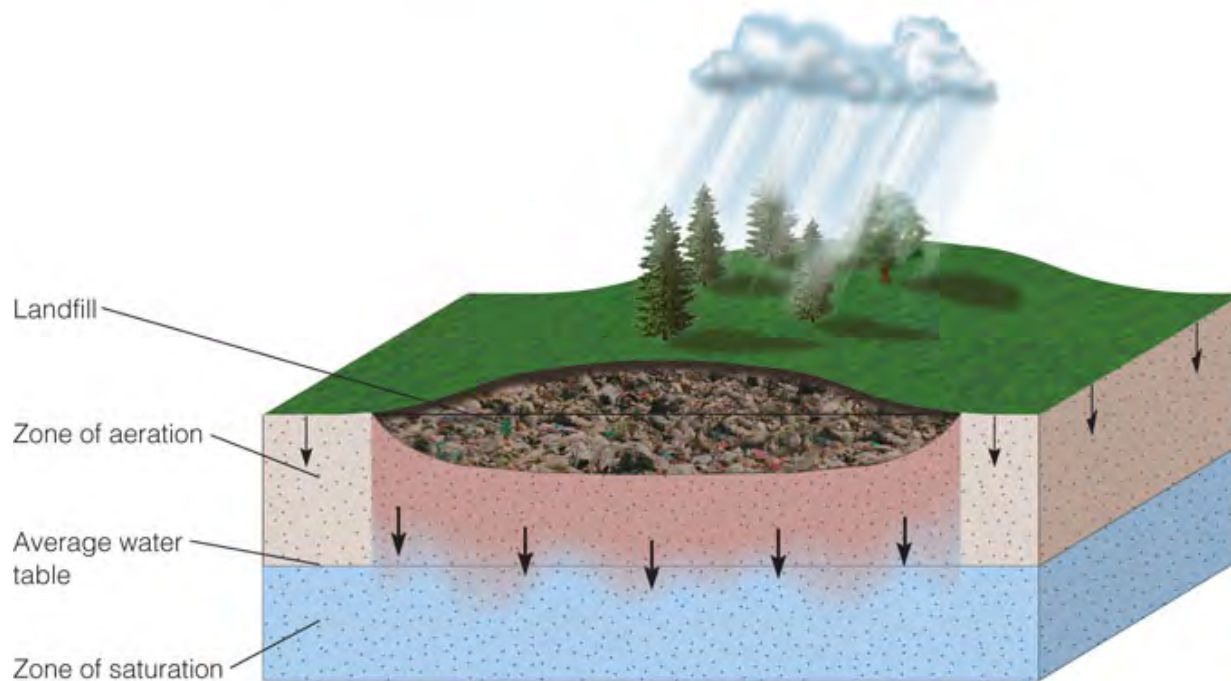
Las fechas de este poste eléctrico ilustran el grado de subsidencia en el Valle de San Joaquín, California. Debido a las extracciones de agua subterránea y la posterior compactación de sedimentos, el terreno se hundió casi 9 m entre 1926 y 1977. Por un tiempo, la utilización de agua superficial redujo la subsidencia, pero durante la sequía de 1987 a 1992 comenzó de nuevo, cuando se extrajo más agua subterránea.

Subsidence of Cities and Regions Due Primarily to Groundwater Removal

Location	Maximum Subsidence (m)	Area Affected (km ²)
Mexico City, Mexico	8.0	25
Long Beach and Los Angeles, California	9.0	50
Taipei Basin, Taiwan	1.0	100
Shanghai, China	2.6	121
Venice, Italy	0.2	150
New Orleans, Louisiana	2.0	175
London, England	0.3	295
Las Vegas, Nevada	8.5	500
Santa Clara Valley, California	4.0	600
Bangkok, Thailand	1.0	800
Osaka and Tokyo, Japan	4.0	3,000
San Joaquin Valley, California	9.0	9,000
Houston, Texas	2.7	12,100



(a)



(b)

Contaminación

a) Una fosa séptica libera lentamente las aguas residuales en la zona de aireación. Normalmente, la oxidación la degradación bacteriana y el filtrado eliminan las impurezas antes de que alcancen el nivel freático. Sin embargo, si las rocas son muy permeables o el nivel freático está demasiado cerca de la fosa séptica, el agua subterránea puede contaminarse.

b). A menos que haya una barrera impermeable entre un vertedero y el nivel freático, los contaminantes pueden llegar a la zona de saturación y contaminar el suministro de agua subterránea.

2. Riesgos naturales: investigar para prevenir

- La Tierra es un planeta activo y prueba de ello son los desastres naturales que afectan a millones de personas: inundaciones, tsunamis, terremotos, huracanes, sequías o deslizamientos de tierras.
- A través de la investigación geológica se pueden conocer mejor, predecir o mitigar muchos de estos procesos naturales.

¿Se puede considerar como riesgo un proceso natural?
¿Es peligroso un río, un volcán o una playa?



Visión idílica desde la cumbre del Teide, un volcán dormido pero aún activo...

(Fotografía: C. González Lucas)

*...contrasta con la de estos geólogos asomados a los infiernos (erupción del Teneguía en la Isla de la Palma, en 1971)
(Fotografía: Ministerio de Fomento)*



La erosión costera y de suelos, los movimientos de ladera, las subsidencias del terreno o el aumento de volumen de los suelos son procesos muchísimo más lentos. No suelen producir víctimas mortales, pero pueden producir pérdidas económicas muy importantes.



Estado de la Playa de la Malagueta, tras el temporal de la semana pasada. / SERGIO CAMACHO

El temporal en las playas de Málaga pone de manifiesto la necesidad de un plan de regeneración

Empresarios y partidos exigen soluciones definitivas para el principal atractivo turístico

El mal tiempo afecta a una decena de casas en Velez-Málaga

F. P. Málaga

A más de una decena de familias de las pedanías de Lagos y Mezquitilla, en la localidad costera malagueña de Velez-Málaga, le han quitado el sueño las noches de temporal del último mes. Sus viviendas, construidas hace más de cien años en la playa, han quedado expuestas al embate de las olas. La situación de las casas era crítica ya hace meses, porque el mar ha ido comiendo terreno a la playa a lo largo de los años y quedaba cada vez más cerca, pero en los últimos días, según indica el portavoz de los vecinos de Lagos, Mercedes Gil, "las olas han avanzado hasta romper directamente en las paredes que dan al mar".

Durante esta semana, el Ayuntamiento de Velez-Málaga ha improvisado una escollera para proteger las edificaciones de Mezquitilla, donde, además, el temporal ha arruinado parte del saneamiento. El próximo lunes está previsto hacerlo en Lagos. Es, sin embargo, una solución transitoria. El problema de estas familias es mucho más complejo, porque las casas que han habitado durante todo

Titular de prensa que muestra el resultado de un temporal sobre las playas de Málaga (Fuente: El País)

14.10.10 Daños muy importantes en las playas de Dénia por el temporal



El riesgo natural que con mayor intensidad y frecuencia afecta a España es sin duda el de inundaciones: representa más del 85% del total de la siniestralidad pagada por las compañías de seguros.



*Inundaciones de mayo 2007 en Alcázar de San Juan
(Ciudad Real) (Fotografía: A. Diez)*

Los geólogos venimos defendiendo desde hace muchos años la necesidad de elaborar una **cartografía** que delimite diferentes zonas de uso del suelo, restringiendo el derecho a construir en aquellas áreas que, como consecuencia de riesgos naturales, puedan representar un elevado peligro para la seguridad de las personas.



Imágenes de Écija inundada 07-12-2010

A veces, las inundaciones son catástrofes anunciadas: la influencia humana sobre los cauces o la cuenca de los ríos

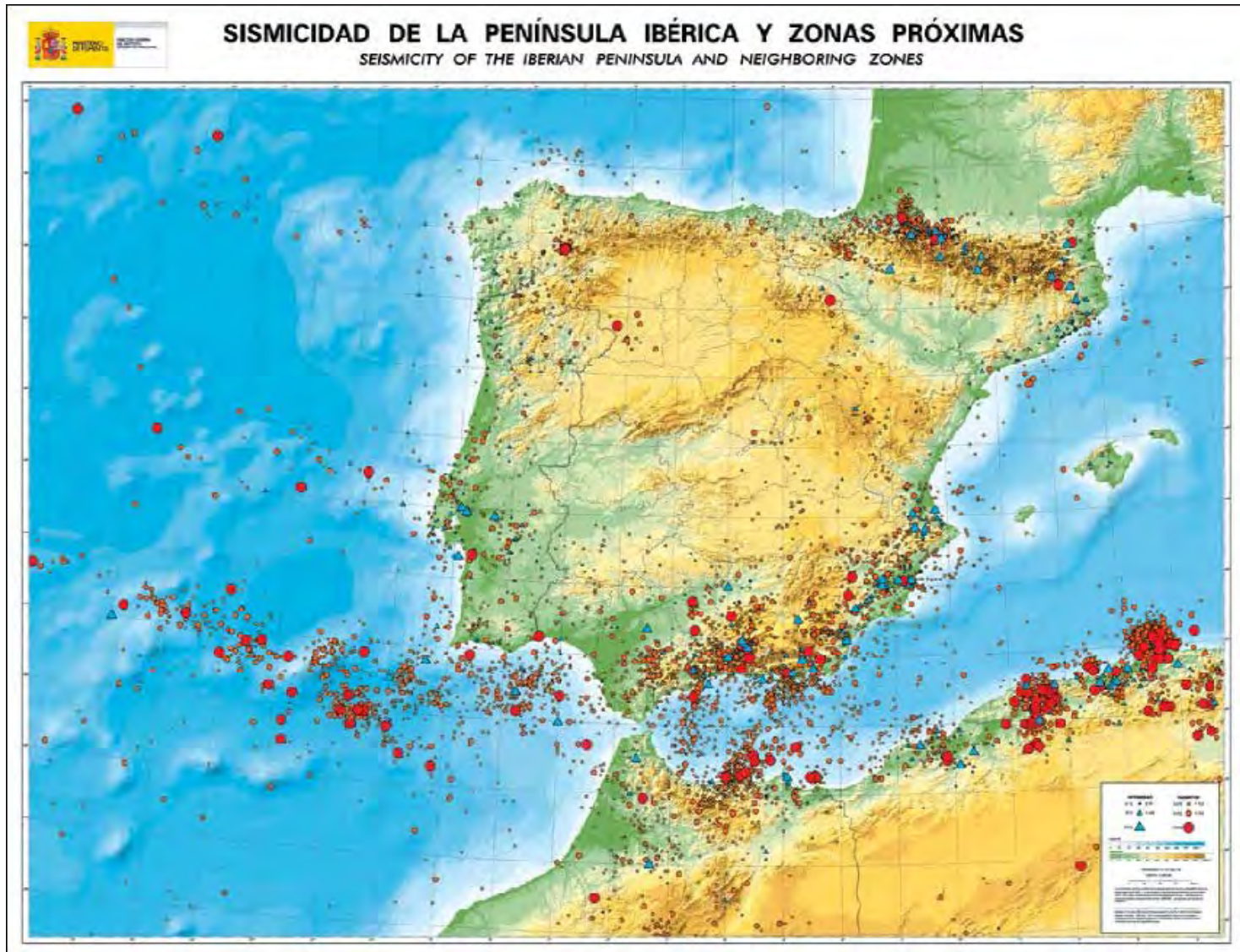


*Imagen de lo que quedó del camping de Biescas después de la riada de 1996.
(Fotografía: web Diario digital El Mundo.es)*

A veces, las inundaciones son catástrofes anunciadas: urbanización salvaje que impide que se infiltre el agua en el subsuelo, empeorando el efecto de una inundación.



La urbanización salvaje de esta zona de costa impide la infiltración del agua cuando llueve, lo que favorece las inundaciones.



En este mapa de la sismicidad de la Península y zonas próximas, cada punto representa un terremoto. Además, a mayor magnitud mayor radio del círculo.
(Fuente: Ministerio de Fomento)

Terremoto de Lorca 11 de mayo de 2011

Magnitud 5,11(Ritcher)
Intensidad máxima VII (Mercalli)



Hundimiento de la iglesia de Santiago tras el terremoto de Lorca

El geólogo debe participar en los órganos de gestión del territorio: ¿Por qué construir casas que se pueden caer como castillos de naipes en caso de terremoto? ¿Por qué no tener en cuenta las condiciones geológicas del terreno para realizar cualquier infraestructura o actividad?



El terremoto de Izmit (Turquía, 1999) puso en evidencia la importancia de la calidad de la construcción. Numerosas casas se colapsaron produciendo numerosas víctimas, mientras que al lado, otras apenas sufrieron daños. (Fotografía: IZIIS Expert team)

3. *Tierra y salud: por un entorno más confortable y seguro*

- El aire que respiramos contiene gases y partículas. El agua que bebemos contiene sales minerales y los alimentos incorporan compuestos que previamente ingirieron los animales o asimilaron las plantas.
- Por tanto, la contaminación de aire, agua o suelos afecta a nuestra salud y calidad de vida.

¿Cómo estamos expuestos a los materiales terrestres?

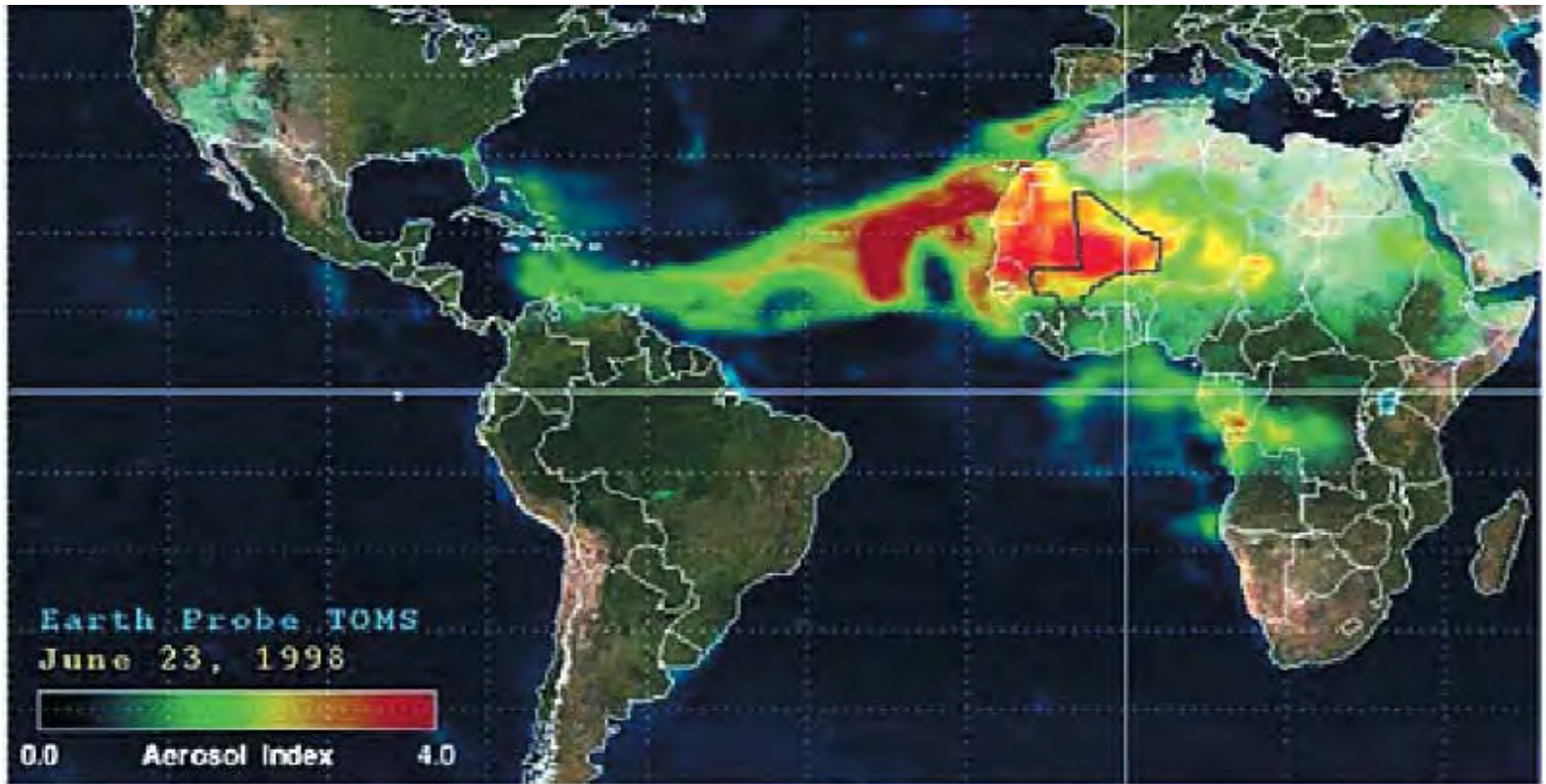
Excepto la energía, que procede del sol, todos los recursos necesarios que sostienen la vida provienen de la Tierra. Son tres las rutas por las que los elementos terrestres llegan a nuestro organismo : la respiración, la ingestión y el contacto a través de la piel.



Tres maneras para que los elementos terrestres del medio ambiente lleguen al organismo de esta niña: tocando y oliendo estos girasoles, y... ¡comiendo sus pipas!

¿Qué respiramos?

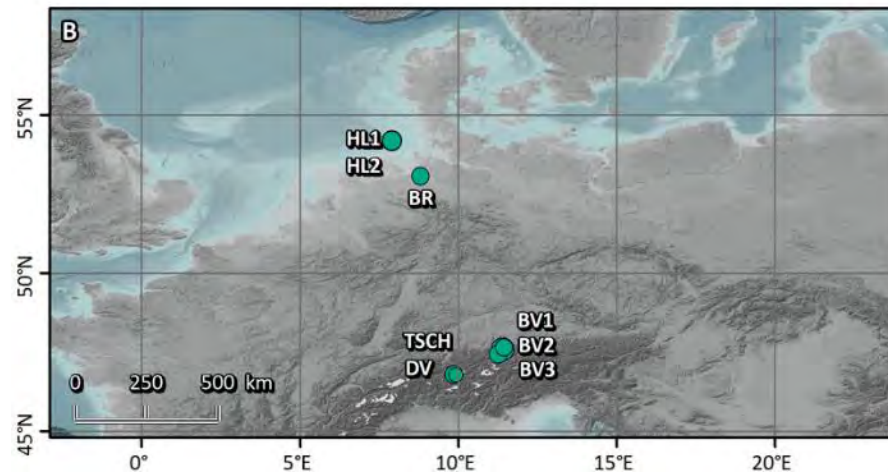
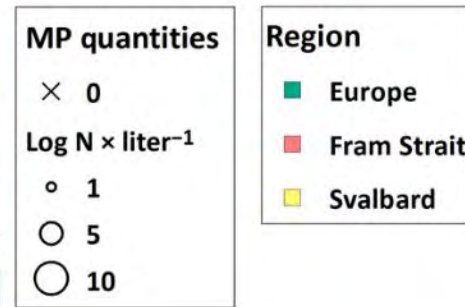
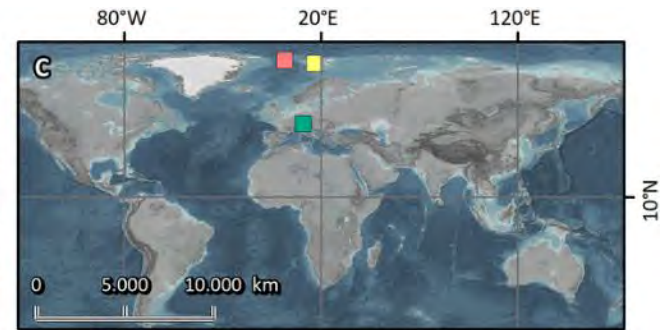
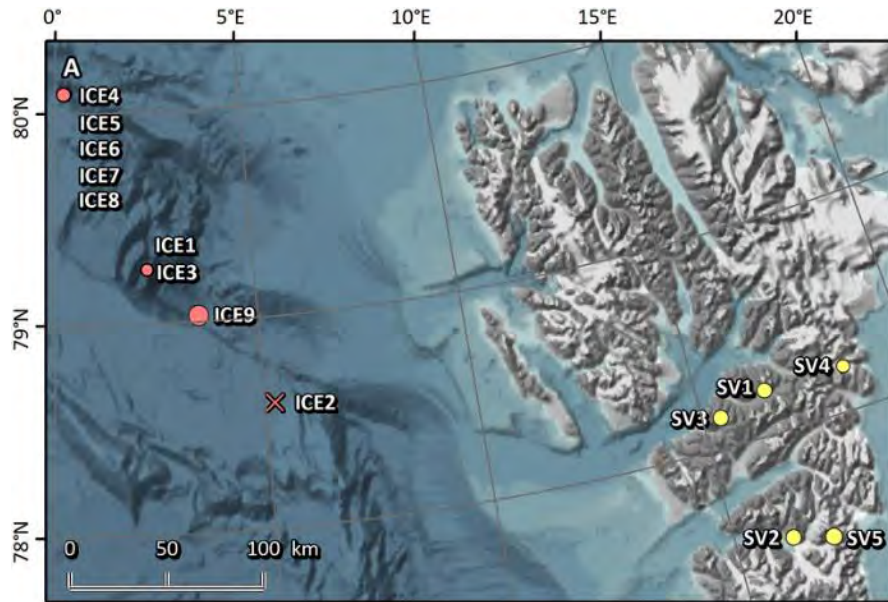
El tamaño de las partículas que inhalamos es importante a la hora de estimar los riesgos para la salud. A menor tamaño, más profunda es la penetración en el cuerpo humano.



Tormenta de arena en el Sahara que afectó el sur de la Península Ibérica. Los colores más cálidos indican una mayor concentración de partículas en el aire. (Fuente: Kellogg et al., 2004)

¿Qué respiramos? Un pequeño gran problema, los microplásticos

M. Bergmann, et al, White and wonderful? Microplastics prevail in snow from the Alps to the Arctic. *Sci. Adv.* **5**, eaax1157 (2019).



¿Cómo impactan los materiales terrestres sobre la salud pública?

Que una sustancia sea natural no significa necesariamente que sea saludable.

En algunos casos la asociación entre enfermedad y geología es muy clara. La falta de yodo en las aguas alpinas ha sido durante mucho tiempo causa de bocio. Hoy en día, se añade yodo al agua que llega a nuestros grifos



Habitante de las Hurdes con bocio. Este aumento de tamaño de la glándula tiroides se debe esencialmente a la deficiencia de yodo. (Fuente: www.etnografo.com)

Las intervenciones humanas sobre el medio ambiente, como las explotaciones mineras, representan otro de los riesgos potenciales para la salud.

Largo historial de enfermedades en relación con este tipo de intervención: silicosis de los mineros,



Mineros trabajando en el fondo de la mina (Fuente: www.thewirelessreport.com)

4. *Cambio climático: una responsabilidad de todos*

Gran parte del cambio climático al que estamos asistiendo en el siglo XXI se debe a la emisión descontrolada de gases de efecto invernadero.

Hoy sabemos que España será el país de Europa más afectado por el aumento de las temperaturas.

Los ciudadanos debemos actuar en diferentes niveles, adoptando medidas de consumo energético responsable, reduciendo las emisiones de gases y utilizando más las energías renovables.

Documental “Cómo el clima determinó la historia”

<https://www.youtube.com/watch?v=xbQ3jkeVw>

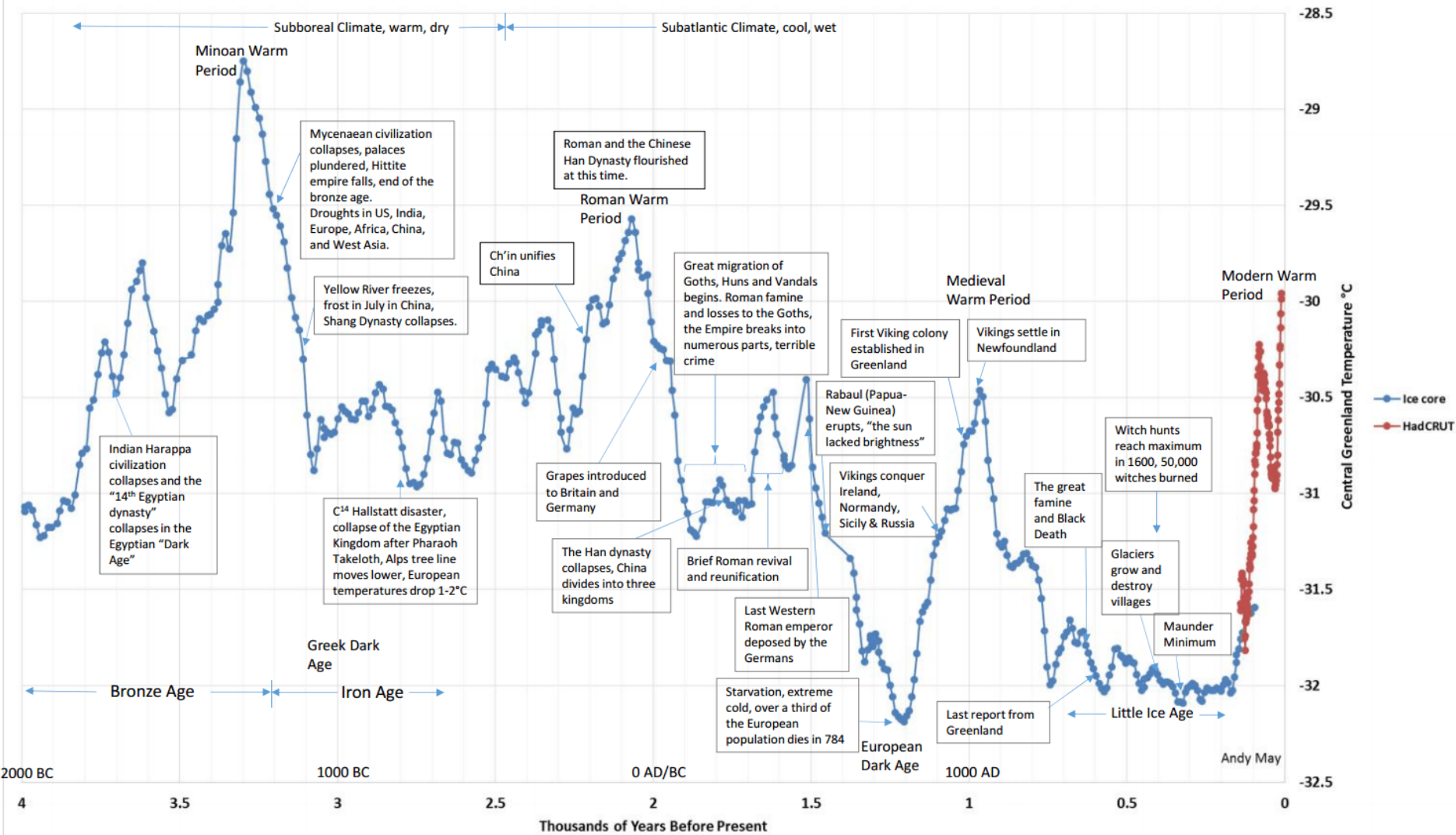
https://www.youtube.com/watch?v=GwvXahCBp_4

A lo largo de la historia de la Tierra, el clima ha cambiado continuamente, pero parece que, por primera vez, la actividad del hombre ha alterado el patrón climático?



El glaciar del Pico de los Infiernos en los Pirineos de Huesca, un testigo de la última glaciación de hace unos 10.000 años (Fotografía: J. Lillo)

Central Greenland Temperature, 4,000BP to Present (Modified from Alley,2004)

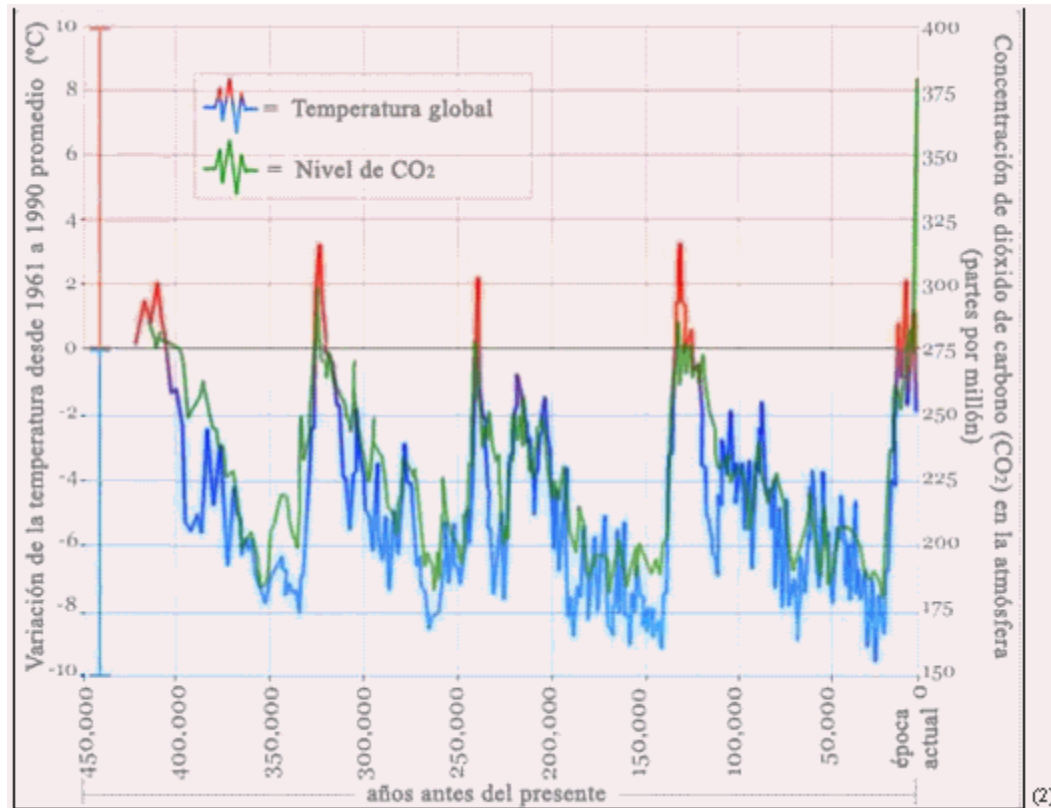


La Pequeña Edad de Hielo corresponde a un episodio de enfriamiento entre el siglo XIII y la mitad del siglo XIX, que se notó sobre todo en Europa y América del Norte.
Causas: vulcanismo y menor actividad solar.



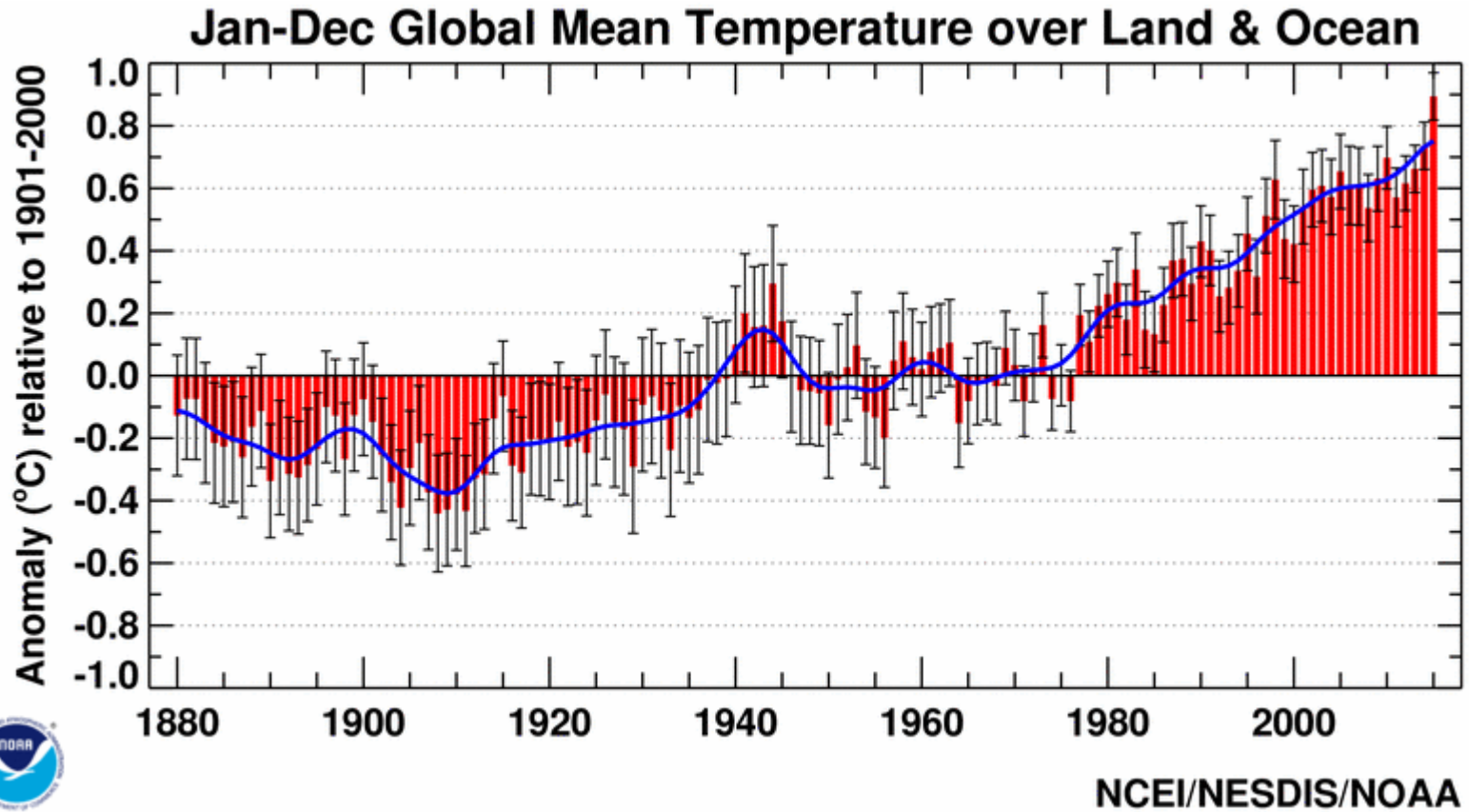
Peter Brueghel. Invierno 1565 (Fuente:Wikipedia)

Los cambios climáticos del pasado quedan registrados en los hielos de los polos. Las burbujas de aire atrapadas en el hielo registran la composición de la atmósfera de la época (CO_2 , CH_4 , y N_2O , gases de efecto invernadero). Las temperaturas del pasado se determinan midiendo la concentración de los isótopos del oxígeno en los gases que componen estas burbujas.



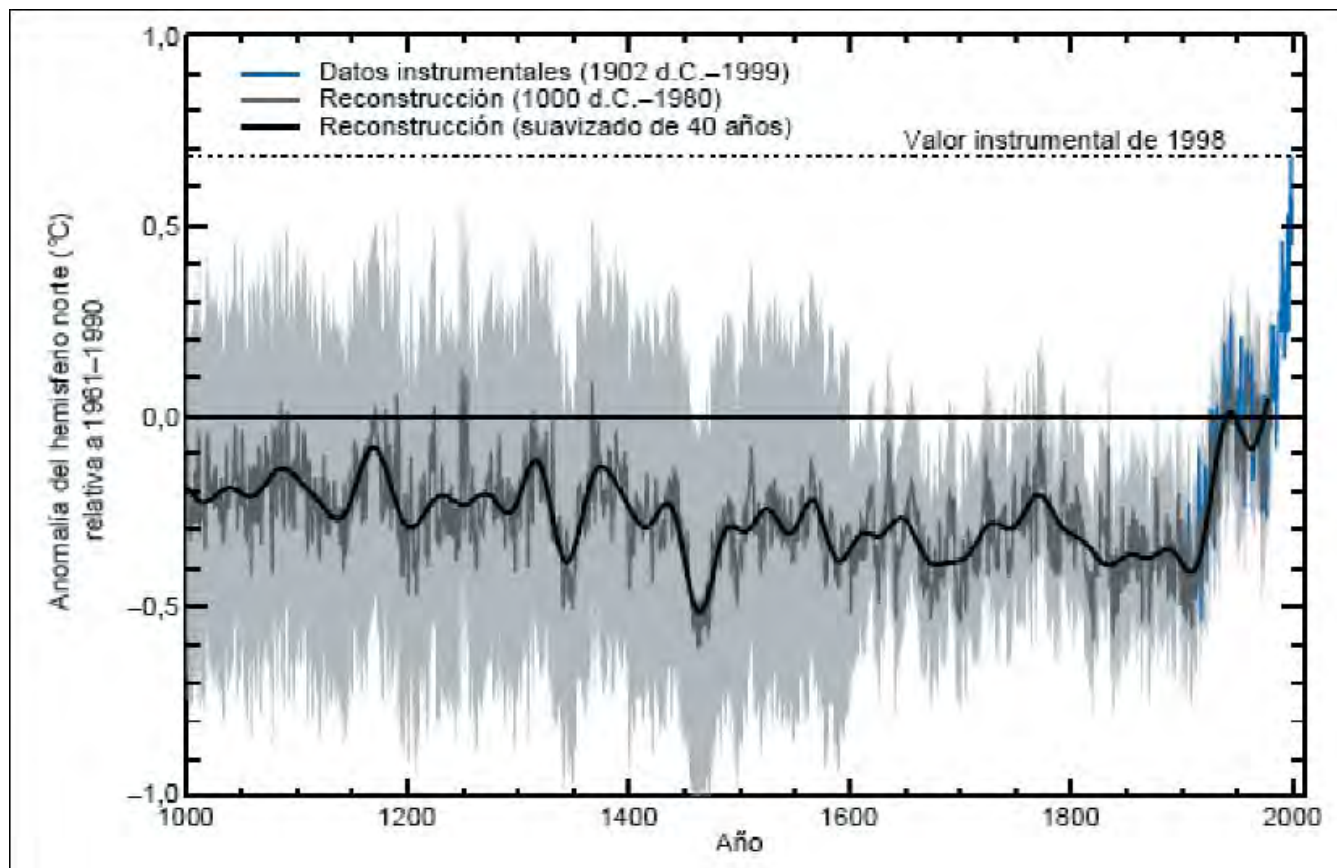
Concentración de CO_2 (curva verde) en las burbujas de aire atrapadas en los hielos polares desde hace 450.000 años, y temperatura global deducida de esta concentración (curva de dos colores, azul y roja). Se observa una variación cíclica de ambos parámetros. (Fuente: web SEED 2007)

Las mediciones a partir de termómetros muestran que, en los últimos 140 años, la temperatura media mundial de la superficie de la Tierra ha subido desde 1861. Durante el siglo XX, el aumento ha sido de $0,76 \pm 0,2\text{C}$. Las medidas con globos meteorológicos de la temperatura de la atmósfera muestra la misma tendencia (aumento de $0,1\text{C}$ por decenio).



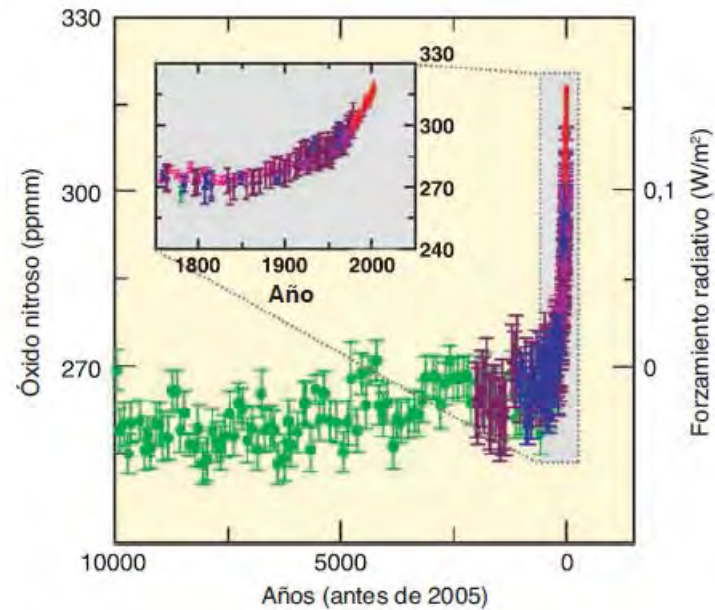
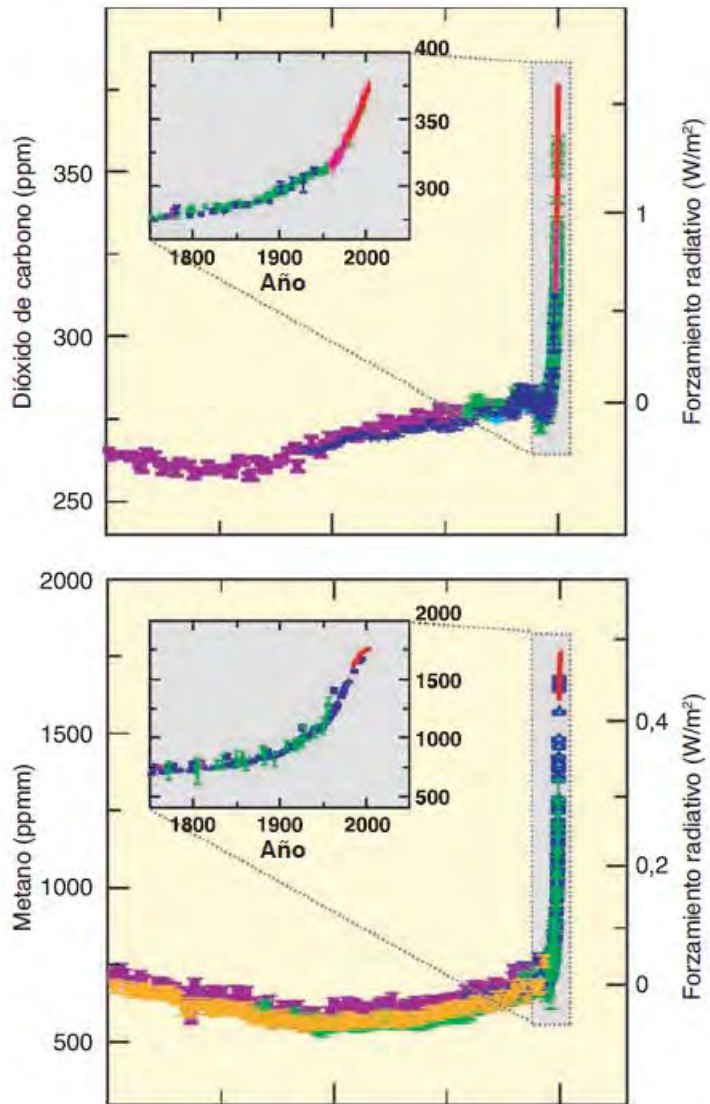
Variación de temperatura para el periodo 1880 a 2015, medida con termómetros.

Para los últimos 1.000 años se observa que el ritmo y la duración del calentamiento en el siglo XX han sido mucho mayores que en cualquiera de los nueve siglos anteriores.



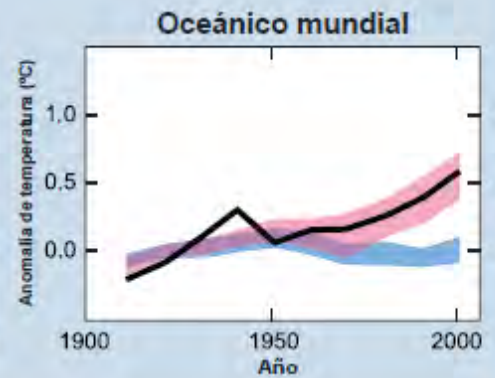
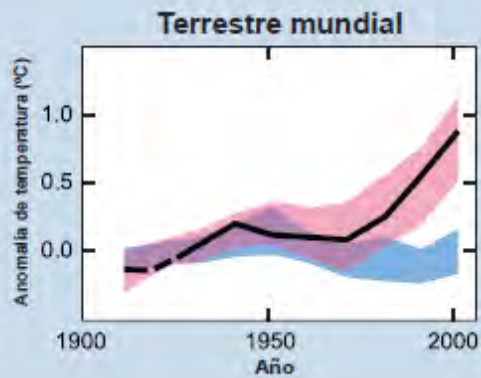
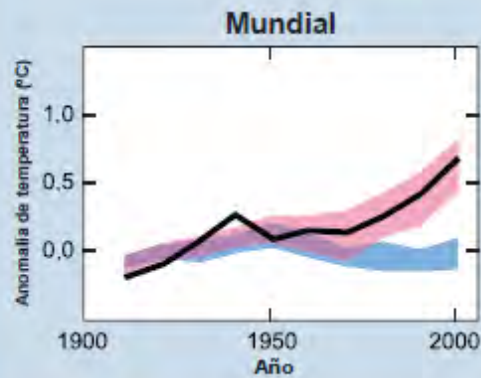
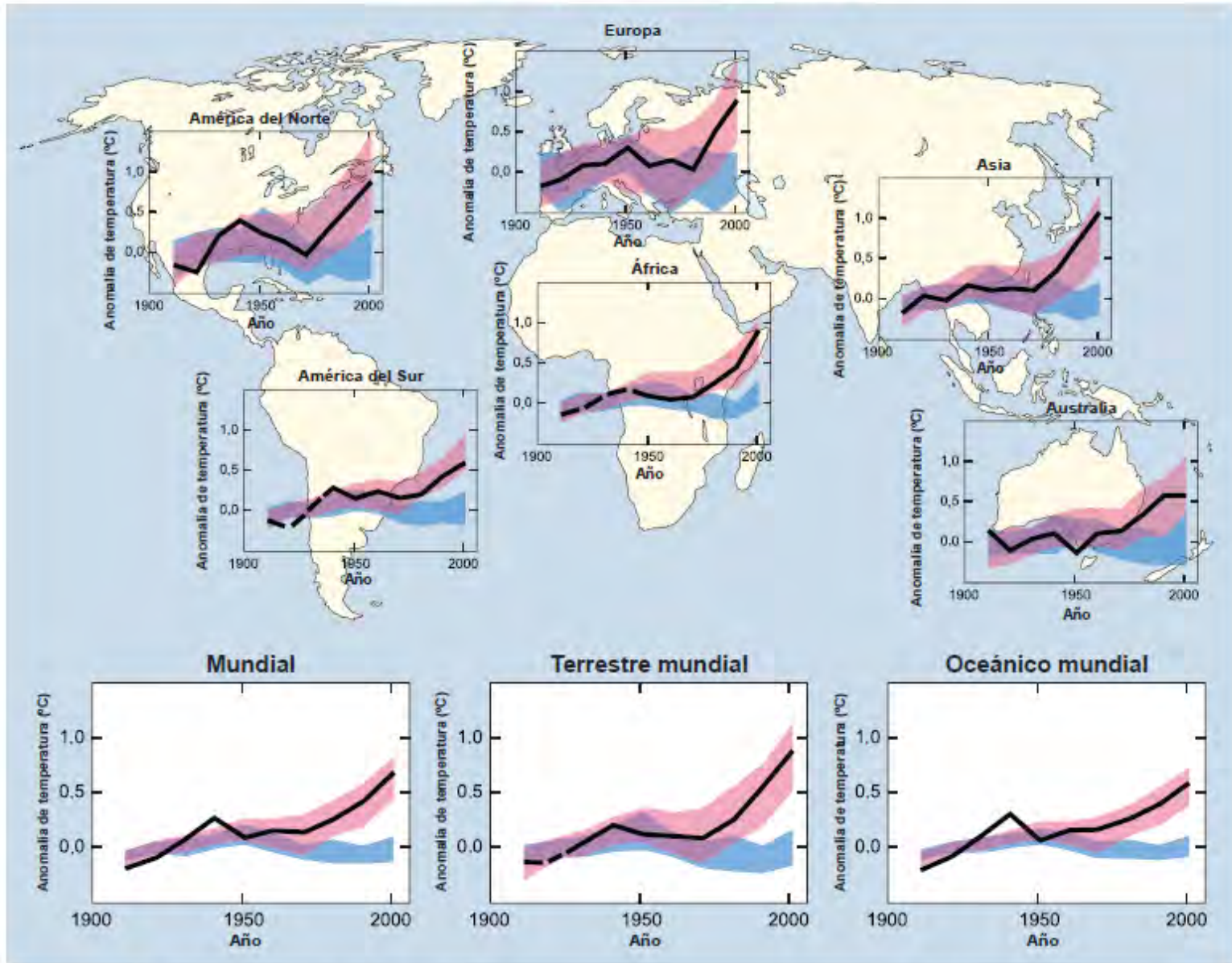
Reconstrucción de la temperatura del hemisferio norte (HN) en el milenio (gris oscuro – anillos de crecimiento de árboles, corales, muestras de hielo y registros históricos) y datos instrumentales (azul) desde 1000 d.C. hasta 1999. (Fuente: Resumen técnico del Grupo de trabajo I del IPCC, 2007)

Las concentraciones globales de los tres gases de efecto invernadero (GEI), CO_2 , CH_4 y N_2O , han aumentado de manera espectacular desde 1750 y superan ampliamente los valores de la era pre-industrial.



Concentraciones globales de los tres gases de efecto invernadero desde hace 10.000 años, a partir de datos de sondeos en hielo. (Fuente: Resumen técnico del Grupo de trabajo I del IPCC, 2007)

Cambio de la temperatura mundial y continental

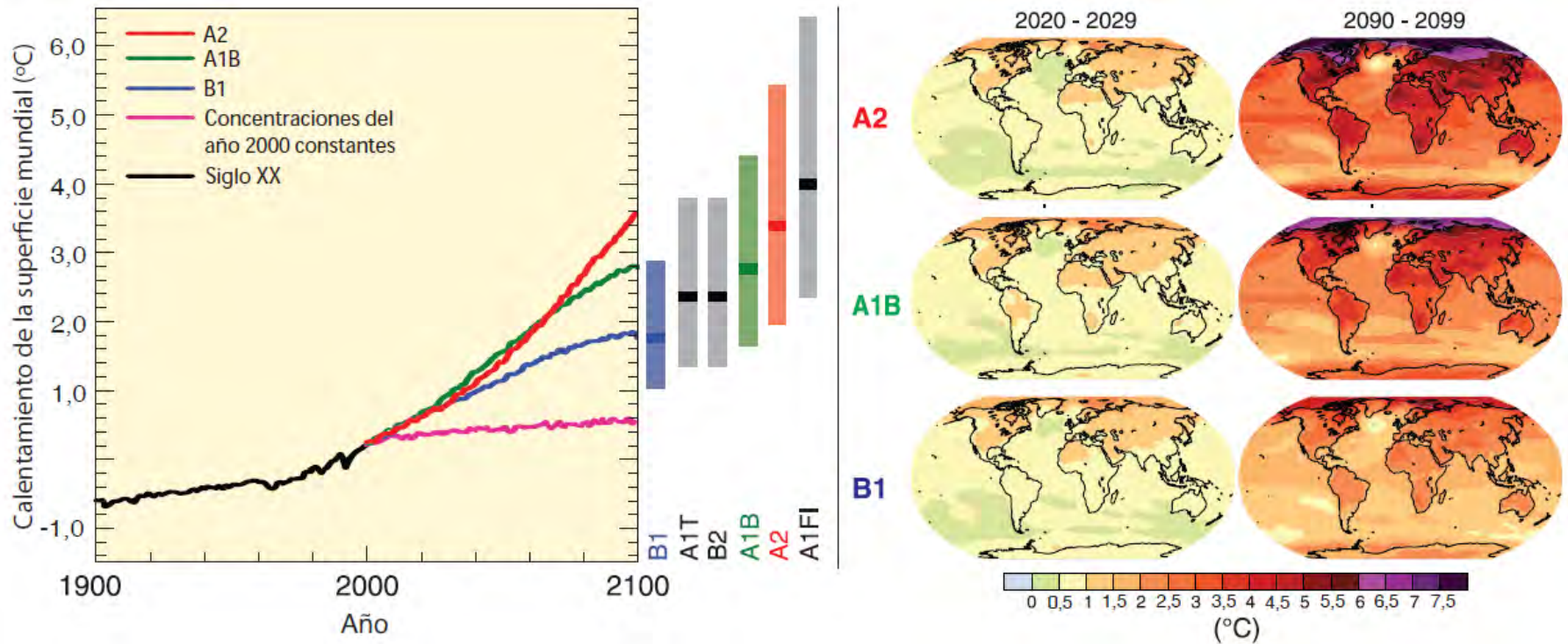


Modelos que utilizan solo forzamientos naturales

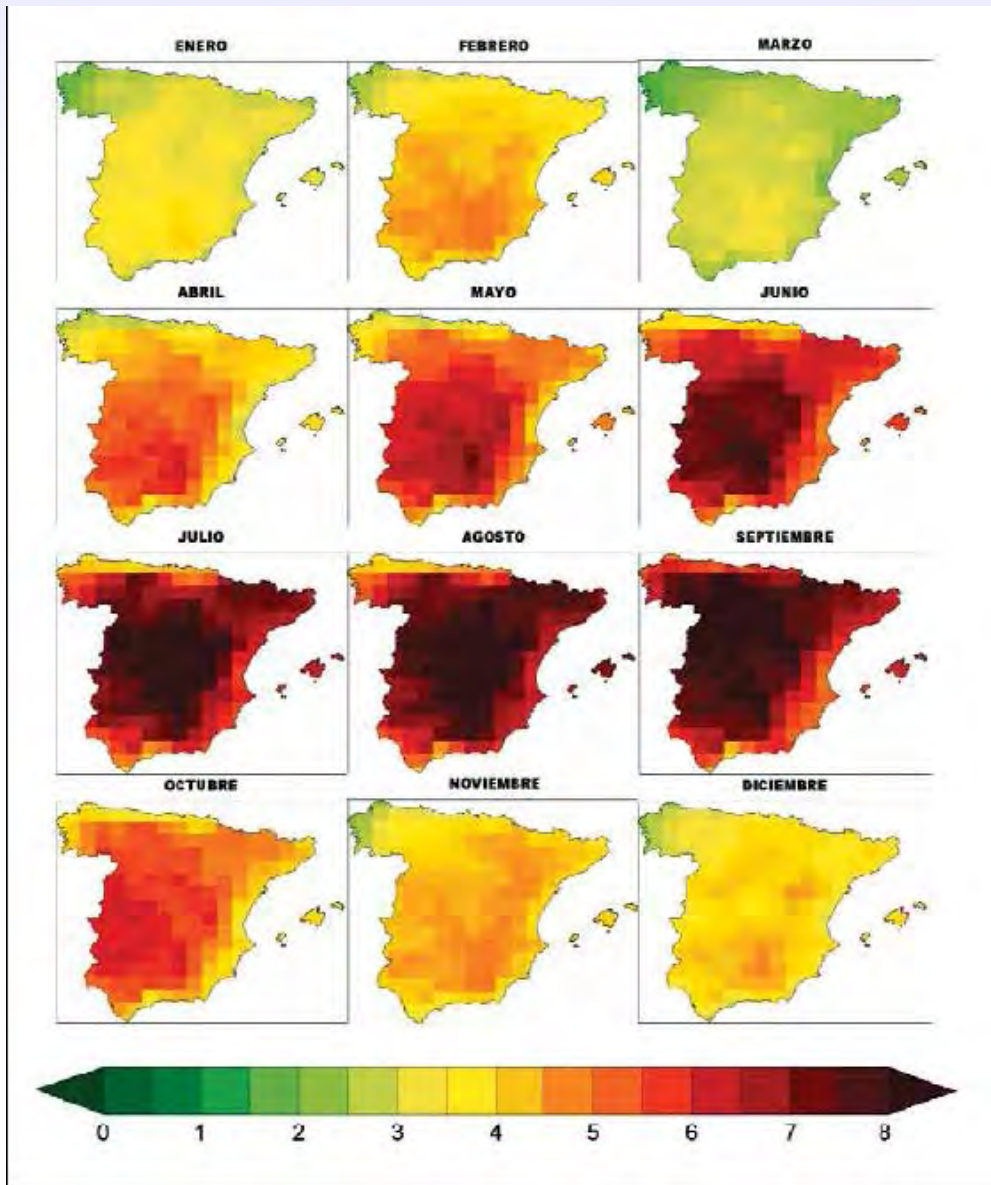
Modelos que utilizan forzamientos naturales y antropógenos

Observaciones

El más desfavorable (mayores emisiones de GEI, curva roja) es el escenario de un mundo desigual y heterogéneo, con un aumento constante de la población mundial y con un desarrollo económico y tecnológico fragmentado. El más favorable postula un mundo convergente, con reducciones en el consumo de materiales e introducción de tecnologías limpias y de recursos eficaces (curva azul).



Modelos de calentamiento global, a partir de diversos supuestos de emisiones de gases de efecto invernadero, calculados a partir del año 2000. La escala de la derecha está en °C. (Fuente: Resumen técnico del Grupo de trabajo I del IPCC, 2007)



Modelo de aumento medio de temperatura máxima mensual para el periodo 2071-2100 respecto al clima actual. Las cifras de la escala de colores están en °C. Significa que, por ejemplo, para la zona centro, en el mes de septiembre la temperatura máxima mensual respecto al clima actual podría ser de 8°C más alta. (Fuente: Instituto Nacional de Meteorología, 2007)

5. *Recursos naturales: por un consumo responsable*

- La sociedad actual depende de los recursos minerales para la obtención de energía y materias primas. Nuestro planeta es como una gran despensa de la que extraemos los recursos que necesitamos para vivir. Pero éstos no son inagotables.
- El conocimiento de los recursos geológicos es clave para su uso racional y equitativo, porque el reto es aprovechar los recursos de hoy sin comprometer los del futuro.



*El petróleo es el recurso natural que más influye sobre la economía global. En esta imagen de 1862, se muestra uno de los primeros campos petrolíferos del mundo, el de Pensilvania en Estados Unidos. Se observan los barriles de madera en los que se almacenaba el crudo, lo que explica por qué se utiliza esta medida de volumen, aunque hoy los barriles tengan una capacidad estándar.
(Fotografía:Wikipedia)*

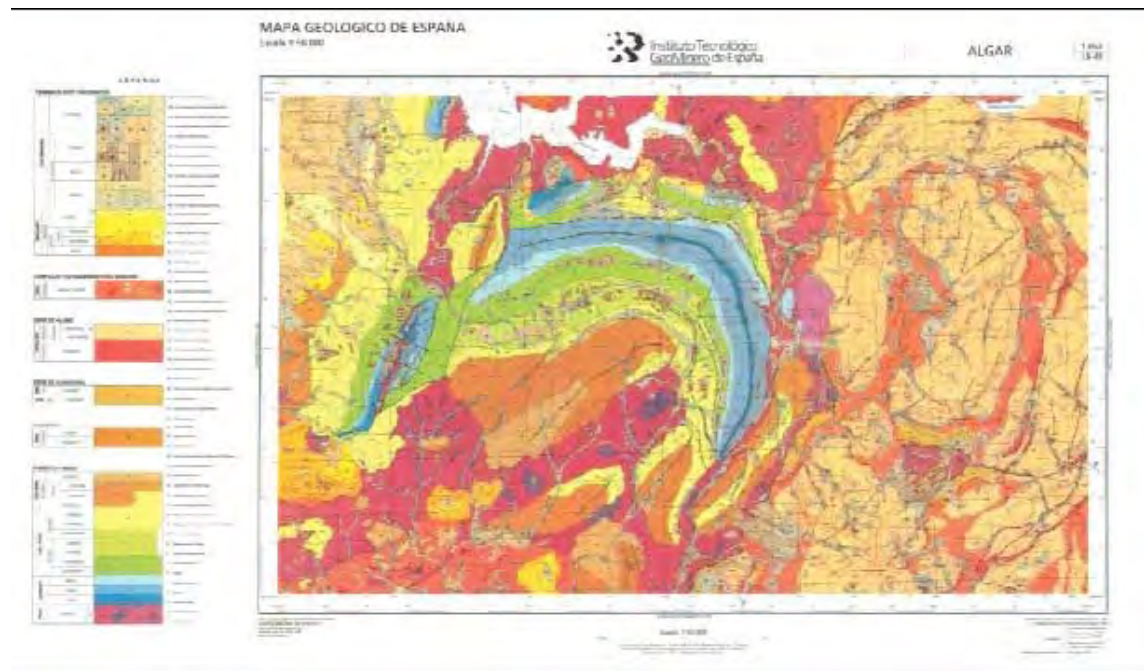
Dependemos al 97% del exterior para nuestras necesidades en petróleo, gas natural y carbón, las tres fuentes principales de energía en nuestro país



Vista de una sala de un piso de estudiantes: cualquier elemento se fabrica con o depende de recursos naturales... (Fotografía: A. Crespo-Blanc)

Los geólogos, deben conocer lo que se puede extraer de la tierra, dónde, cómo y por cuánto tiempo. Sólo así se podrá gestionar correctamente los recursos naturales .

El mapa geológico es una herramienta básica



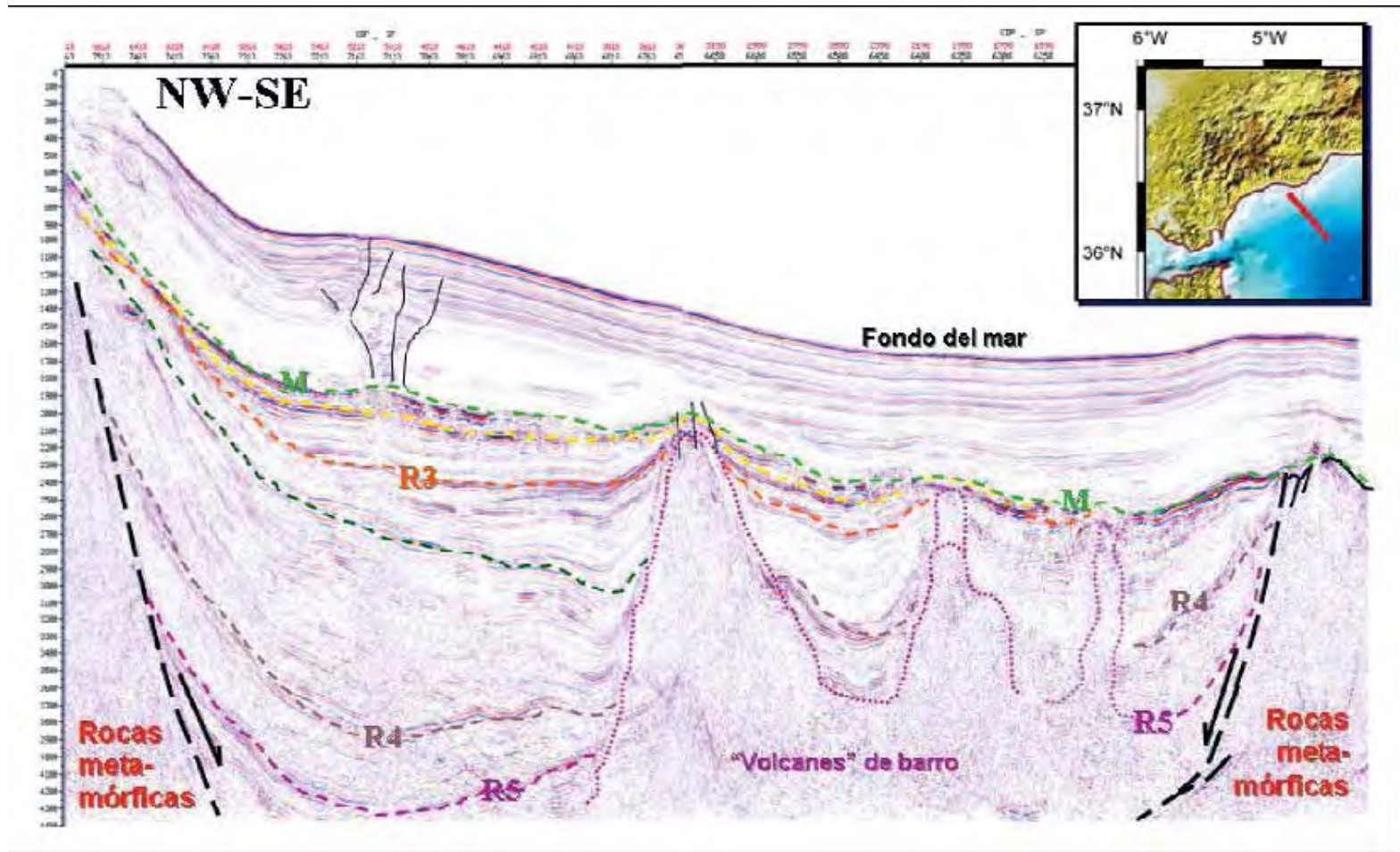
Mapa geológico a escala 1:50.000 disponible en la web del Instituto Geológico y Minero de España (www.igme.es). Hoja de Algar (Cádiz).

Desde un buque oceanográfico, se envían ondas acústicas con un cañón de aire hacia el fondo marino. Estas ondas atraviesan los sedimentos y se reflejan sobre determinadas capas, lo que dibuja su geometría.

Técnicas más sofisticadas: sísmica marina, que se usa esencialmente para buscar hidrocarburos.



El Hespérides, uno de los dos buques oceanográficos españoles, cerca de Vigo. (Fotografía: A. Maldonado)



Resultado de un perfil sísmico en el mar de Alborán (Mediterráneo). Los distintos reflectores, resaltados con trazos discontinuos, dibujan la geometría de los sedimentos. Los reflectores R5 y M representan sedimentos que tienen una edad de 16 y 5 millones de años, respectivamente. (Fuente: M. Comas)

La extracción de recursos minerales suele estar conectada con problemas de contaminación medioambiental,



*Cantera de piedra ornamental en Quintana de la Serena (Cáceres).
(Fotografía: M. Carracedo y S. Eguidazu)*

Impactos de la extracción sobre el medio ambiente



*Corta de la Atalaya, en las minas de sulfuros de hierro de Río Tinto (Huelva).
(Fotografía: A.Crespo-Blanc)*

La extracción de recursos minerales está acompañada de problemas de corrupción, guerras civiles o explotación laboral de los trabajadores. Los geólogos deben abordar estos problemas medioambientales y éticos con expertos en economía, sociología y política. Sólo una aproximación pluridisciplinar posibilitará una extracción sostenible de estos tipos de recursos

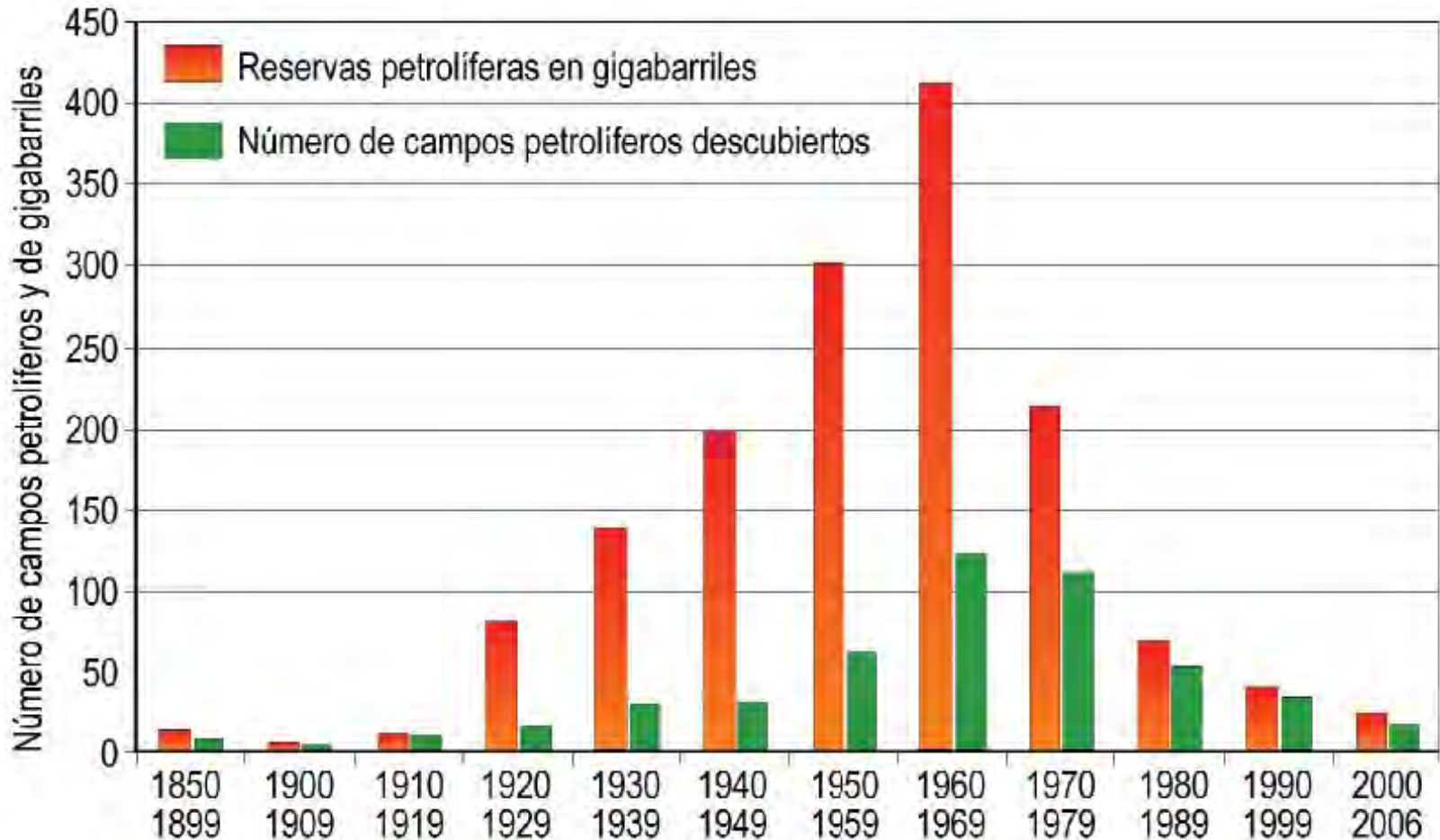


*Niños y adolescentes trabajando en la explotación de una mina de coltán en el Congo.
(Fotografía: M.P. Dizalele)*

Todo Chile celebra el desenlace de la mayor operación de salvamento subterráneo de la historia tras el rescate de 33 mineros que durante 70 días sobrevivieron a 700 metros de profundidad. La llegada a la superficie del último trabajador, fue el colofón a una operación de salvamento ejecutada de forma impecable por un equipo de técnicos y **geólogos** que durante 53 días pusieron en marcha tres planes alternativos para llegar hasta el lugar donde se habían refugiado los mineros. 14 Octubre 2010



El petróleo se agota: ¿qué hacer?



*Número de campos petrolíferos descubiertos y las reservas extraíbles, en gigabarriles (1.000.000.000 de barriles). Se observa que desde los años sesenta, las reservas disminuyen, aunque no así la extracción.
(Fuente: Industry Data Base, 2007)*

La solución = energías renovables: hidroeléctrica, solar, eólica, geotérmica, de las mareas, biomasa...



Campo de aerogeneradores en la provincia de Ciudad Real. (Fuente: IGME)

6. *Mega-ciudades: nuestro futuro global*

- Más de la mitad de la población mundial vive en zonas urbanas que requieren ingentes cantidades de recursos naturales. Su abastecimiento exige la construcción de enormes infraestructuras como carreteras, aeropuertos, redes de alcantarillado, vías férreas, líneas eléctricas...
- El crecimiento de las ciudades plantea retos geotécnicos muy importantes que sólo las Ciencias de la Tierra pueden ayudar a superar.

La ordenación sostenible de lo urbano se erige en el mayor reto de la Humanidad en las próximas décadas.

- Castells definió en 1999 las macro-ciudades como aquellas que acogen una población superior a los 10 millones de habitantes y que desempeñan el papel de “nodos de la economía global”.
- Las Naciones Unidas han definido las megaciudades como los núcleos urbanos con más de 8 millones de habitantes.
- Otros estudios han rebajado el umbral poblacional de estas megaciudades a 5 millones de habitantes.

LAS 25 MAYORES CIUDADES DEL MUNDO (2008)

RANKING	NOMBRE	PAÍS	POBLACIÓN
• <u>1</u>	Tokio	Japón	33,600,000
• <u>2</u>	Seul	Corea del S	23,400,000
• <u>3</u>	Ciudad de México	México	22,400,000
• <u>4</u>	New York	USA	21,900,000
• <u>5</u>	Bombay	India	21,600,000
• <u>6</u>	Delhi	India	21,500,000
• <u>7</u>	Sao Paulo	Brasil	20,600,000
• <u>8</u>	Los Ángeles	USA	18,000,000
• <u>9</u>	Shanghai	China	17,500,000
• <u>10</u>	Osaka	Japón	16,700,000
• <u>11</u>	El Cairo	Egipto	16,100,000
• <u>12</u>	Calcuta	India	15,700,000
• <u>13</u>	Manila	Filipinas	15,600,000
• <u>14</u>	Yakarta	Indonesia	15,100,000
• <u>15</u>	Karachi	Pakistán	15,100,000
• 16	Cantón	China	14,700,000
• <u>17</u>	Buenos Aires	Argentina	13,600,000
• <u>18</u>	Moscú	Rusia	13,500,000
• <u>19</u>	Beijing	China	12,800,000
• <u>20</u>	Dacca	Bangladesh	12,600,000
• <u>21</u>	Río de Janeiro	Brasil	12,300,000
• <u>22</u>	Teherán	Irán	12,100,000
• <u>23</u>	Londres	Gran Bretaña	12,000,000
• <u>24</u>	Estambul	Turquía	11,800,000
• <u>25</u>	Lagos	Nigeria	10,100,000

LAS 25 MAYORES CIUDADES DEL MUNDO (2010)

RANKING NOMBRE PAÍS POBLACIÓN

- 1 Tokio Japón 34.000.000
- 2 Seul Corea del S 24.200.000
- 3 Ciudad de México México 23,400,000
- **4 Cantón China 23,200,000**
- 5 Delhi India 23,200,000
- 6 Bombay India 22,800,000
- 7 New York USA 22,200,000
- 8 Sao Paulo Brasil 20,900,000
- 9 Manila Filipinas 19,600,000
- 10 Shanghai China 18,400,000
- 11 Los Ángeles USA 17,900,000
- 12 Osaka Japón 16,800,000
- 13 Calcuta India 16,300,000
- 14 Karachi Pakistán 16,200,000

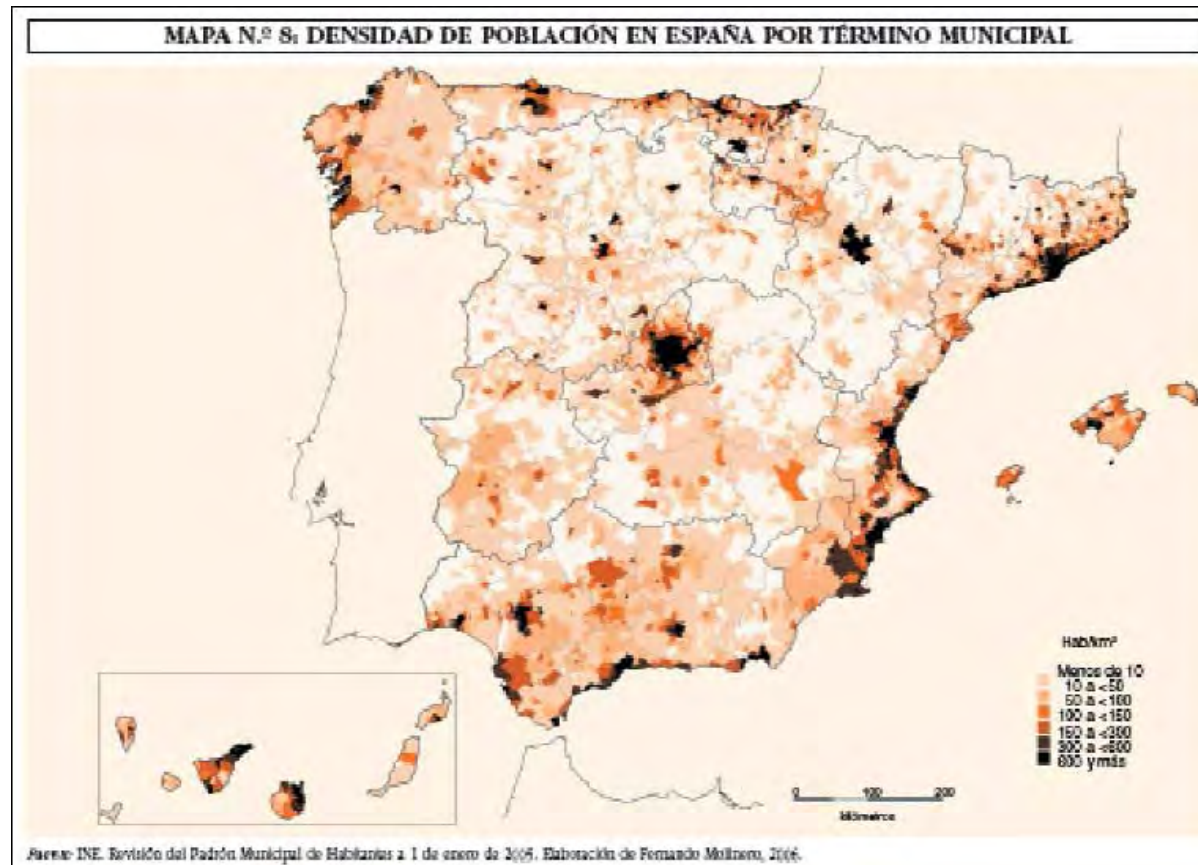
- 15 Yakarta Indonesia 15,400,000
- 16 El Cairo Egipto 15,200,000
- 17 Beijing China 13,600,000
- 18 Dacca Bangladesh 13,600,000
- 19 Moscú Rusia 13,600,000
- 20 Buenos Aires Argentina 13,300,000
- 21 Estambul Turquía 12,800,000
- 22 Teherán Irán 12,800,000
- 23 Río de Janeiro Brasil 12,600,000
- 24 Londres Gran Bretaña 12,400,000
- 25 Lagos Nigeria 11,800,000

En 2008 se produjo un hecho histórico para el planeta Tierra. La cantidad de seres humanos que vive en las ciudades ha superado, por vez primera, a la de la población rural.



Evolución de la población mundial: rural y urbana

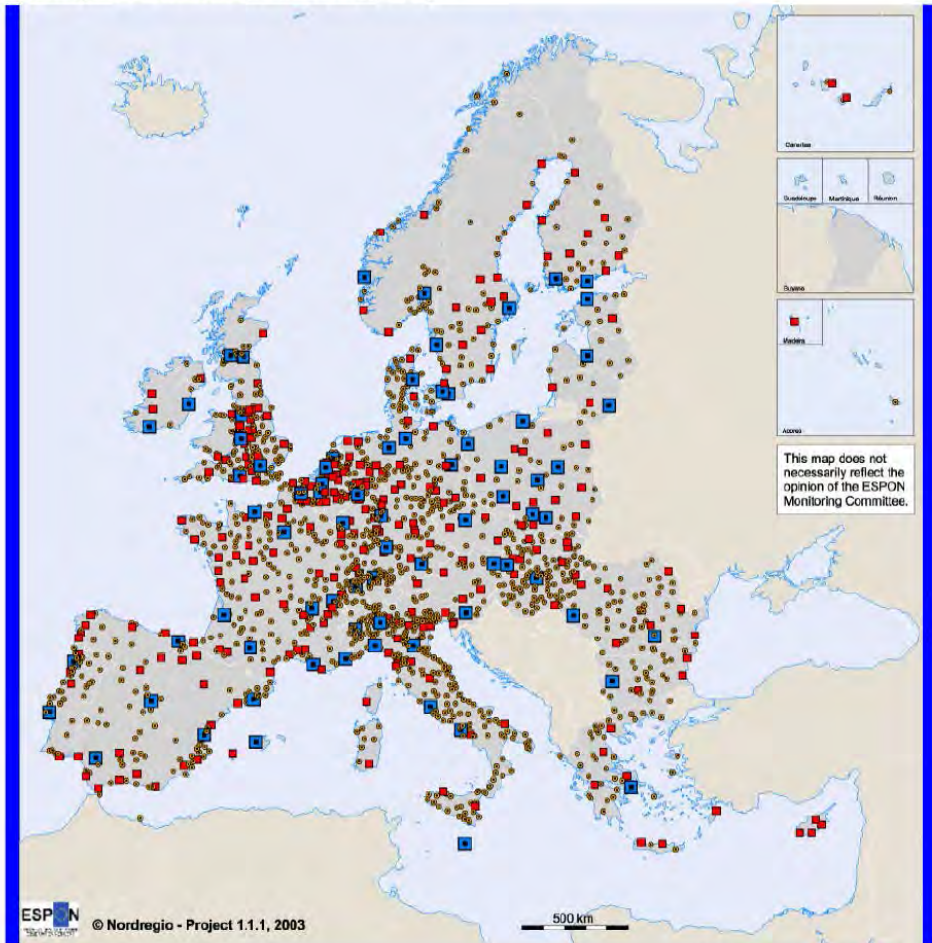
Densidad de población en España por término municipal.



Las mayores densidades se localizan en algunos núcleos urbanos como Madrid o Zaragoza y en las costas (en negro y marrón oscuro, respectivamente, >600 y de 300 a 600 habitantes por km²). (Fuente: Instituto Nacional de Estadística, 2006)

TIPOLOGÍA DE ÁREAS URBANAS FUNCIONALES EN EUROPA

Typology of Functional Urban Areas (FUAs)



Geographical Base: Eurostat GISCO

- Metropolitan European Growth Areas (MEGAs)
- Transnational / national FUAs
- Regional / local FUAs

Origin of data: EUROSTAT, National Statistical Offices, National experts

Source: Nordregio

El Observatorio Europeo de Ordenación del Territorio ha definido las ciudades que van a ser protagonistas del desarrollo en Europa durante las próximas décadas. Para el caso español, Madrid, Barcelona, Valencia, Sevilla, Bilbao y Palma de Mallorca están llamadas a ser las MEGAs (Grandes Áreas de Crecimiento Metropolitano) con capacidad de organización (económica, social, territorial) de un amplio espacio regional.

Fuente: ESPON

A menudo, no hay desarrollo sostenible de las mega-ciudades y crecen más rápido que su infraestructura.

Problemas: contaminación del aire, agua y suelo, falta de espacios verdes, limitaciones de recursos hídricos y energéticos, falta de materiales de construcción...



El cielo contaminado de Madrid, un día de invierno con un anticiclón que no deja escapar los humos producidos por las calefacciones.

Los retos en los que los geólogos pueden tener un papel más destacado para el funcionamiento de una mega-ciudad son: los recursos hídricos, el conocimiento del subsuelo, el abastecimiento en materiales de construcción, el almacenamiento de los residuos urbanos y la evaluación de los riesgos geológicos



Son millones de toneladas de cemento y otros materiales de construcción, las que hacen falta para llevar a cabo la construcción de las cuatro torres del final del Paseo de la Castellana en Madrid. (Fotografía:Wikipedia)

El conocimiento del subsuelo es fundamental para el asentamiento de una gran ciudad.



Las mega-ciudades se parecen a sándwiches con varias capas, desde el subsuelo hasta el tejado de los edificios más altos.

Métodos geofísicos permiten detectar las variaciones laterales de las propiedades de las rocas (densidad, resistividad eléctrica, ...) y posibilitan visualizar el subsuelo sin tener que taladrarlo.

Geotecnia



Empleo de un georadar para determinar la geometría del subsuelo en una ciudad. (Fotografía: web IDS Company)

El desarrollo urbano entierra inmensas superficies de terreno bajo el cemento, lo cual impide que el agua de las precipitaciones se infiltre en el suelo. Esta agua se concentra rápidamente en las zonas bajas, y si las infraestructuras no son suficientes para evacuarla, se pueden producir inundaciones.



Barcelona, una hermosa ciudad que a medida que creció enterró inmensas superficies de terreno bajo el cemento.



A pesar de tener una larga historia de terremotos muy destructores, tal como lo ilustra esta fotografía de 1923, Tokio es hoy día el área urbana más poblada del mundo, con 40.000.000 de personas. Las medidas de prevención en cuanto a estructura de los edificios son sin duda muy importantes en una mega-ciudad que asume un riesgo sísmico tan alto. (Fotografía:Wikipedia)



Para un diseño seguro es fundamental conocer distintos parámetros, como la aceleración horizontal y vertical del suelo cuando pasa una onda sísmica.

*Las estructuras de este edificio de Kobe, una ciudad próxima a Tokio, minimizaron las consecuencias del terremoto de 1995. Se inclinó, pero no se colapsó.
(Fotografía: Wikipedia)*

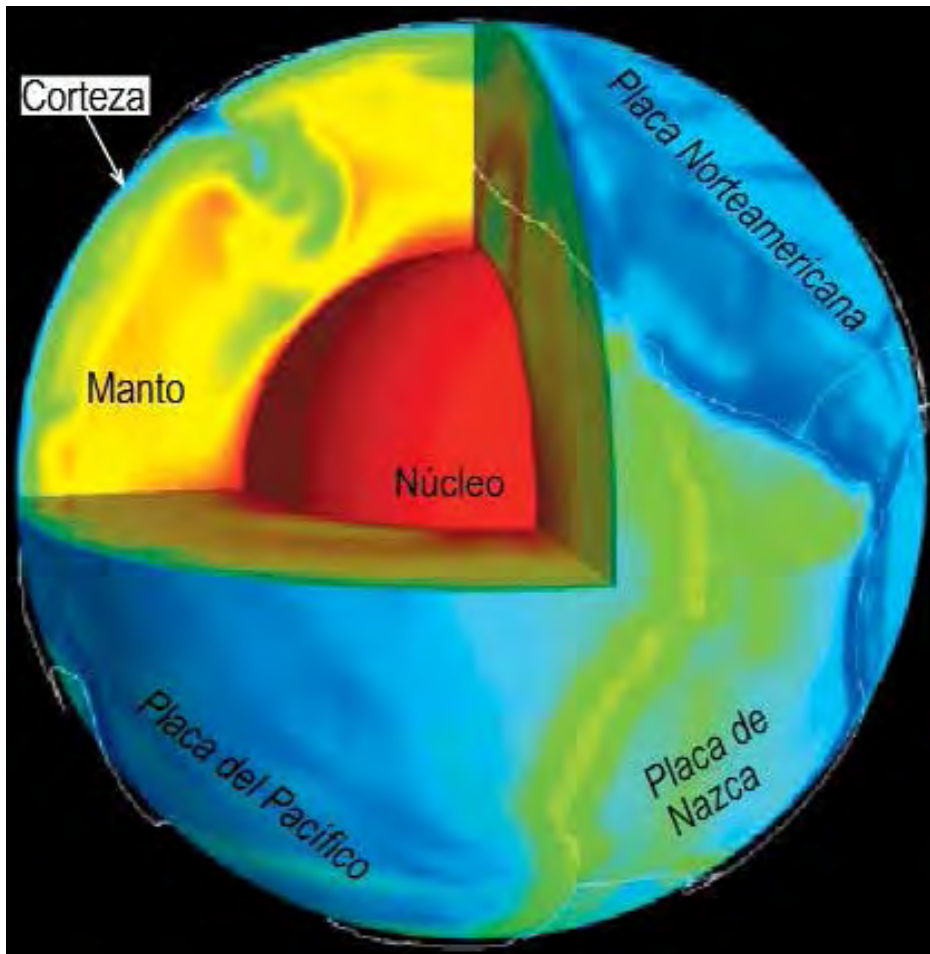
7. Tierra profunda: de la corteza al núcleo

- La Tierra funciona como una gigantesca máquina alimentada por el calor almacenado durante su formación.
- Este calor es el que hace que el Planeta esté vivo. Es el motor de la tectónica de placas y el origen de la geodiversidad sobre la que se asienta la biodiversidad.

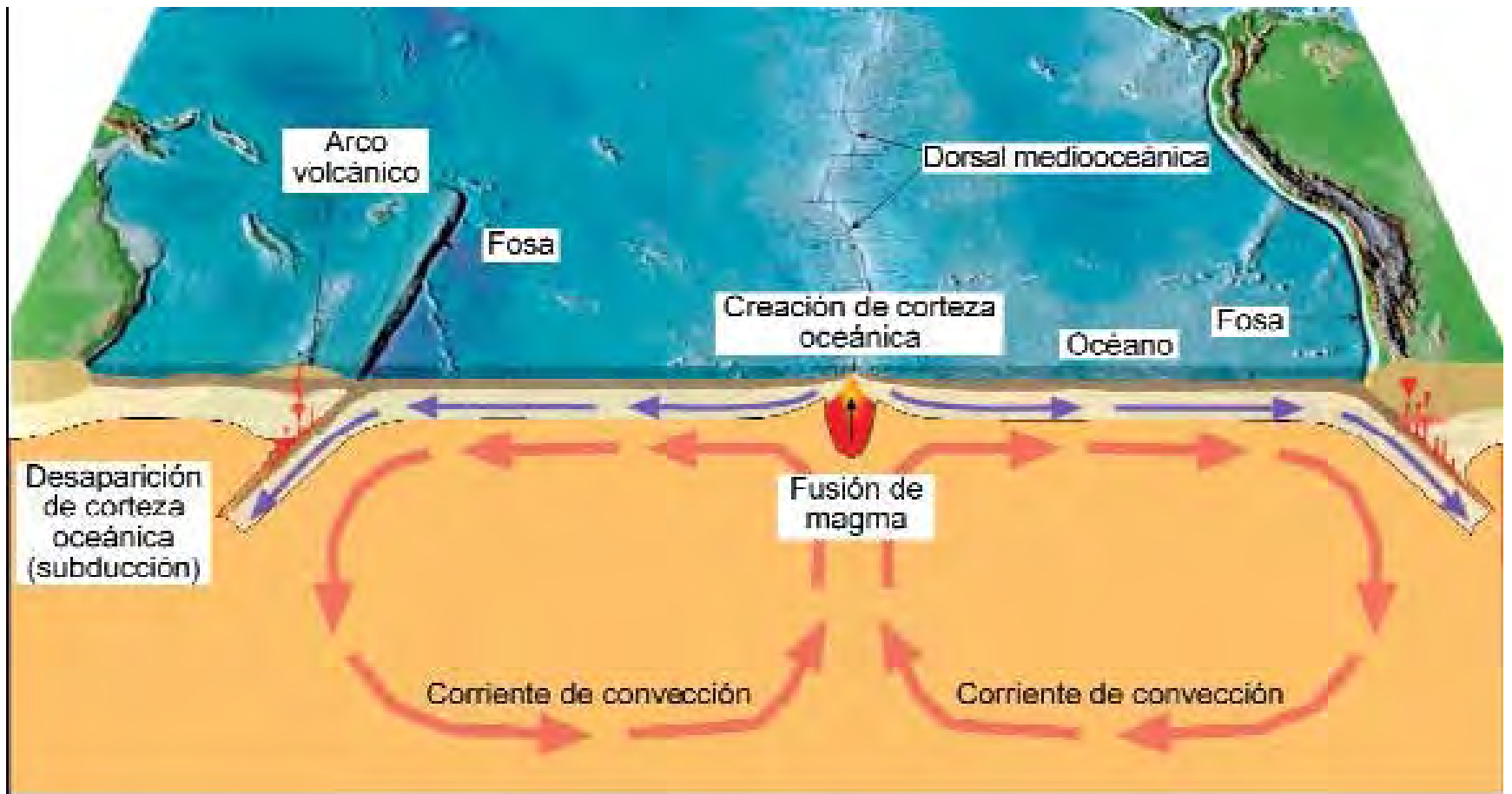
La Tierra se originó hace unos 4.600 millones de años, a partir de la condensación de gases y polvos cósmicos procedentes del “Big Bang”. Desde entonces, funciona como una gigantesca máquina de calor,

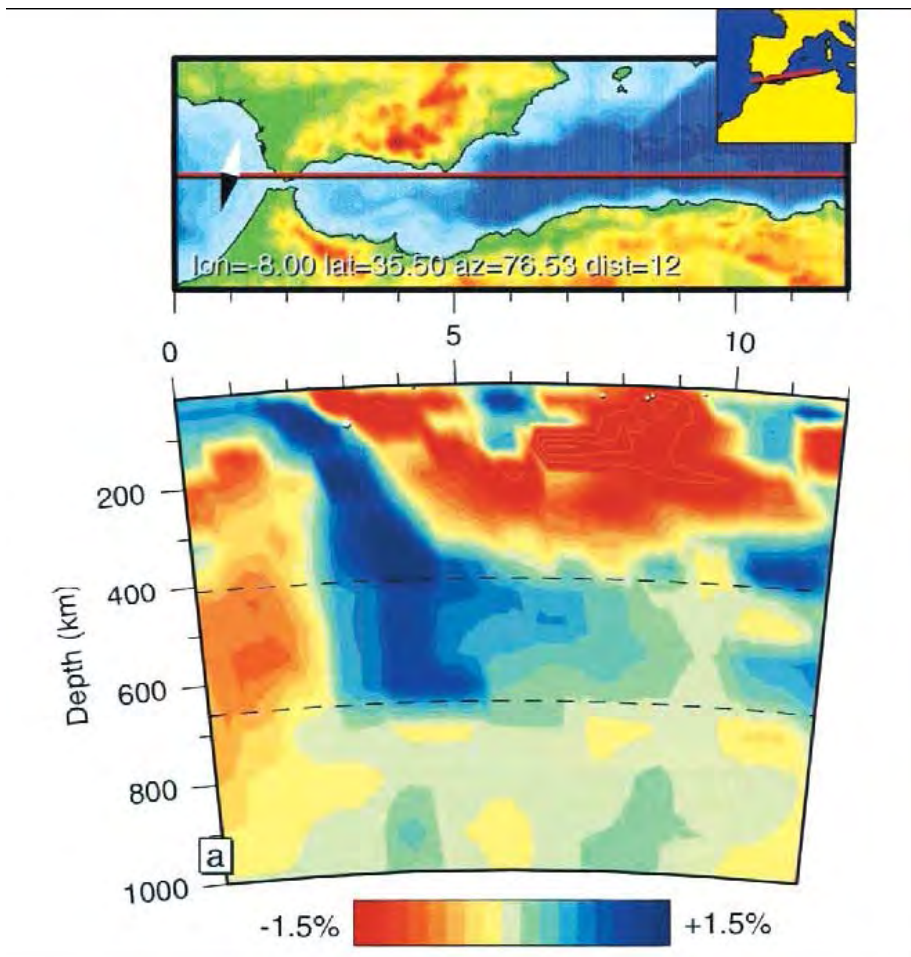


Las fumarolas del cráter del Teide nos muestran que vivimos sobre una Tierra aún caliente. (Fotografía: C. González Lucas)



*Modelo en 3D de la estructura interna de la Tierra. Las finas líneas blancas representan los límites de placas. Los colores corresponden a las temperaturas, siendo los tonos rojos los más calientes y los azules los más fríos. La corteza es la capa apenas visible que rodea el globo.
(Fuente: Bunge et al. 1995*



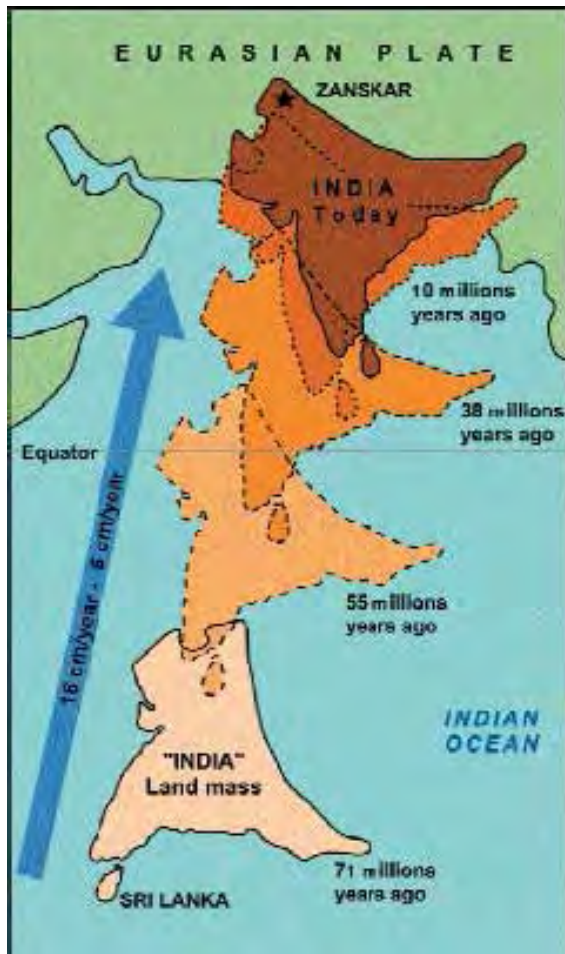


Los métodos geofísicos permiten visualizar los resultados de la tectónica de placas. Las placas que se hunden debajo de las otras son más densas, más frías, y las ondas sísmicas que viajan en ellas son más rápidas. En este ejemplo, se ve cómo parte de la placa africana se hundió debajo de la placa ibérica, formándose las Béticas.

El corte hasta una profundidad de 1000km está localizado en el extremo oeste del Mediterráneo. En él, la placa africana que se hundió por debajo de Iberia figura como una especie de calcetín azul.

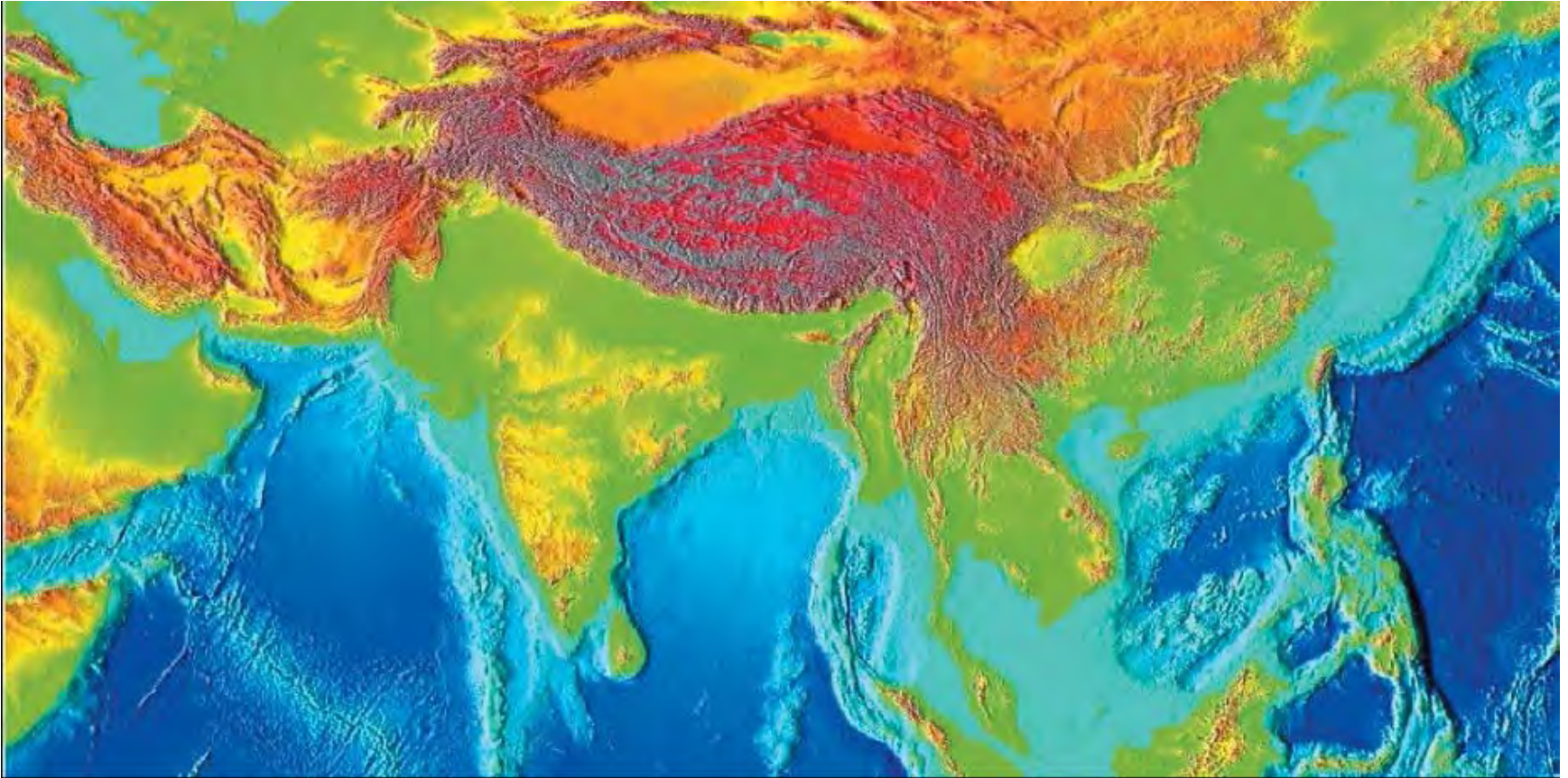
Las diferencias de colores representan diferencias de velocidades de ondas sísmicas. Si la placa es más fría (azul) o más caliente (rojo), las ondas son más rápidas o más lentas, respectivamente. (Fuente: Cavazza et al. 2004)

A escala humana, la Tierra parece inamovible. De vez en cuando, sin embargo, los terremotos nos recuerdan que estamos viviendo sobre un planeta que se mueve.



Movimiento relativo de la placa Índica respecto a la placa Euroasiática desde hace 71 millones de años (Fuente: P. Dèzes, 1999).

El Himalaya resulta de la colisión de la placa Índica contra la placa Euroasiática, en la que se sigue empotrando a la velocidad de 5cm por año.

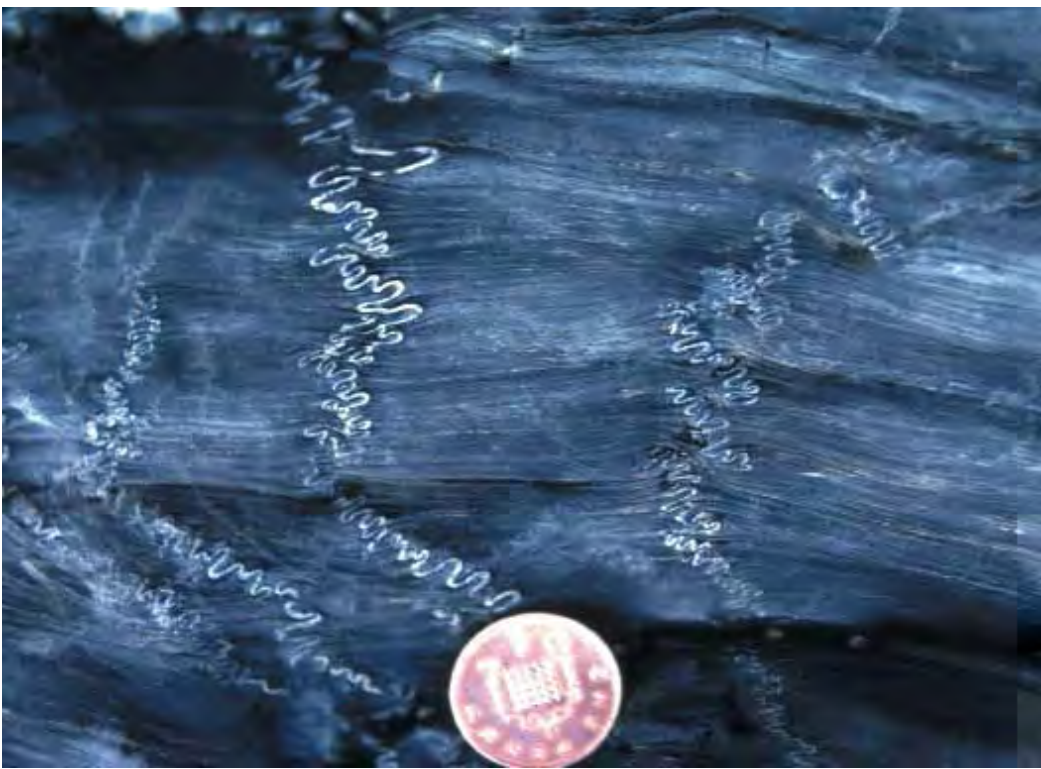


Cuando se observa la topografía general del Himalaya, se ve muy bien cómo gran parte de Asia se “arrugó” bajo el efecto de la colisión. Cabe destacar que la cordillera del Himalaya sigue subiendo. (Fuente: NOAA)

La tectónica de placas es la causa de: Terremotos, tsunamis y erupciones volcánicas . La creación o desaparición de relieves puede tener una influencia decisiva sobre el clima: la formación del Himalaya y el monzón del sureste asiático.



Desde el transbordador espacial de la NASA se aprecia la barrera topográfica del Himalaya. A la izquierda se ve la llanura del Ganges. La zona nevada es el área donde se encuentran los “ocho miles” y a la derecha, se observa el Tíbet. (Fotografía: NASA)



La falla que ha producido el terremoto de Lorca es una de las más activas de España

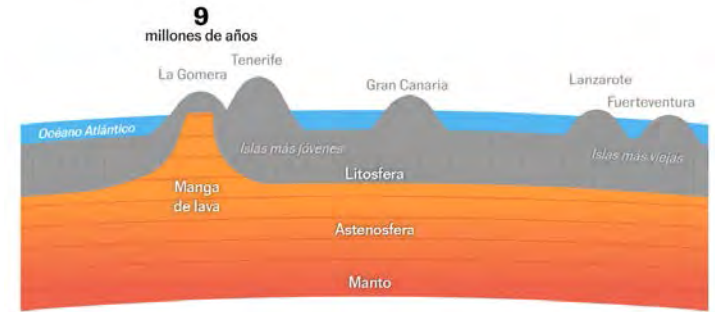
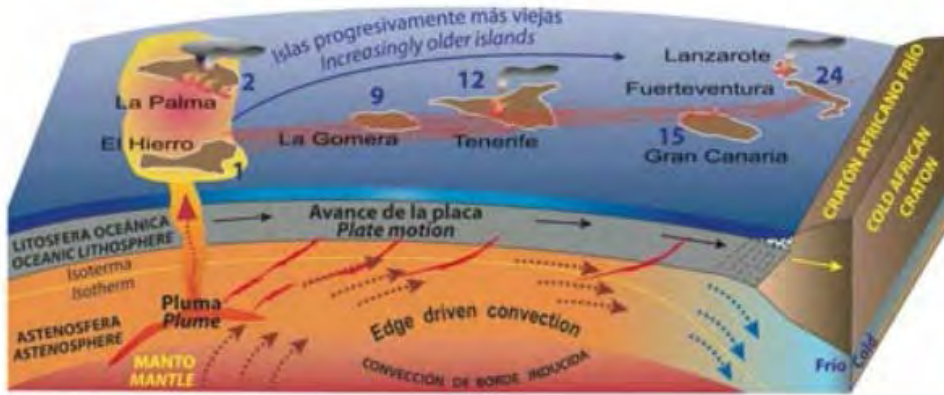


Fig. 1.— Mapa geológico del suroeste de la Cordillera Bética en el que se señalan los principales cordones de formación tectónica, entre ellos la Falla de Alhama de Murcia (marcada con una flecha); FS: Falla de Noceros; FCR: Falla de Crevineras; FE: Falla de las Escaleras; FNB: Falla Nubética; FAME: Falla de Alhama de Murcia; FGA: Falla de Guadalupe; FBS: Falla del Bajo Segura; FSM: Falla de San Marcos; FMA: Falla de los Moriscos; FPP: Falla de Polanco; FC: Falla de Carboneras; ZPC: Zona de Falla del Cordón de las Alpujarras; CGB: Cuenca de Guadilquivir; CD: Campo de Dalías; CGB: Cuenca de Granada; CHD: Cuenca de Hércules; CL: Cuenca de Lorca; CC: Campo de Cartagena; CT: Cuenca de Tortosa.

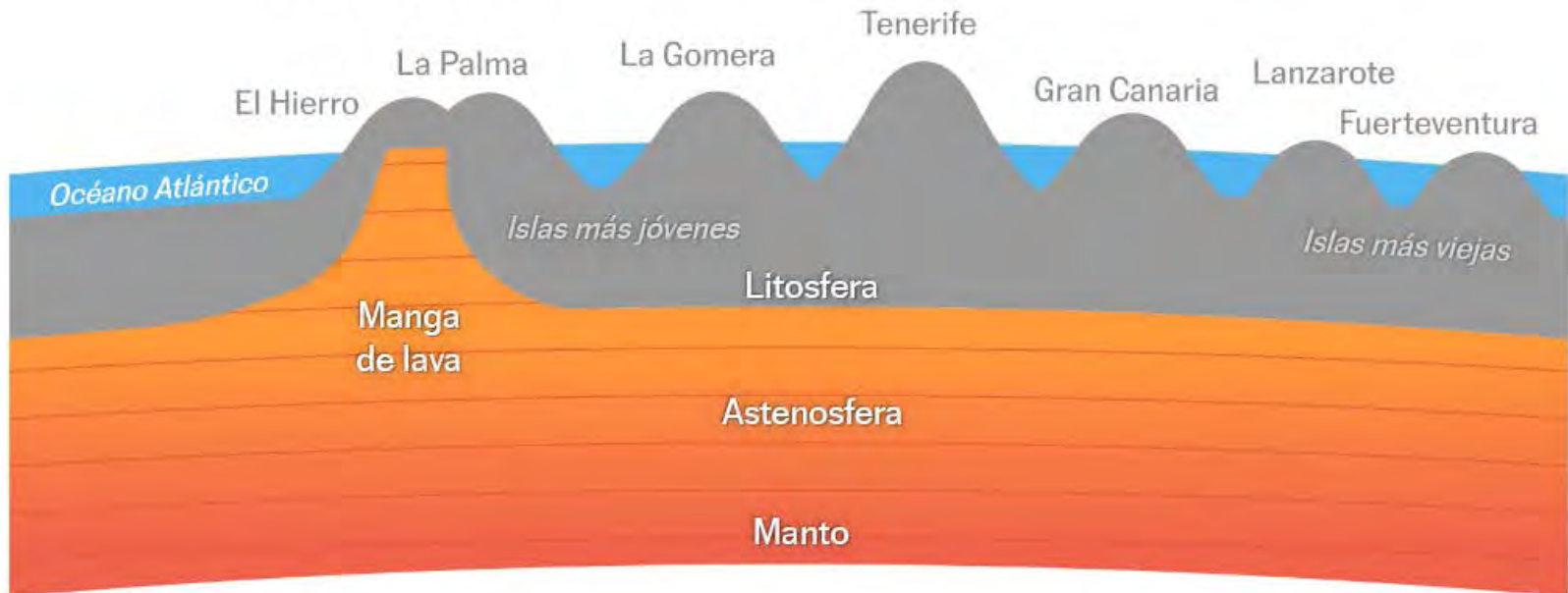


Erupción volcánica submarina del Hierro





1
 millones de años



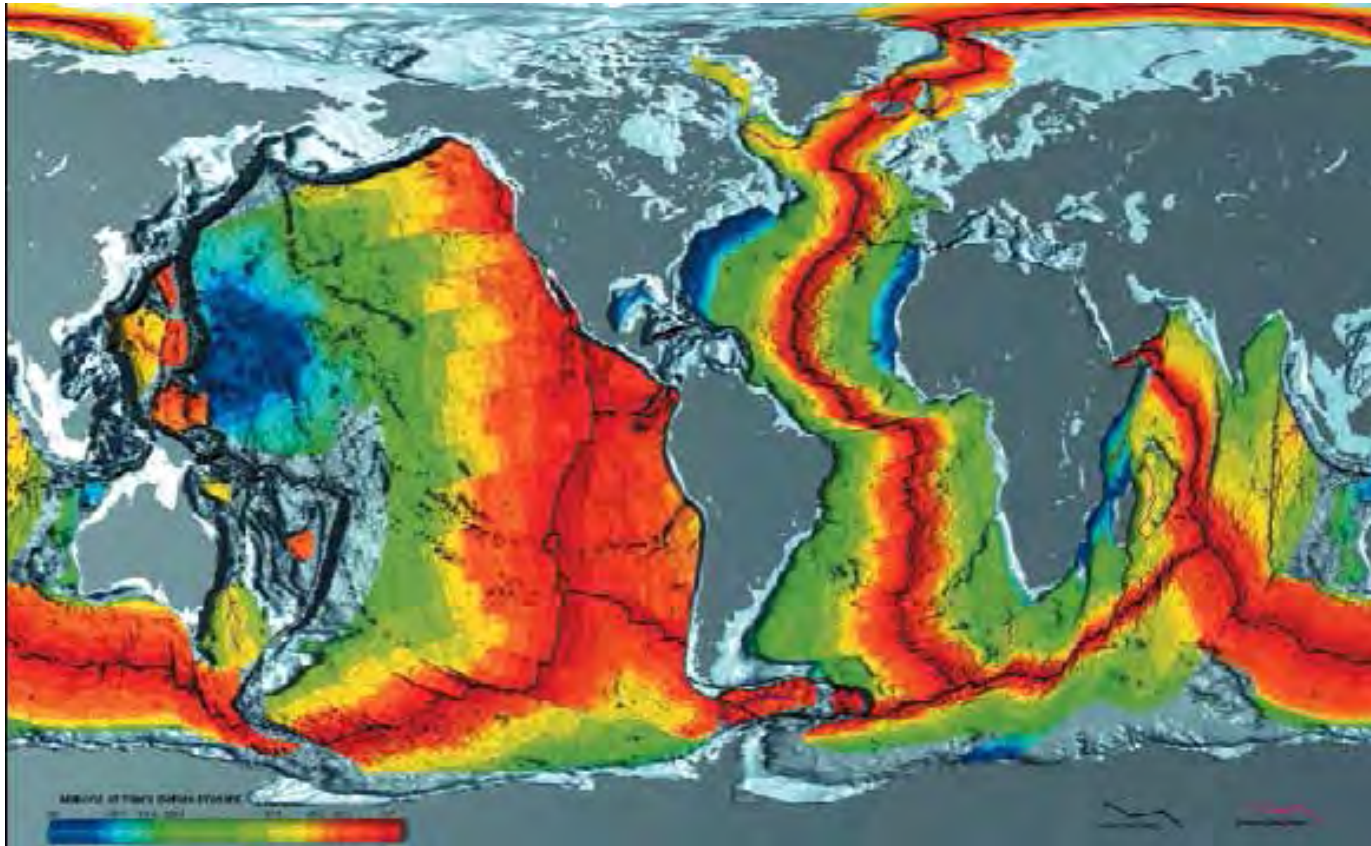
8. *Océanos: un planeta azul*

- Dos tercios del planeta están cubiertos por los océanos, que son excelentes indicadores de la salud del Planeta.
- En gran medida, si se contaminan, crecen, disminuyen o pierden diversidad es porque algo hemos hecho mal en las costas o con las embarcaciones que los surcan y explotan.

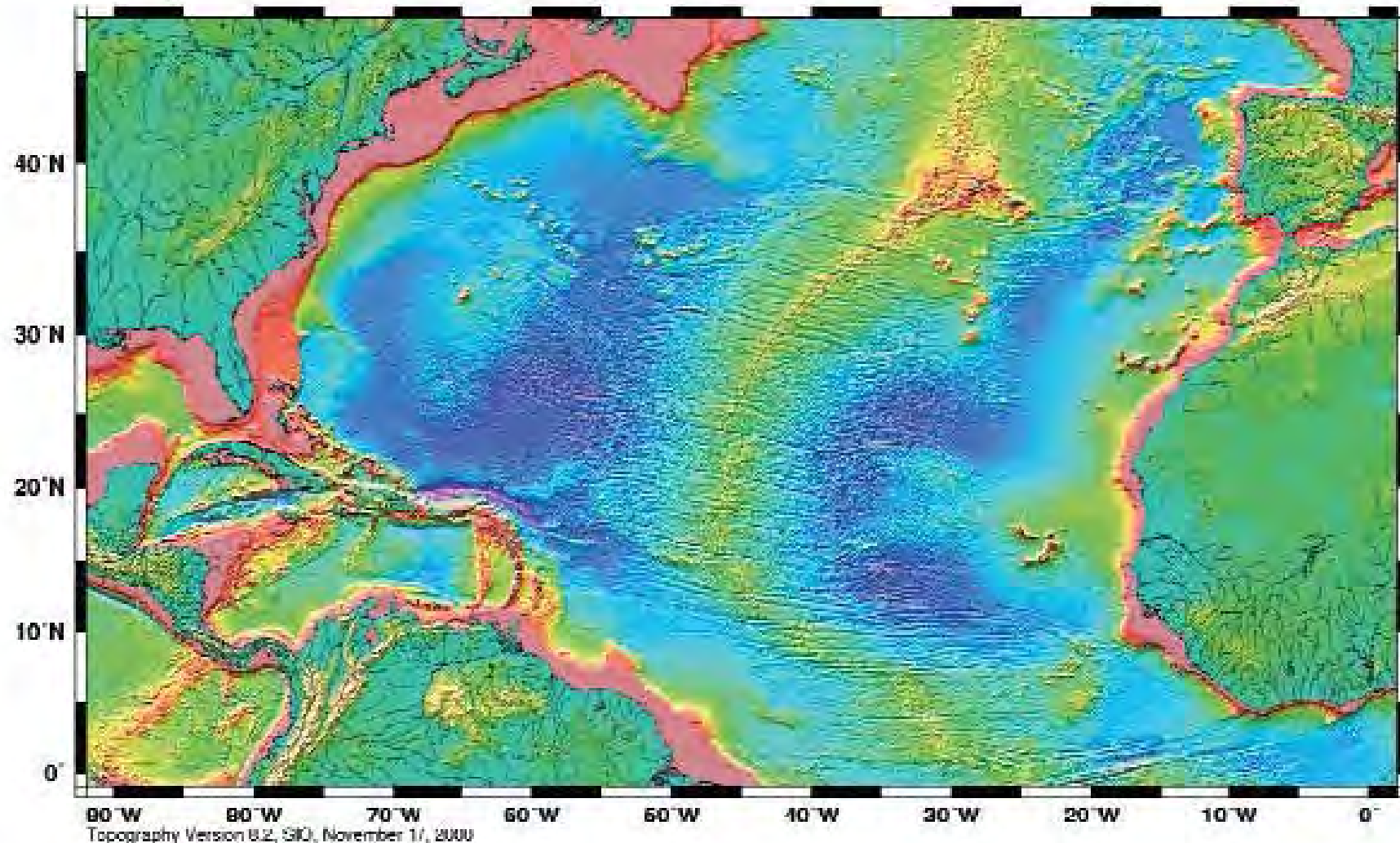
Una quinta parte de la población mundial vive a menos de 30km de las líneas de costa



No existen suelos oceánicos más viejos de 180Ma, mientras que en los continentes, las rocas más antiguas tienen una edad de 3.800Ma

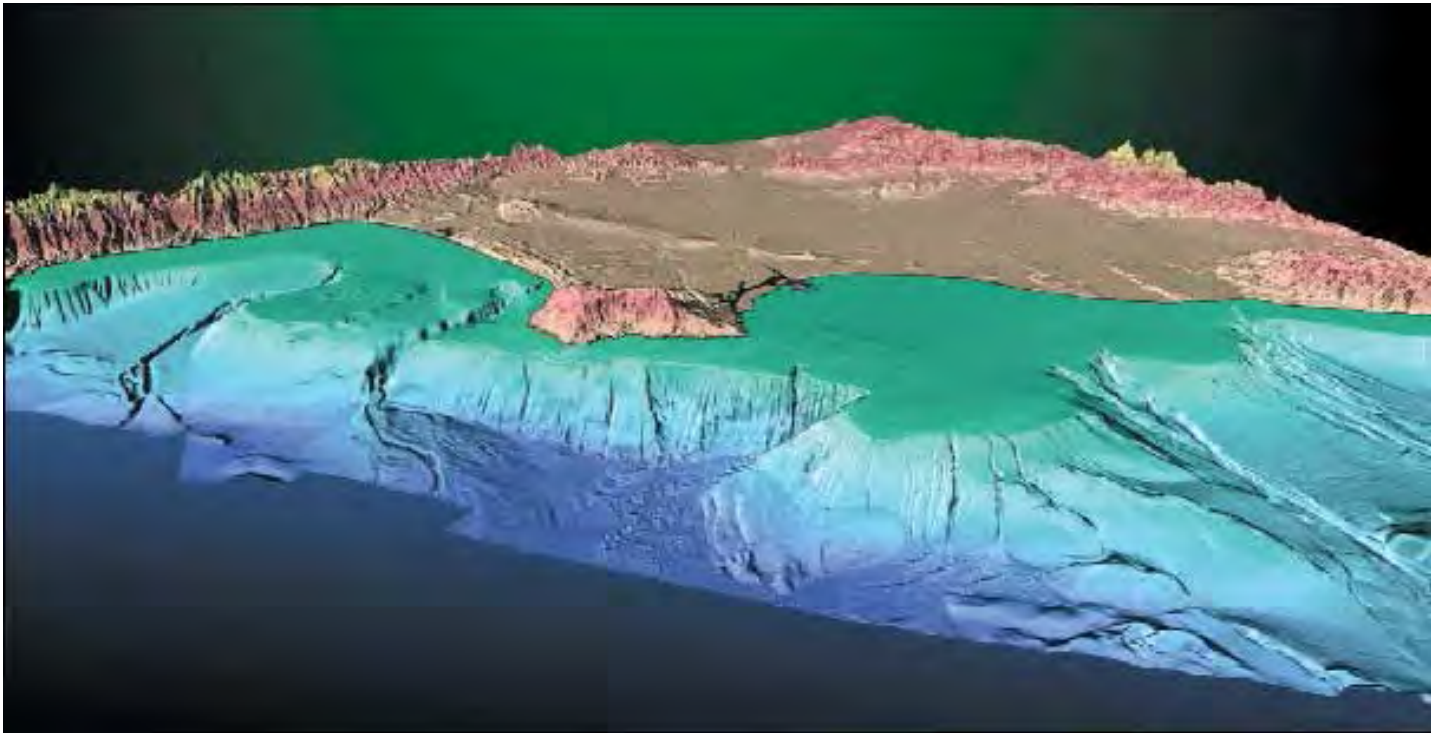


*millones de años. En rojo **oscuro**, se muestran las que se acaban de crear.
(Fuente: NOAA)*



Topografía submarina del Atlántico norte, donde se aprecian relieves importantes en medio del océano. Los colores morados indican profundidades del orden de 5.000 a 6.000m, mientras que la dorsal medio oceánica se sitúa a una profundidad de 2.000 a 3.000m. (Fuente: NOAA)

Recursos pesqueros en la plataforma



En las dorsales medio oceánicas el vulcanismo es muy activo. Se escapan fluidos hidrotermales a 400°C, muy ricos en metales disueltos que precipitan cuando se enfrían, formando así importantes yacimientos.



Riesgos de vivir en la costa



Un terremoto localizado en el Océano Índico desencadenó una gigantesca ola que arrasó sus costas. Se cobró la vida de 280.000 personas





Terremoto y tsunami de Japón

(11 de Marzo de 2011)

Vista de Sendai,
inundada tras el
terremoto y el
posterior
tsunami



Otro peligro que acecha las costas: la erosión de las playas

En España, en 2010 recibimos 52,6 millones de turistas, la mayoría en las zonas costeras
(datos del



Modificación de la dinámica de una playa por la construcción de un puerto deportivo (Alicante) (Fotografía: IGME)

9. *Suelos: la piel de la Tierra*

- Sin los suelos, la Tierra sería tan estéril como Marte. Los suelos constituyen el puente entre los seres vivos y las rocas.
- Las ciencias de la tierra trabajan para comprender este eslabón entre tierra y aire y así prevenir problemas tan graves como su contaminación, sobreexplotación, desertificación o erosión.

Todo lo que está expuesto al aire libre se altera, incluso las rocas. La lluvia, el sol, las heladas o la actividad biológica actúan sobre ellas. Es la meteorización.



La erosión desarrollada en los bloques de rocas que forman parte de los castillos templarios de la isla de Malta, del siglo XVI, da una idea de la velocidad de alteración de estas rocas. (Fotografía: A. Crespo-Blanc)

La mitad del volumen total de un suelo de calidad está compuesta por fragmentos de rocas y por humus. La otra mitad la constituye el aire y el agua que ocupa los espacios entre las partículas sólidas.



Corte en el talud de una carretera que muestra los diversos horizontes de un suelo. La parte superior, más oscura, muestra la mayor concentración en humus. Es la zona más fértil del suelo. (Fotografía:Wikipedia)



Bacterias, hongos y algas contribuyen a la descomposición de los restos vegetales y animales. Ciertos microorganismos fijan en el suelo el N del aire, uno de los seis elementos indispensables para la vida (los llamados CHONSP).

Las lombrices y otros organismos excavadores,, actúan de mezcladores, removiendo y aireando el suelo. Al año, su actividad enriquece del orden de toneladas de suelo por hectárea, haciéndolo más fértil.



El suelo es el puente entre el mundo animal, vegetal, y mineral. En él, se redistribuyen los nutrientes y el agua que necesitan las plantas, uno de los primeros eslabones de la cadena alimenticia.

Campos agrícolas en Bretaña. (Fotografía: A. Crespo-Blanc)



Si hay un suelo grueso y permeable con abundante cobertura vegetal, el agua puede penetrar en el subsuelo hasta un acuífero. Si las plantas son escasas y el suelo fino y poco permeable, el agua fluye sobre su superficie. Se concentra rápidamente en el mar, transportada por los ríos.

Erosión en surcos de un campo de cereales debido a una precipitación. El agua que ha producido su formación se ha perdido, así como parte del suelo. (Fotografía:Wikipedia)

La sobreexplotación, la salinización por fertilizantes, la contaminación por herbicidas y las prácticas deficientes de riego socavan la productividad de las tierras, sobre todo cuando interactúan con la sequía.

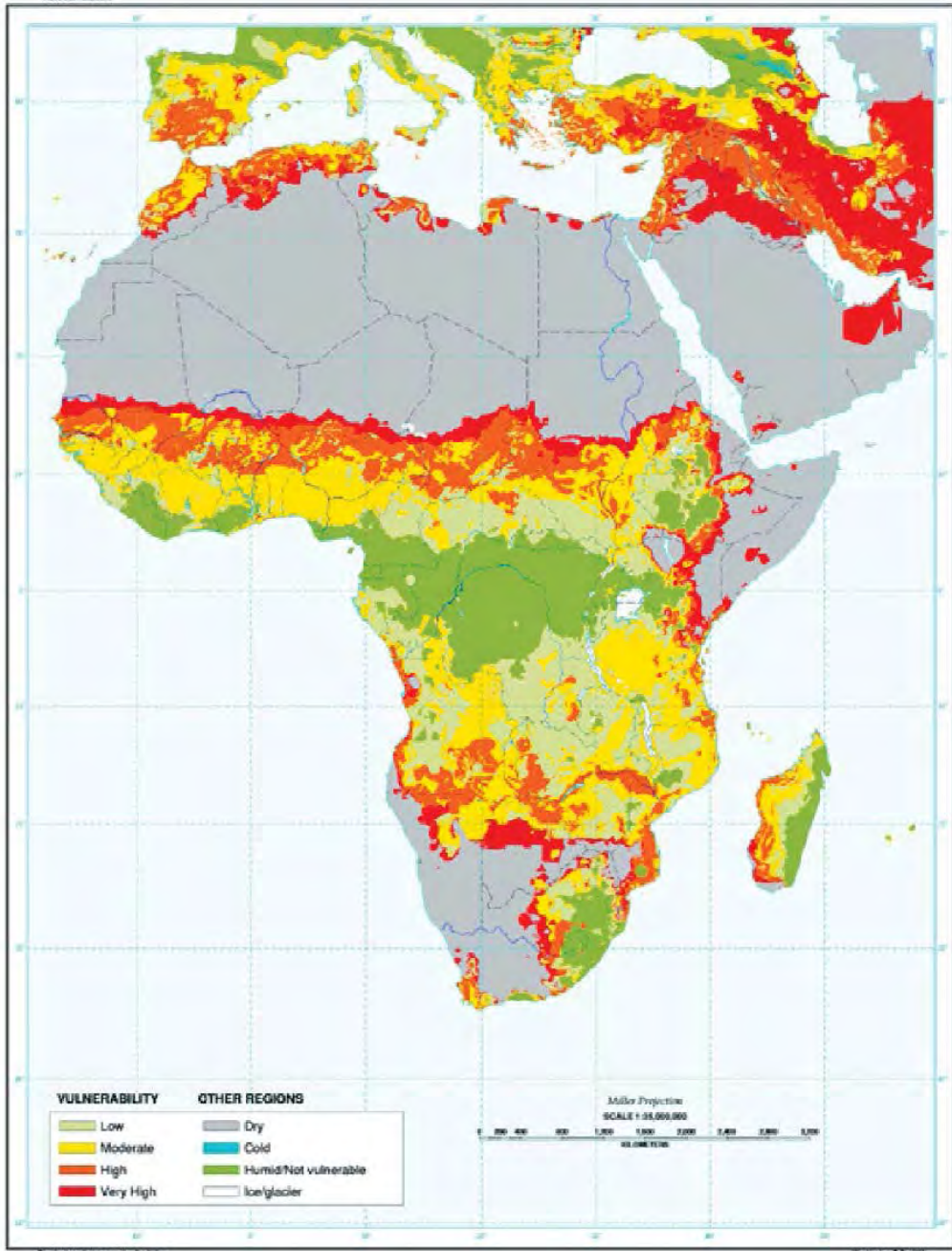


Agricultor preparando una cuba de pesticida. (Fotografía: USDA)

Según datos de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, la erosión del suelo se está acelerando en todos los continentes y la desertificación está amenazando unos 2.000 millones de hectáreas de tierras de cultivo y de pastoreo (40 veces la superficie de España)



Zona desertificada en la provincia de Murcia. (Fotografía: A. Romero)



Mapa de la vulnerabilidad a la desertificación de la cuenca mediterránea y de África. Los dos tercios de la Península Ibérica son altamente vulnerables (tonos naranjas), del mismo modo que el Maghreb o el Sahel. (Fuente: United States Department of Agriculture)

Uno de los desencadenantes de la desertificación es la destrucción de la cubierta vegetal. Después el agua y el viento lo erosionan hasta llegar a la roca estéril.



En España, la desertificación más severa se localiza en las franjas del litoral mediterráneo y en Canarias, donde además, la urbanización crece a un ritmo muy elevado y la sobreexplotación de los recursos hídricos es moneda corriente.



ACCIONES A LLEVAR A CABO: Planificación del uso del suelo, actividades agrícolas y ganaderas respetuosas con el medio ambiente, conservación de los bosques y reforestación con especies vegetales autóctonas, prevención de la erosión, regadío eficiente, utilización de productos fitosanitarios no contaminantes.



El arado en curvas de nivel y el cultivo en franjas son dos prácticas de conservación del suelo utilizadas en esta granja. El arado en curvas de nivel trata de arar en paralelo a las curvas de la tierra para evitar las escorrentías y la erosión del suelo. En el cultivo en franjas, hileras de cosecha, por ejemplo de maíz, se alternan con otros cultivos , como hierba.



10. *Tierra y vida: evolución conjunta*

- La vida es la característica más importante de nuestro planeta. Una vida que comenzó hace 3.500 millones de años y que desde entonces no ha parado de evolucionar conjuntamente con el planeta: la Tierra condiciona la vida, y la vida transforma el planeta.
- Nosotros somos la única especie con capacidad para provocar cambios ambientales a corto plazo. Por ello, preservar el equilibrio ecológico a escala global es uno de los mayores retos de la sociedad actual.

Enero						
Dia	Dom	Lun	Mi	Jue	Vie	Sab
			1	2	3	4
5	6	7	8	9	10	11
12	13	14	15	16	17	18
19	20	21	22	23	24	25
26	27	28	29	30	31	

El 1 de Enero a las 0 horas se forma la tierra



31 de Diciembre

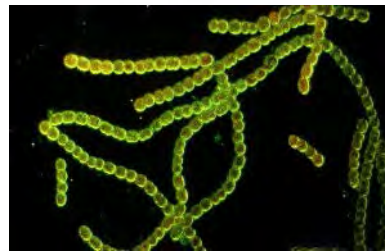
16:10:00

Primeros Homínidos



Marzo						
Dia	Dom	Lun	Mi	Jue	Vie	Sab
					1	2
3	4	5	6	7	8	9
10	11	12	13	14	15	16
17	18	19	20	21	22	23
24	25	26	27	28	29	30
31						

El 22 de Marzo comienza la vida



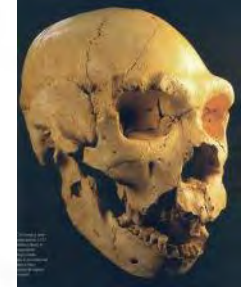
22:30:00

Yacimientos de Atapuerca

Noviembre						
Dia	Dom	Lun	Mi	Jue	Vie	Sab
						1
2	3	4	5	6	7	8
9	10	11	12	13	14	15
16	17	18	19	20	21	22
23	24	25	26	27	28	29
30	31					

El 20 de Noviembre aparecen los primeros peces

El 28 de Noviembre aparecen los primeros insectos



23:59:50

Llegada de Colon a America

Diciembre						
Dia	Dom	Lun	Mi	Jue	Vie	Sab
						1
2	3	4	5	6	7	8
9	10	11	12	13	14	15
16	17	18	19	20	21	22
23	24	25	26	27	28	29
30	31					

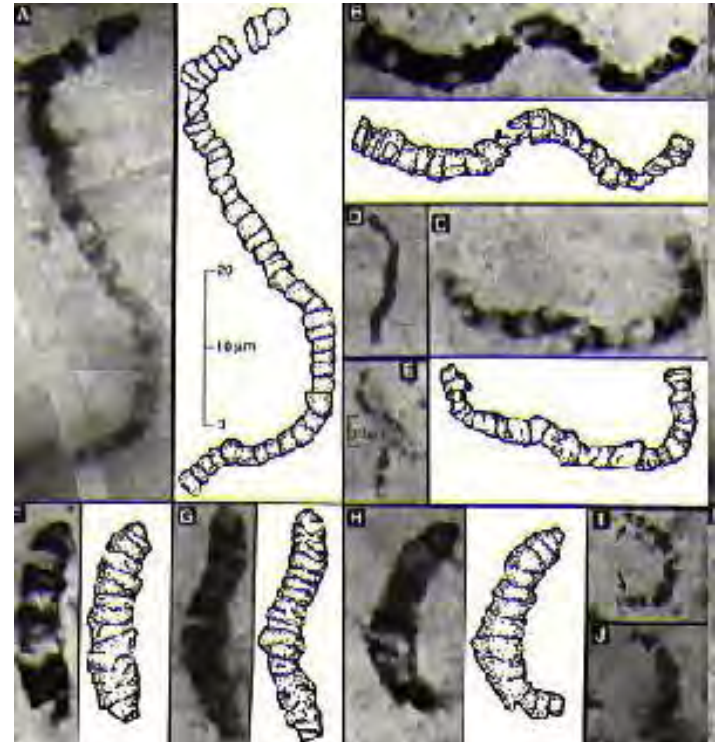
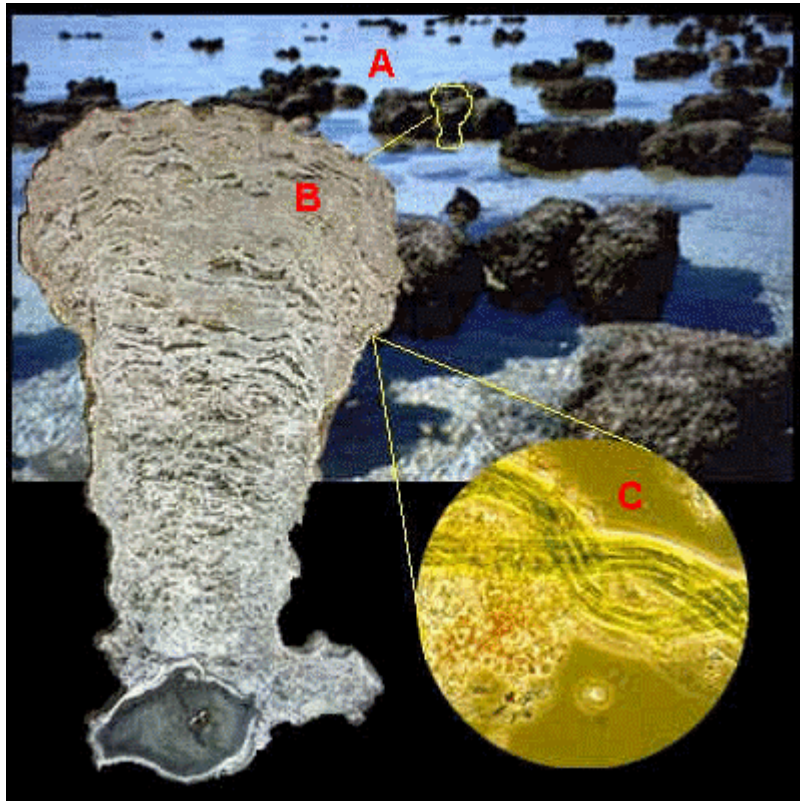
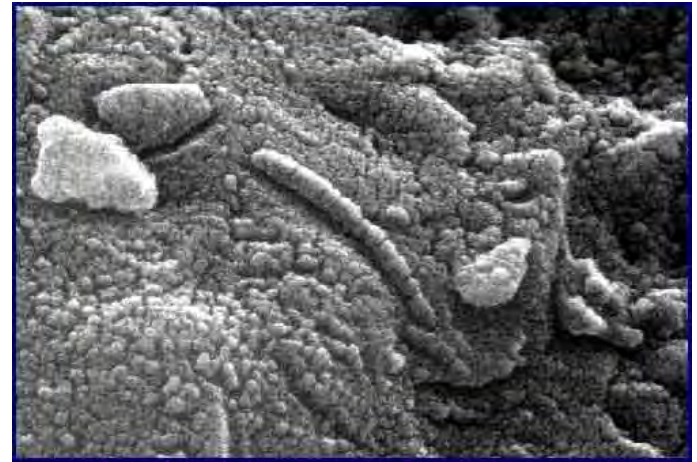
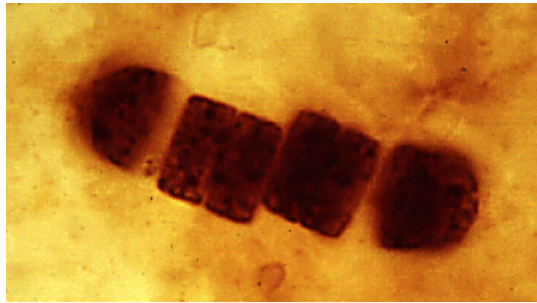
Los dinosaurios dominaron la tierra del 11 al 25 de Diciembre

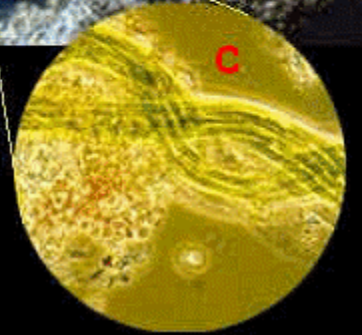
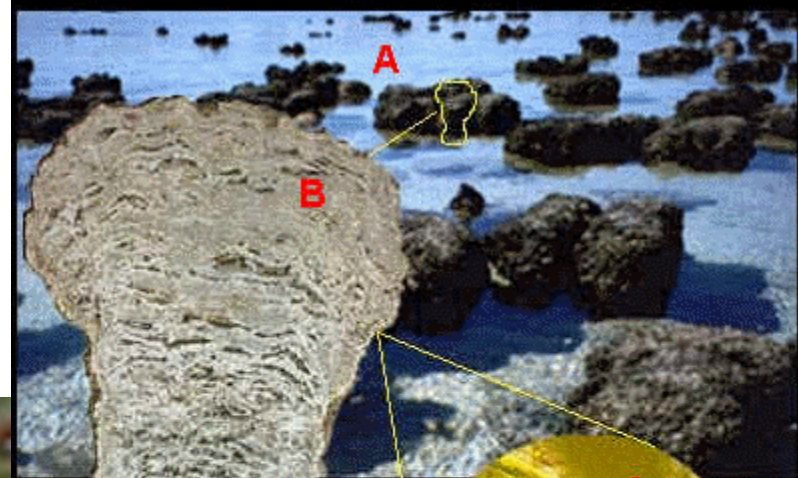
Los primeros mamíferos aparecen el 14 de Diciembre

A las 9 de la mañana del 30 de diciembre en las Bardenas vivían cocodrilos y tortugas

Cada 100 años 0.7 segundos







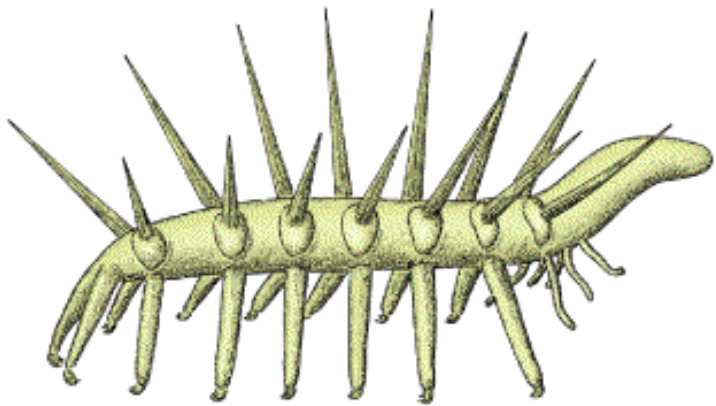
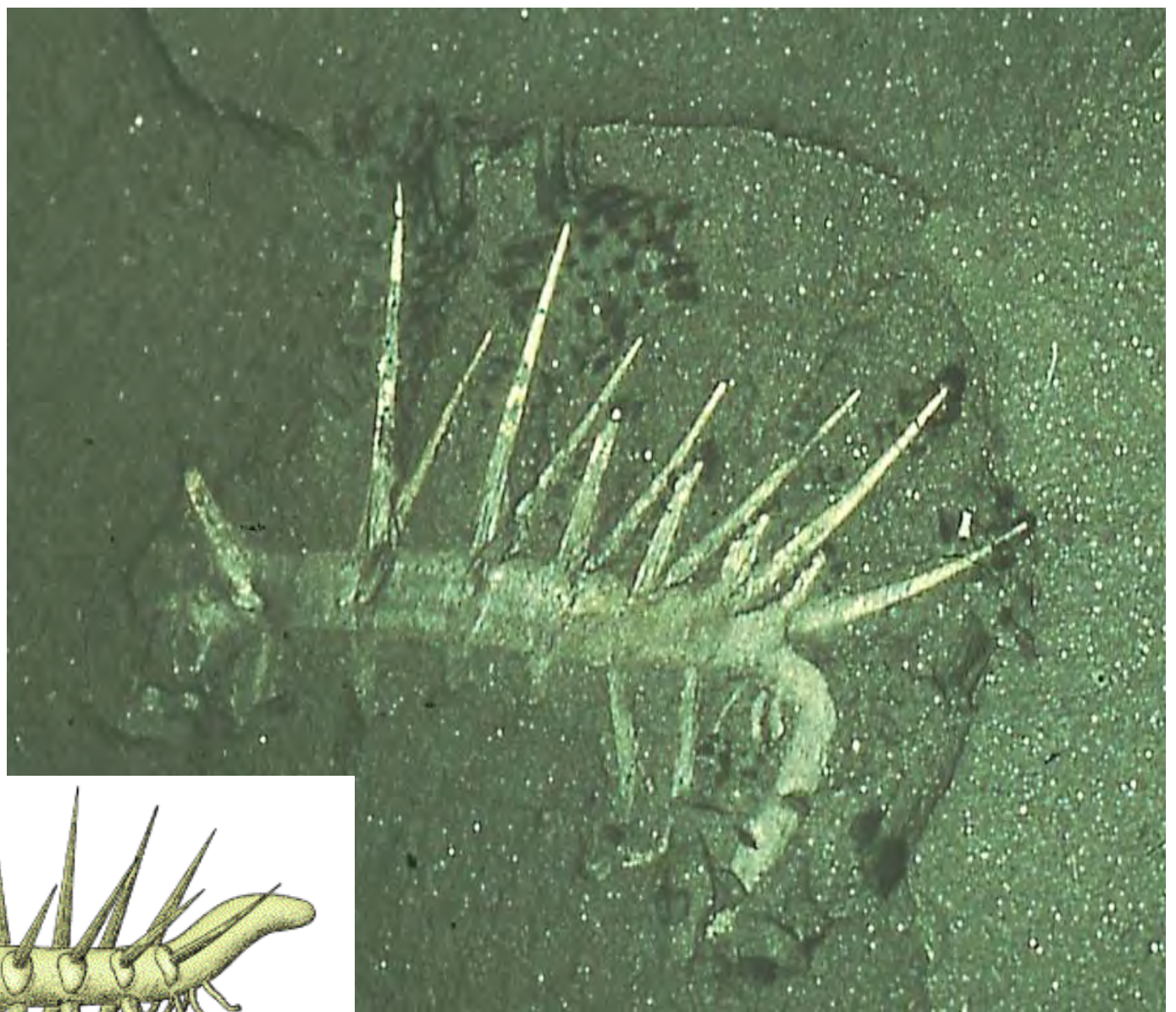


Primeras
eucariotas
(2100 Ma)



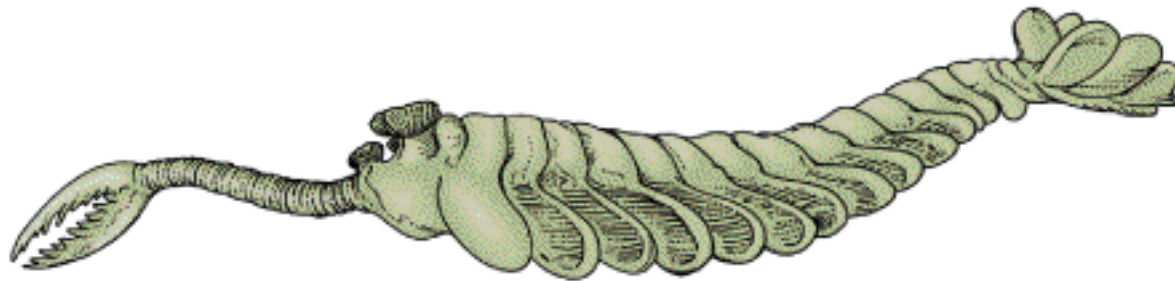
Fauna de
Ediacara
(650 Ma)





Hallucigenia

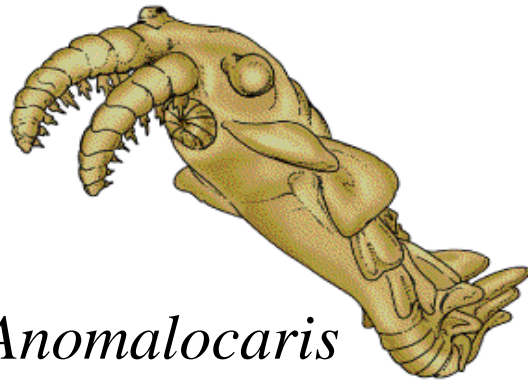
Burgess Shale



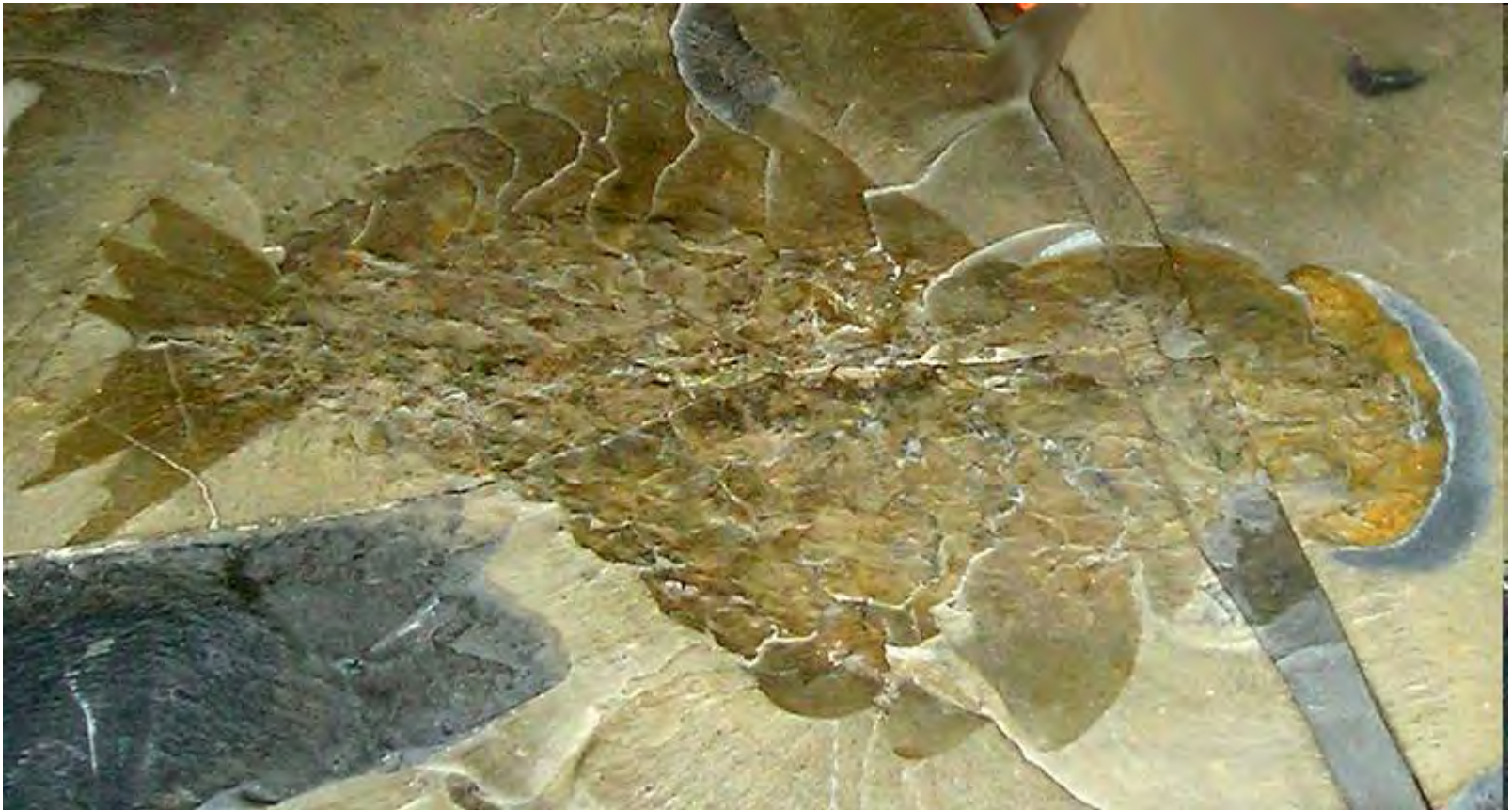
Opabinia

Burgess Shale

Burgess Shale



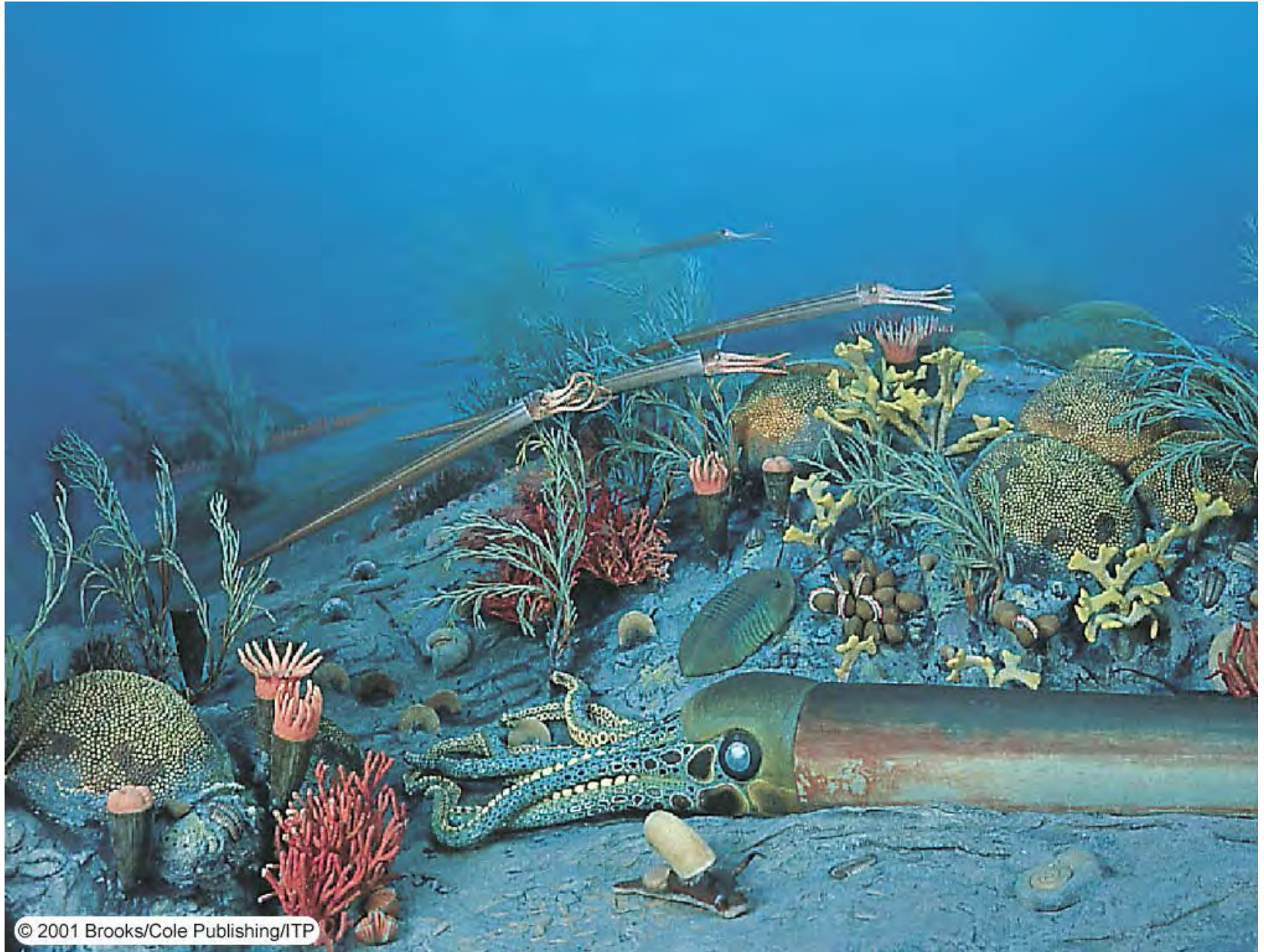
Anomalocaris





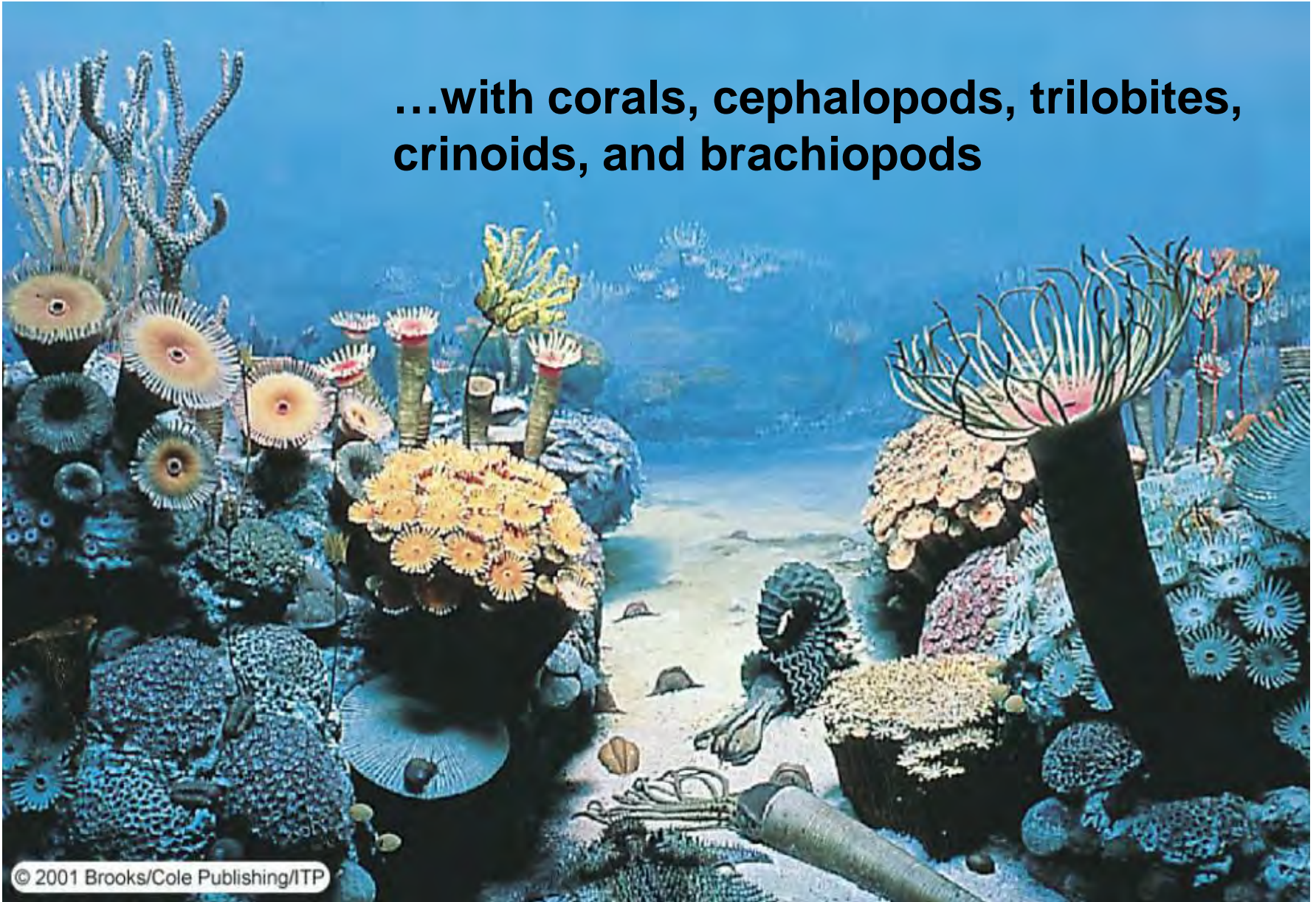
Restos fósiles de trilobites
Trilobiteen aztarna fosilak

Ordovícico



Devónico medio

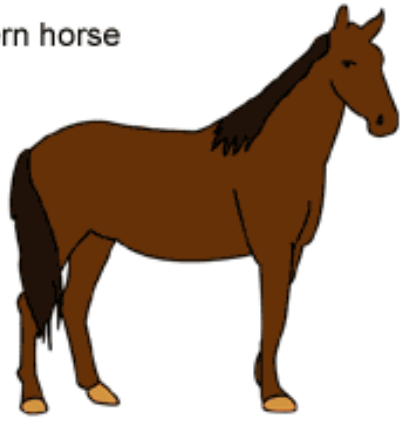
...with corals, cephalopods, trilobites, crinoids, and brachiopods



1 million years ago



modern horse

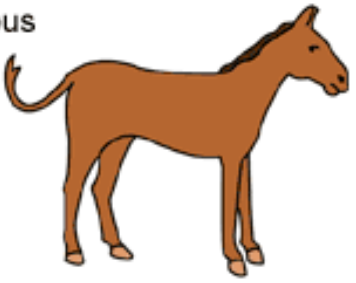


Height: 1.6 m

10 million years ago



Pliohippus

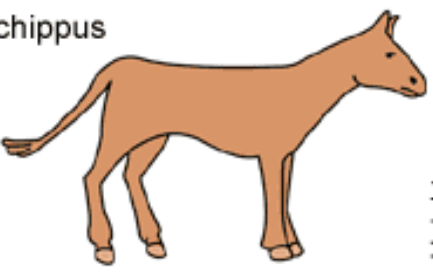


Height: 1.0 m

30 million years ago



Merychippus

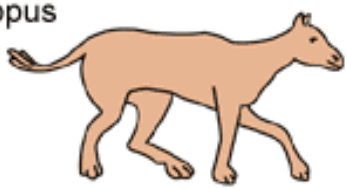


Height: 1.0 m

40 million years ago



Mesohippus



Height: 0.6 m

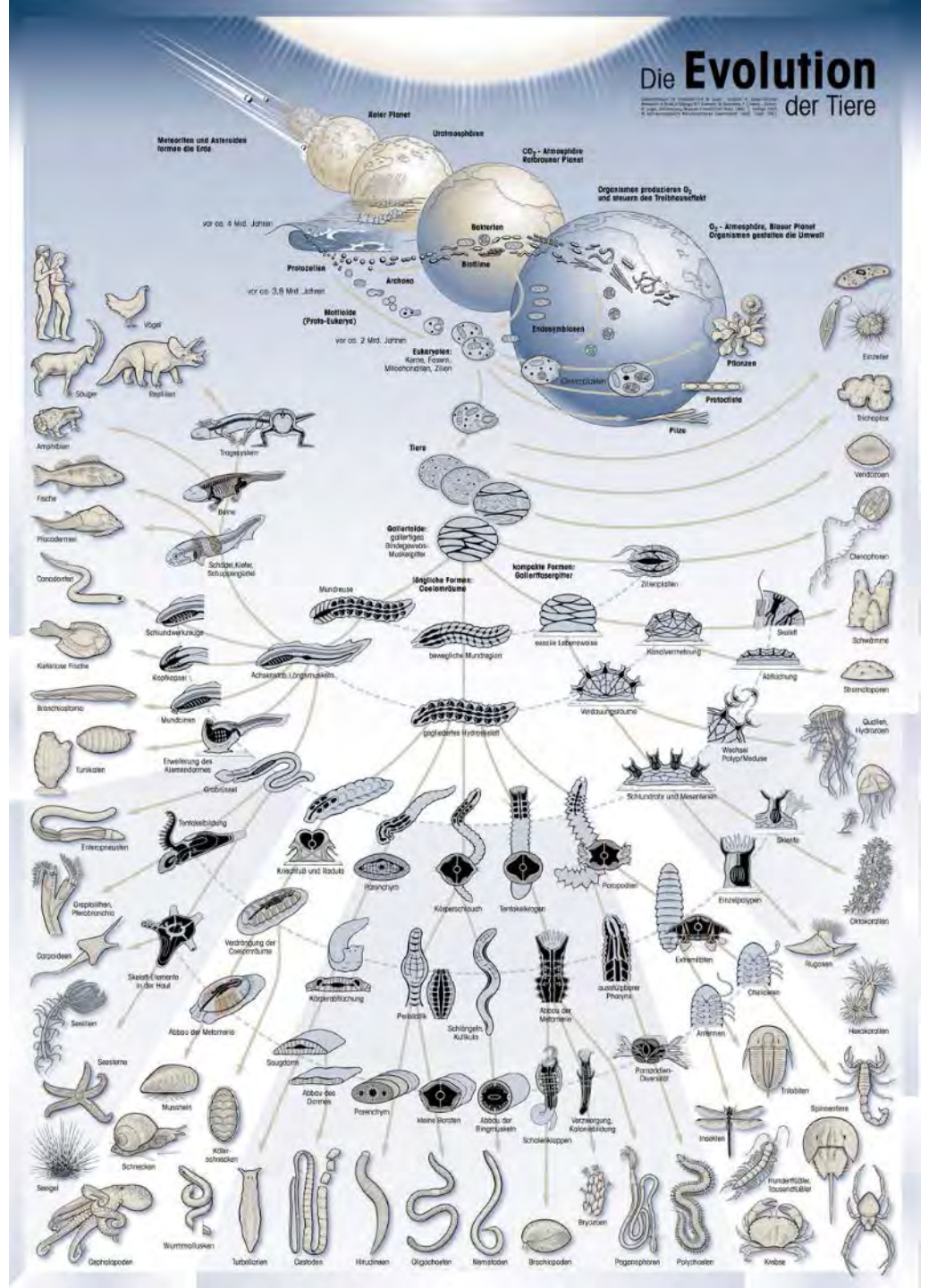
60 million years ago

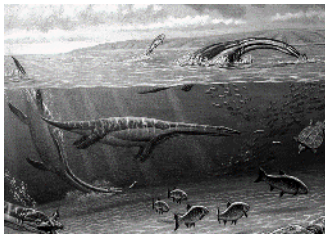
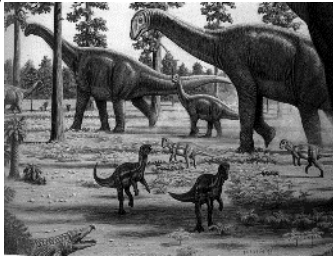


Eohippus

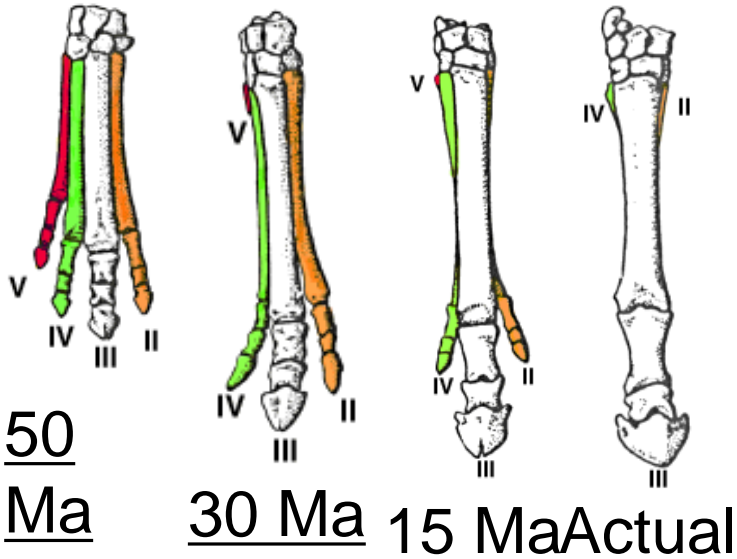
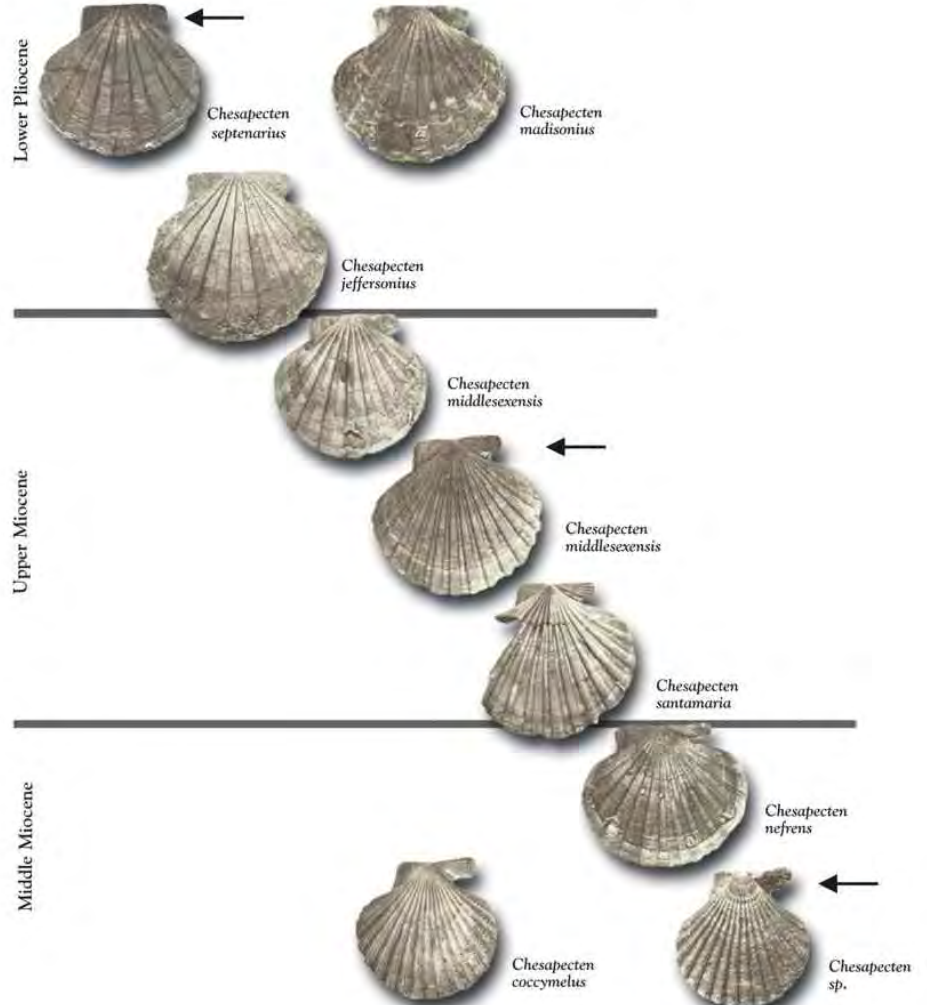


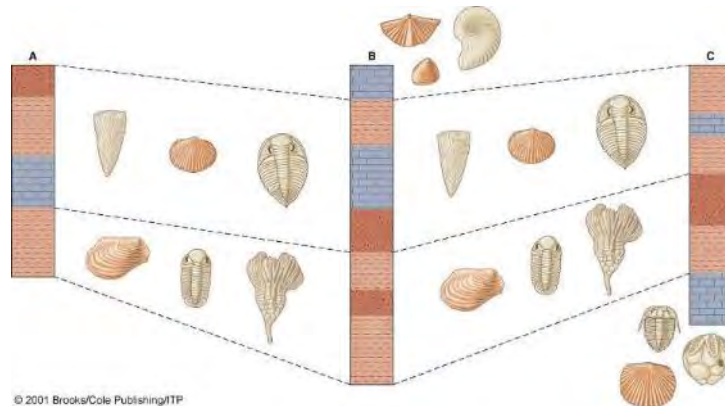
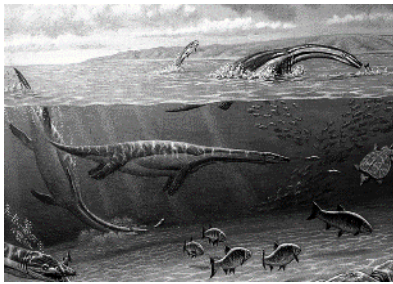
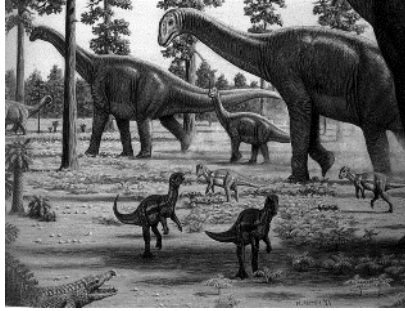
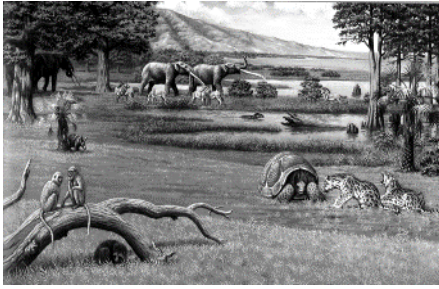
Height: 0.4 m

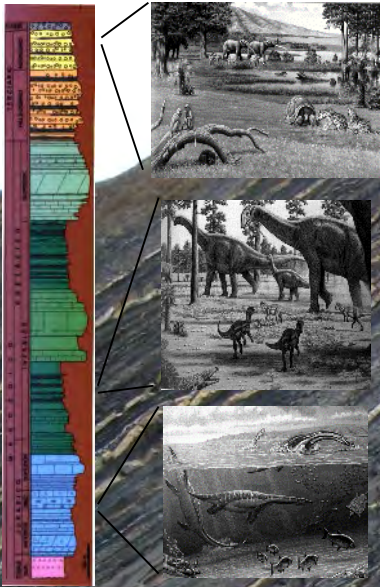




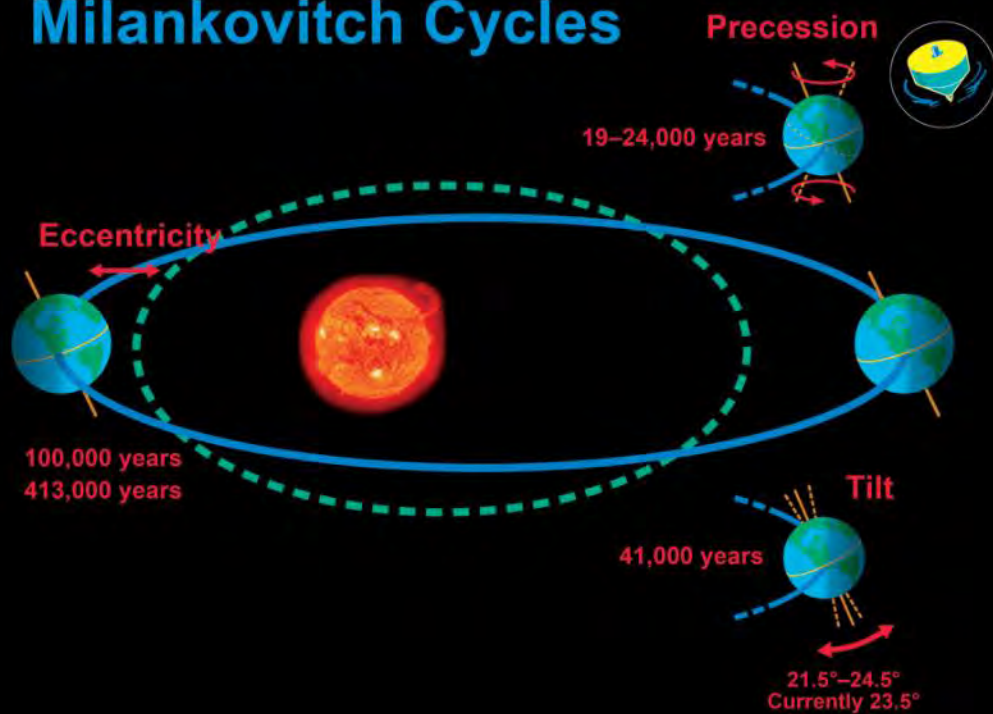
Chesapecten Scallops



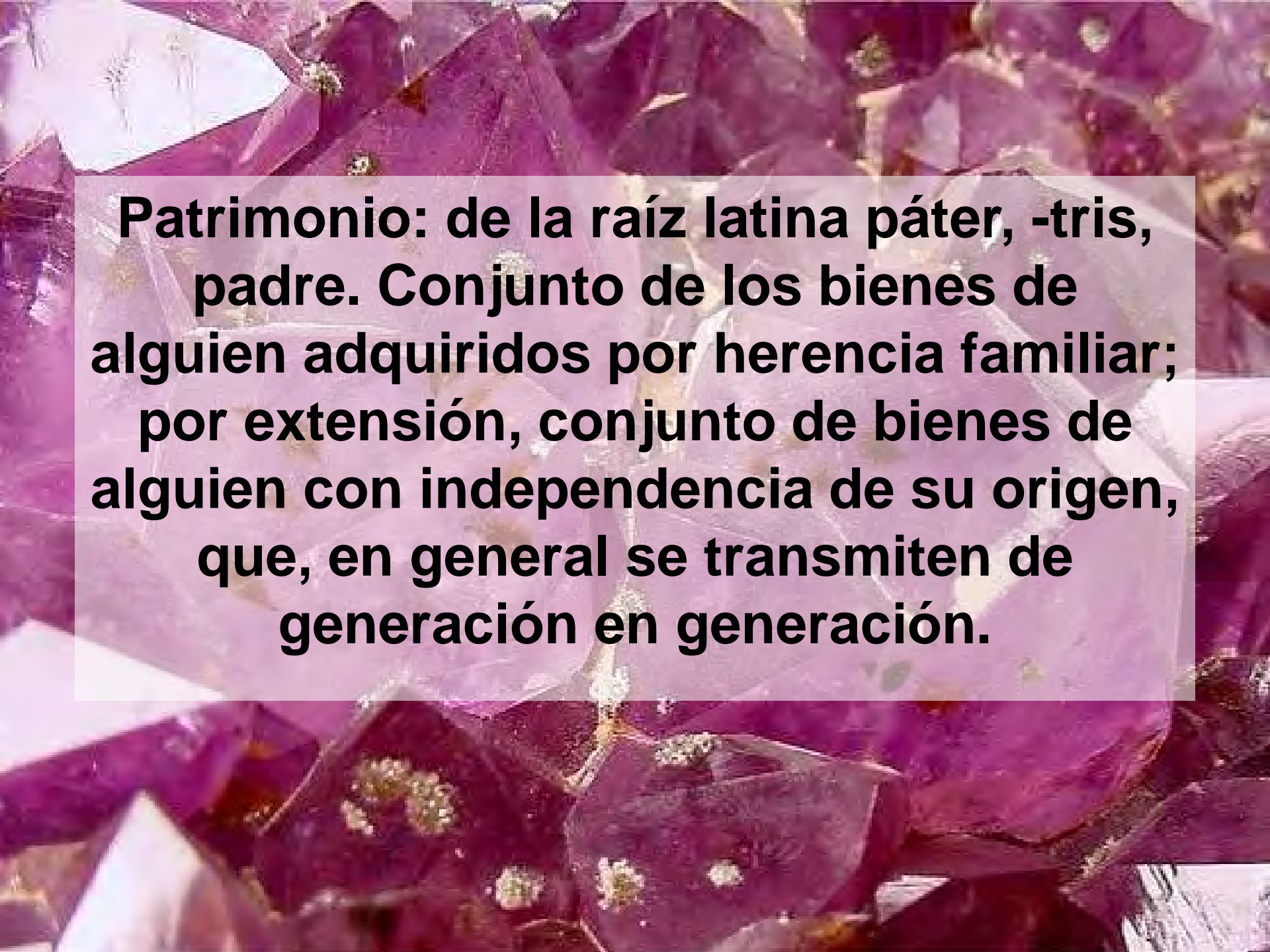





Milankovitch Cycles





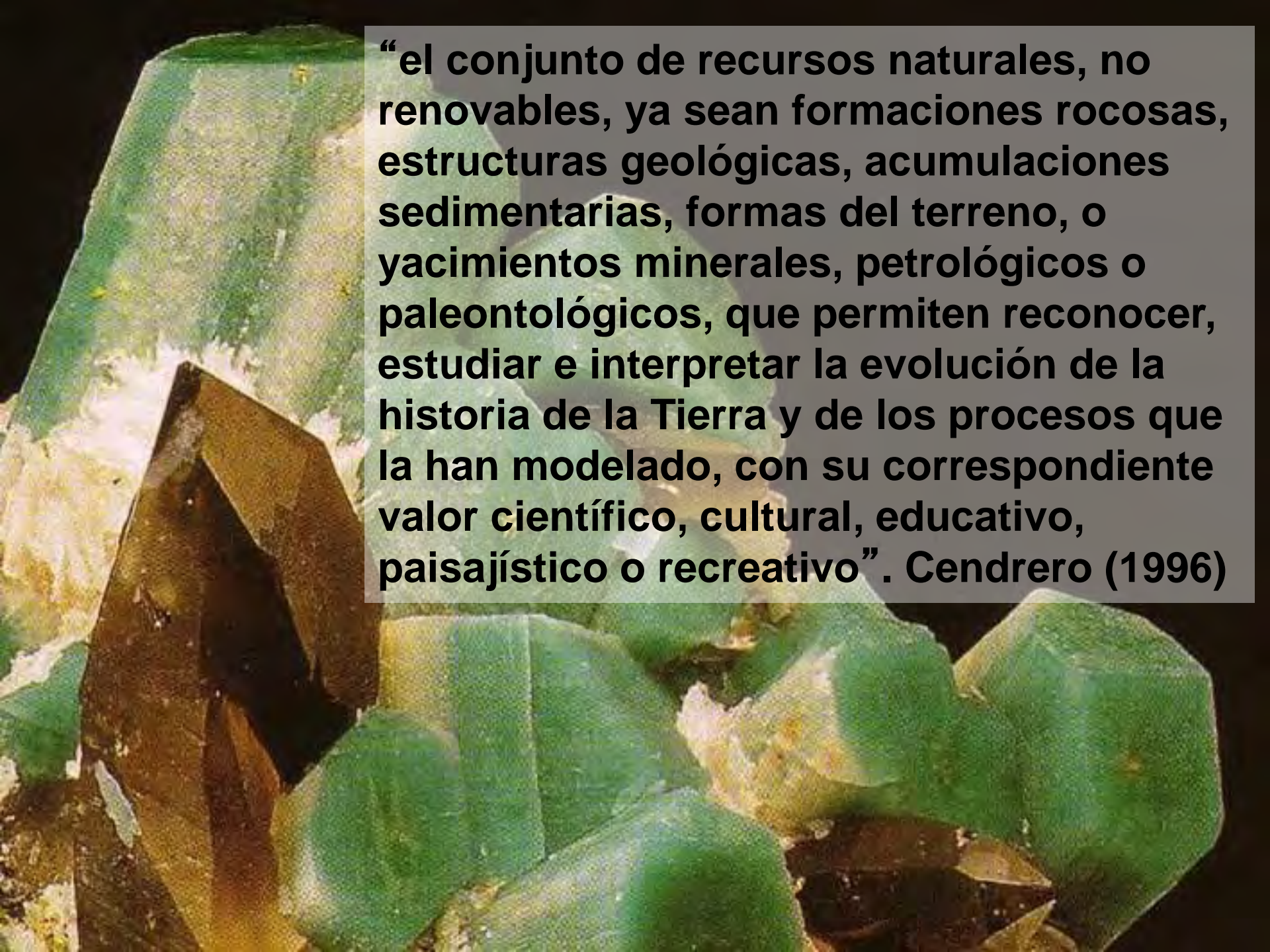
The background of the slide features a close-up photograph of several purple flowers, likely from a species like Salvia or Lavandula, with prominent yellow stamens. A semi-transparent white rectangular box is centered over the image, containing the definition of 'Patrimonio' in bold black text.

Patrimonio: de la raíz latina páter, -tris, padre. Conjunto de los bienes de alguien adquiridos por herencia familiar; por extensión, conjunto de bienes de alguien con independencia de su origen, que, en general se transmiten de generación en generación.

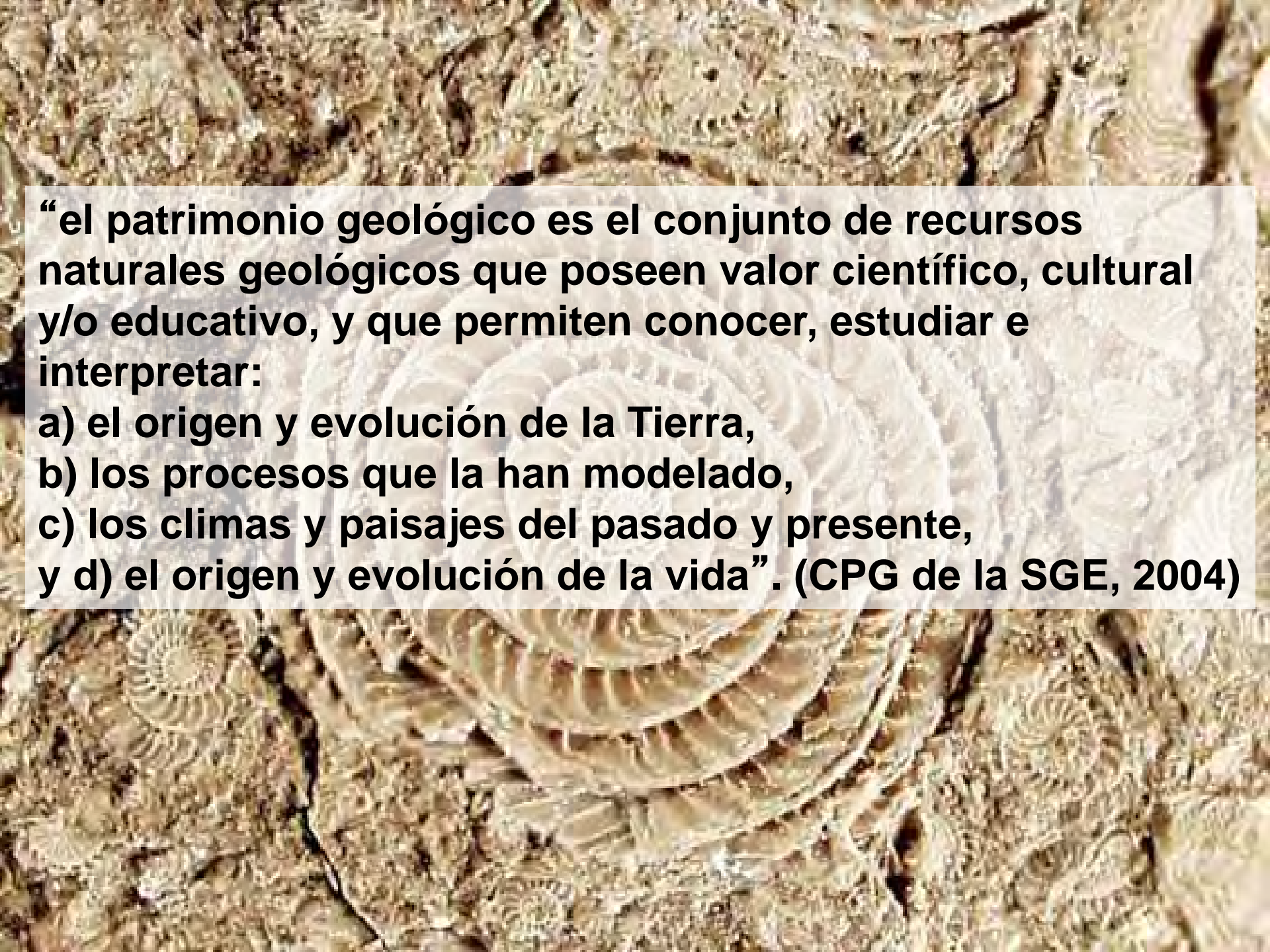
A microscopic view of a mineral specimen. The central feature is a large, roughly oval-shaped inclusion with a vibrant, iridescent color palette ranging from deep blue to magenta. This inclusion is set within a darker, more textured matrix. The overall image shows a complex, crystalline structure with various shades of brown, grey, and black, suggesting a complex geological formation. The text is overlaid on a semi-transparent white box in the upper half of the image.

El patrimonio geológico será el conjunto de bienes de carácter geológico que nos ha legado la evolución del planeta, y que han de conservarse para generaciones futuras.

125µm

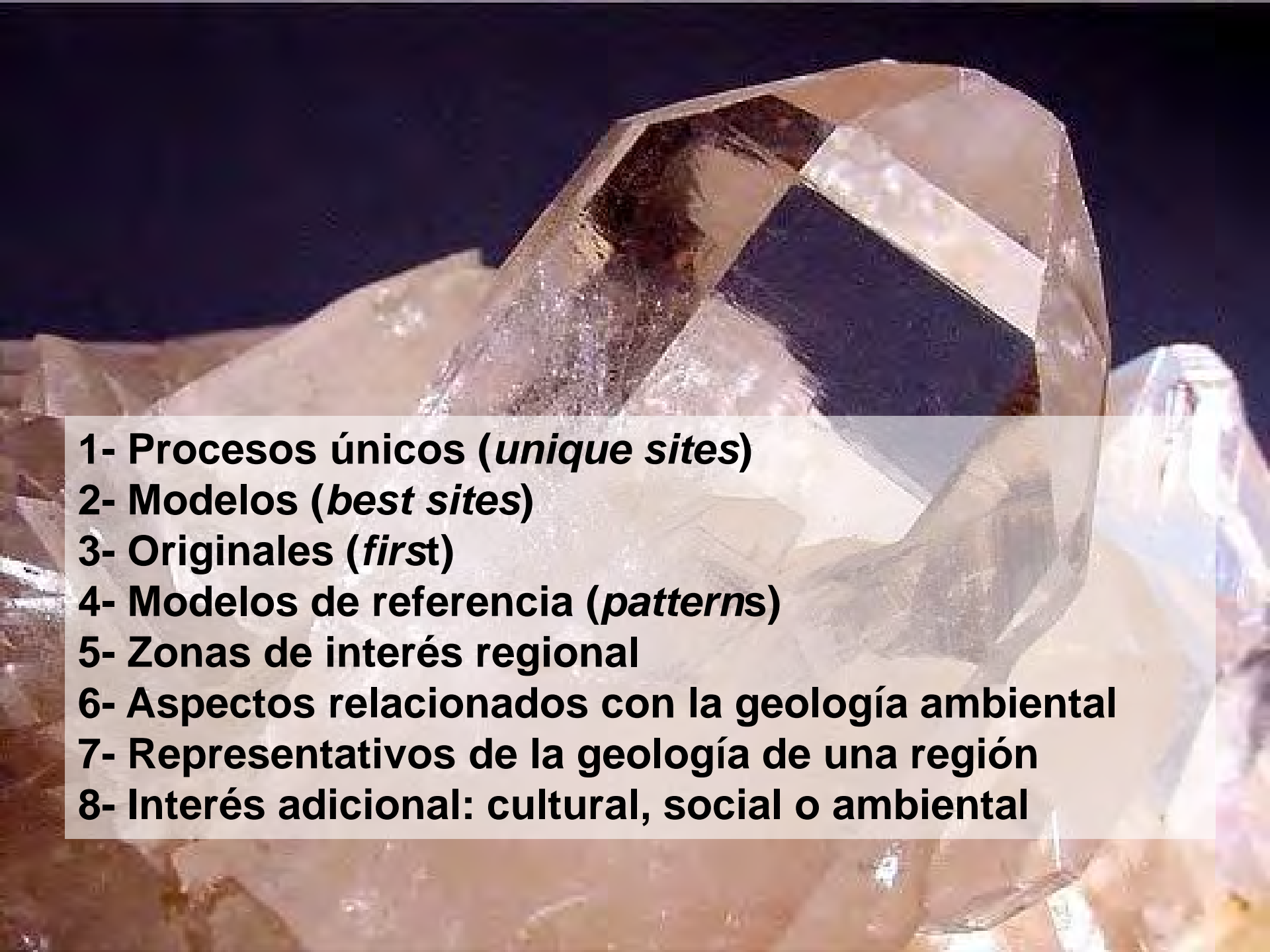


“el conjunto de recursos naturales, no renovables, ya sean formaciones rocosas, estructuras geológicas, acumulaciones sedimentarias, formas del terreno, o yacimientos minerales, petrológicos o paleontológicos, que permiten reconocer, estudiar e interpretar la evolución de la historia de la Tierra y de los procesos que la han modelado, con su correspondiente valor científico, cultural, educativo, paisajístico o recreativo”. Cendrero (1996)

The background of the slide is a photograph of a rock surface with several fossilized plant remains. The most prominent feature is a large, circular fossil in the center, showing a clear spiral pattern of overlapping, rounded segments, characteristic of a fossilized seed or fruit. To its left and right, there are smaller, less distinct fossil fragments. The rock matrix is a light tan or beige color with some darker, irregular patterns.

“el patrimonio geológico es el conjunto de recursos naturales geológicos que poseen valor científico, cultural y/o educativo, y que permiten conocer, estudiar e interpretar:

- a) el origen y evolución de la Tierra,**
- b) los procesos que la han modelado,**
- c) los climas y paisajes del pasado y presente,**
- y d) el origen y evolución de la vida” . (CPG de la SGE, 2004)**

- 
- 1- Procesos únicos (*unique sites*)**
 - 2- Modelos (*best sites*)**
 - 3- Originales (*first*)**
 - 4- Modelos de referencia (*patterns*)**
 - 5- Zonas de interés regional**
 - 6- Aspectos relacionados con la geología ambiental**
 - 7- Representativos de la geología de una región**
 - 8- Interés adicional: cultural, social o ambiental**



© Carsten Peter/National Geographic/Speloearesearch

1- Procesos únicos (*unique sites*) Naica (México)



**1- Procesos únicos
(*unique sites*)**

© Pamela Gore, 2002



1- Procesos únicos
(unique sites)

2- Modelos (*best sites*)

K

P





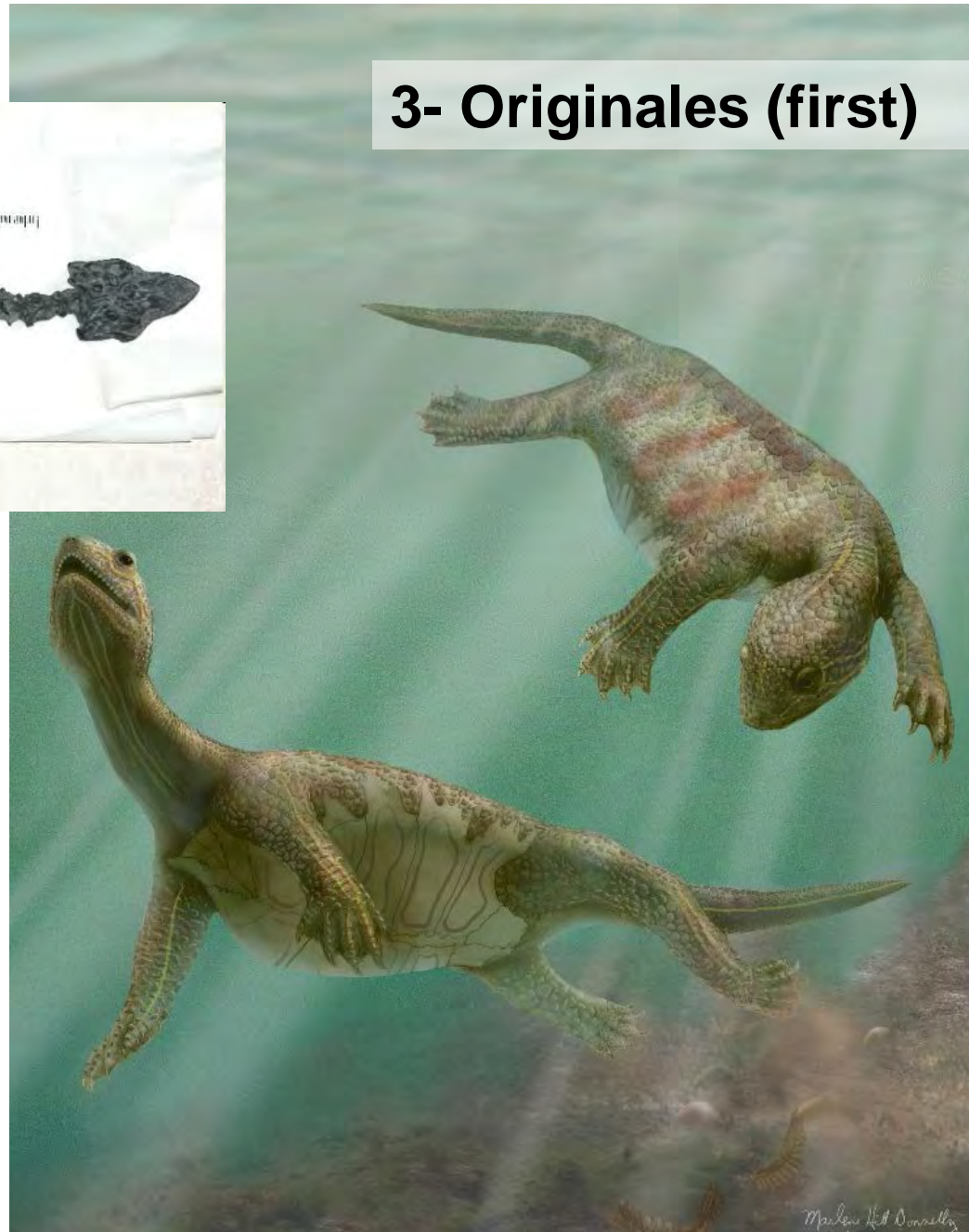
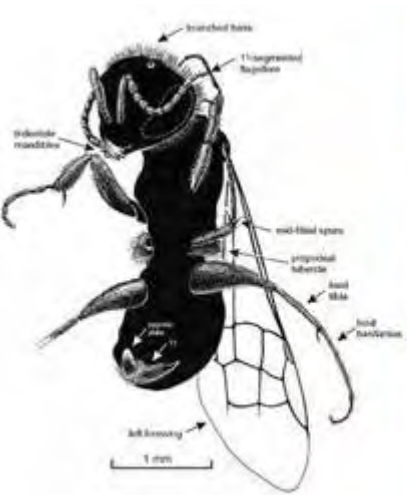
A



3- Originales (*first*)



3- Originales (first)



4- Modelos de referencia (patterns)

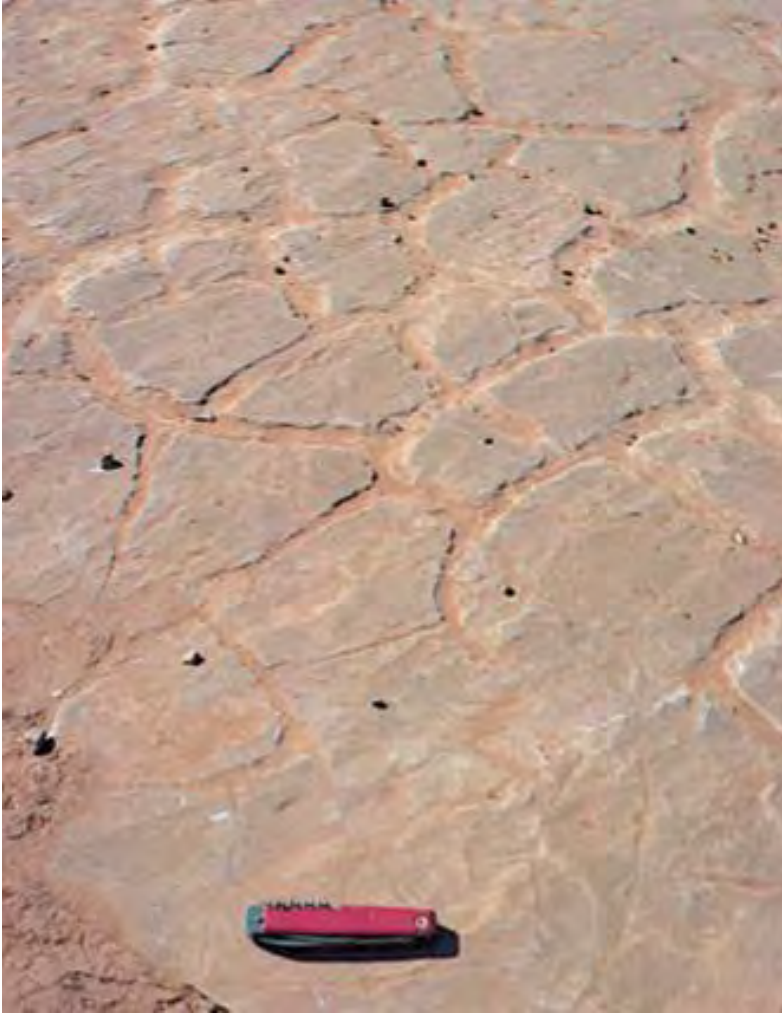


Current Direction

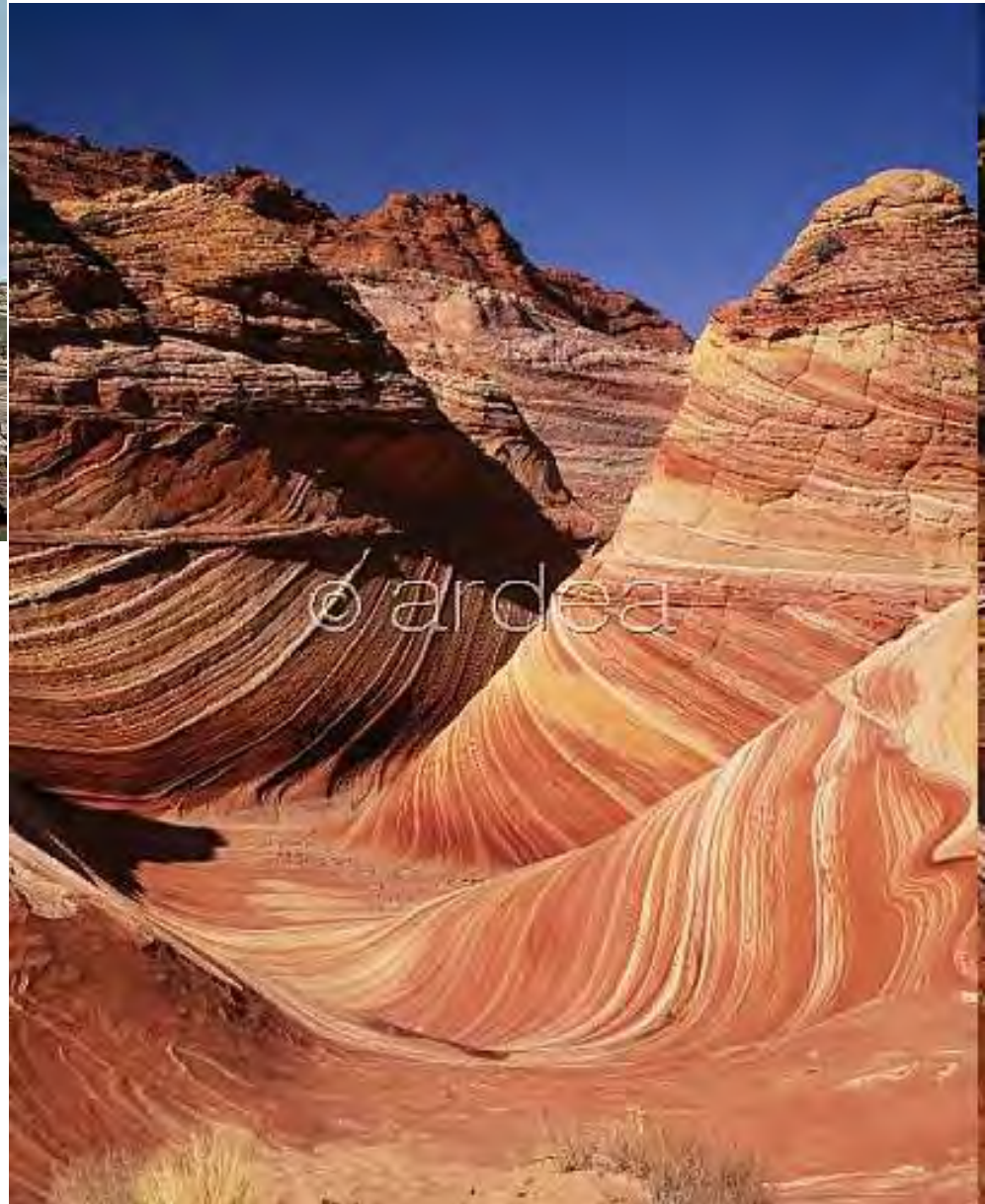
4- Modelos de referencia (patterns)



4- Modelos de referencia (patterns)



Grietas de desecación



4- Modelos de referencia (patterns)

5- Zonas de interés regional



Pliegues y cabalgamientos en calizas y pizarras devónicas (Posets, Pirineos)
Tolesak eta zamalkamenduak Devoniarreko kareharri eta arbeletan (Posets, Pirinioak)

5- Zonas de interés regional



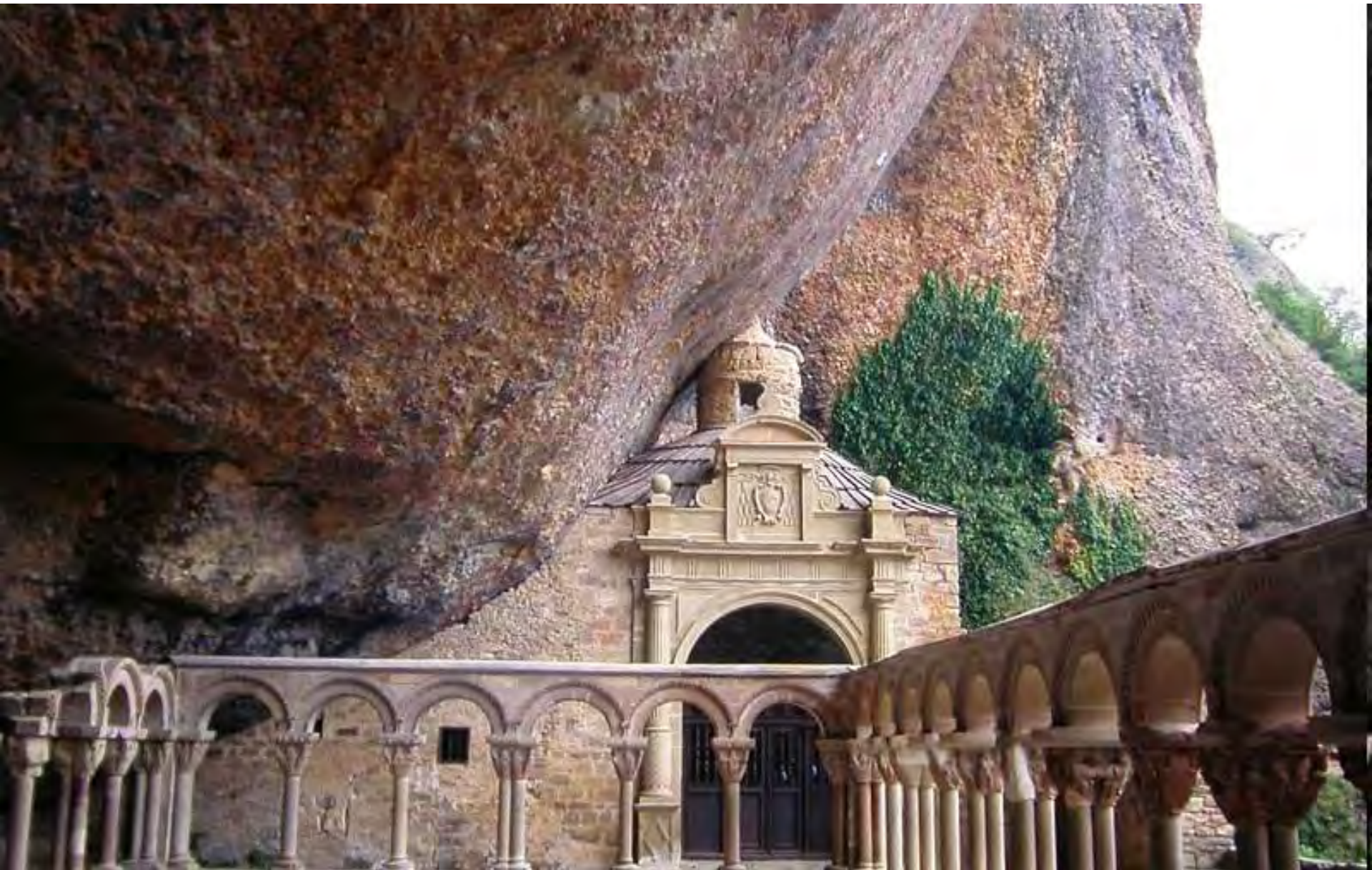
6- Aspectos relacionados con la geología ambiental

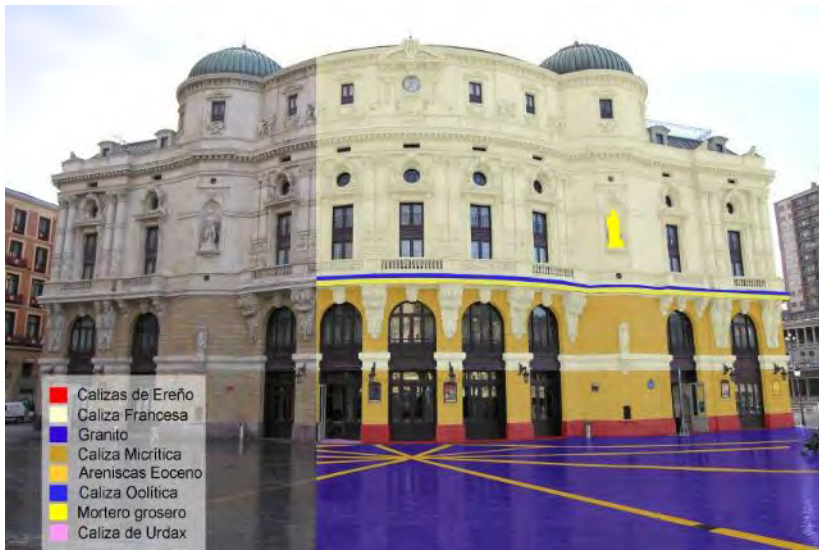




7- Representativos de la geología de una región

8- Interés adicional: cultural, social o ambiental





8- Interés adicional: cultural, social o ambiental



8- Interés adicional: cultural, social o ambiental



Concepto de Geodiversidad:

Diversidad: circunstancia de ser distinto o múltiple. Del latín diversum, participio de “divértere”, verter en varias direcciones.

Es decir, geodiversidad es la diversidad geológica de un territorio, la multiplicidad de sus características físicas, la diferencia en comparación con otros.



Geodiversidad

“el número y variedad de estructuras (sedimentarias, tectónicas, geomorfológicas, hidrogeológicas y petrológicas) y de materiales geológicos (minerales, rocas, fósiles y suelos) que constituyen el sustrato de una región, sobre las que se asienta la actividad orgánica, incluida la antrópica”

Geodiversity is all around you. It is all the parts of nature that aren't alive; including the Earth's minerals, rocks, fossils, soils, sediments, landforms, topography, geological and morphogenetic processes, and hydrological features such as rivers and lakes.

El significado de los fósiles





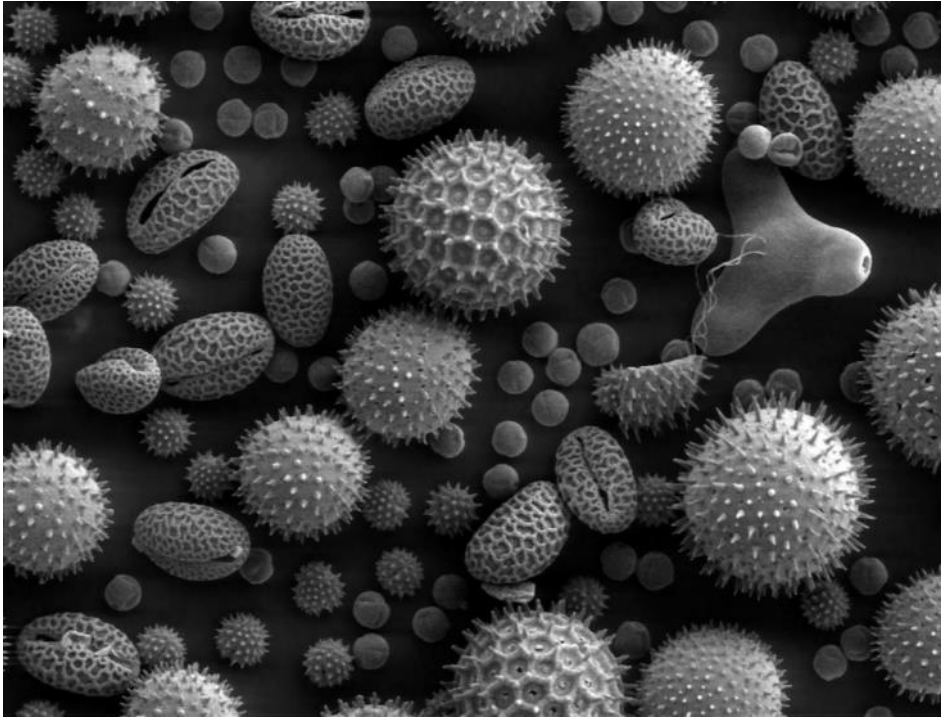














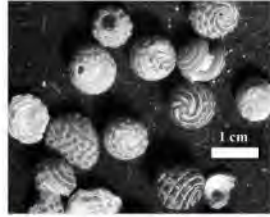


a) Cianobacterias. Estromatolitos (foto H. Astibia)

MICROFÓSILES



b) Cianobacterias. Oncolito.



c) Carofitas. Girogonitos.

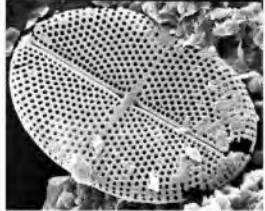
MACROFÓSILES



a-b) Moluscos-Bivalvos.



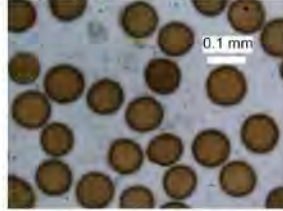
c) Moluscos-Bivalvos. Rudistas.



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



e) Algas Coralinas.



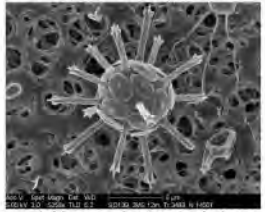
f) Polen.



d) Moluscos-Gasterópodos.



e-f) Artrópodos. Trilobites



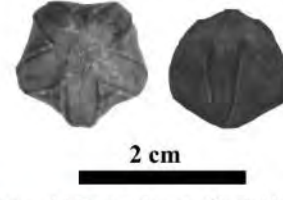
g) Nannoplacton calcáreo (cortesía de BGR).



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



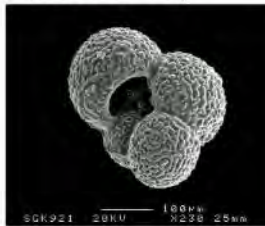
g) Equinodermo. Erizo de mar.



h) Equinodermo. Blastoideo.



i) Graptolite.



j) Foraminifero planctónico



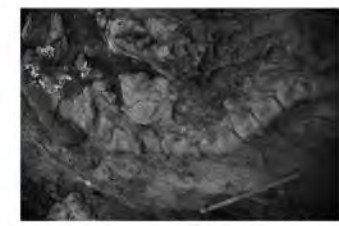
k) Foraminifero bentónico



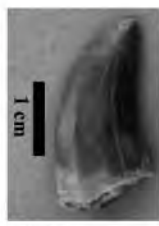
l) Foraminifero bentónico. (cortesía de la U. de Micropal. de la UCL).



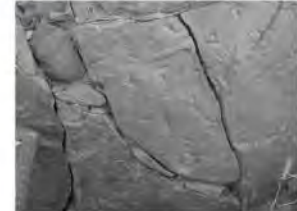
j) Graptolite.



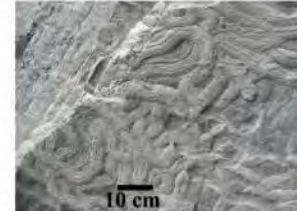
k-l) Vertebrados. Dinosaurios.



m) Vertebrado. Cáscara de huevo.



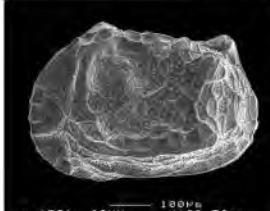
n) Vertebrados. Icnitas.



ñ) Invertebrados. Icnitas.



m) Foraminifero. Nummulite



n-ñ) Artrópodos. Ostracodos



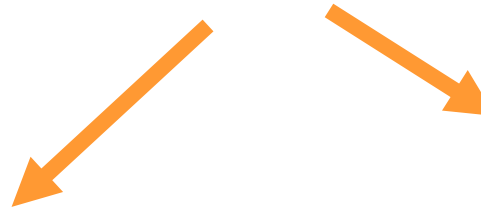


Origen orgánico



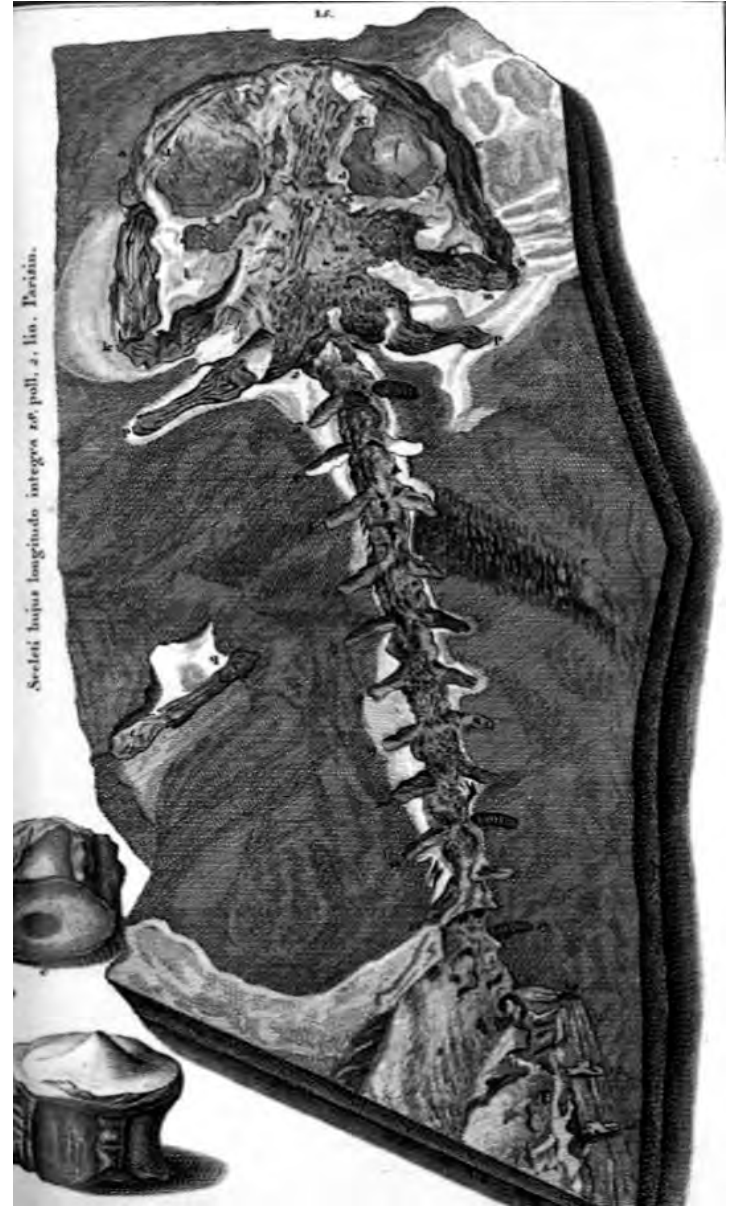
Inorgánico

Origen orgánico



**Organismos que
vivieron en el pasado**

**Seres mágicos que dieron lugar a
mitos y leyendas y que se
utilizaron como
medicamentos(Lapidarios)**





Cabezones (Murero, Zaragoza)

Escorpiones (San Nicolas del Puerto, Sevilla)

Hormigones de piedra (Constantina, Sevilla)



Se utilizaba contra las picaduras de los escorpiones





En la cultura china las Piedras de mariposa o las golondrinas de piedra se ponían a volar en los días de tormenta



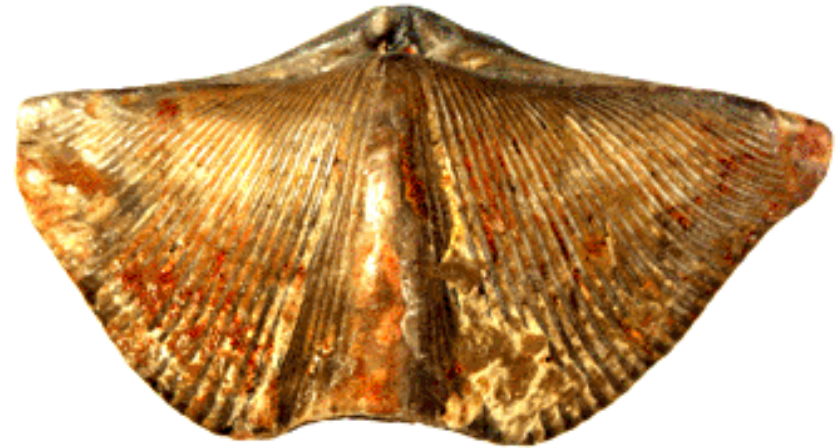
Butterfly stones

Piedras de mariposa



10 mm

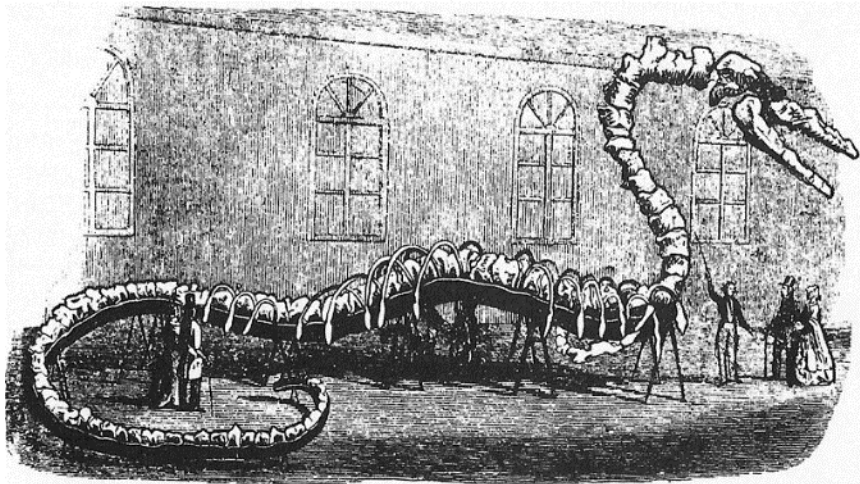
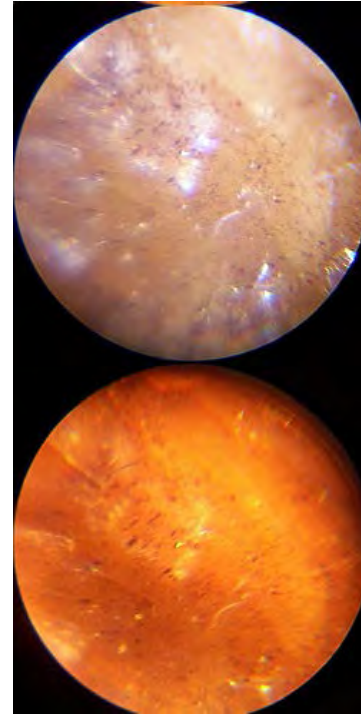
Golondrinas de piedra





Whitby (Yorkshire)
Santa Hilda

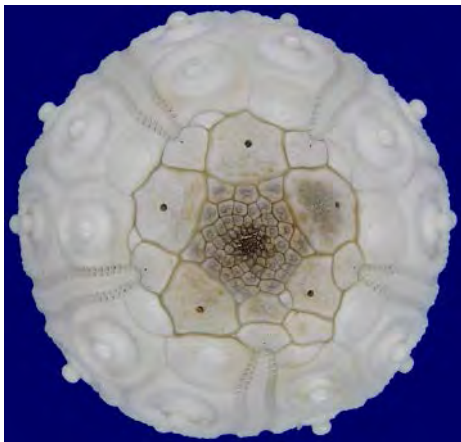


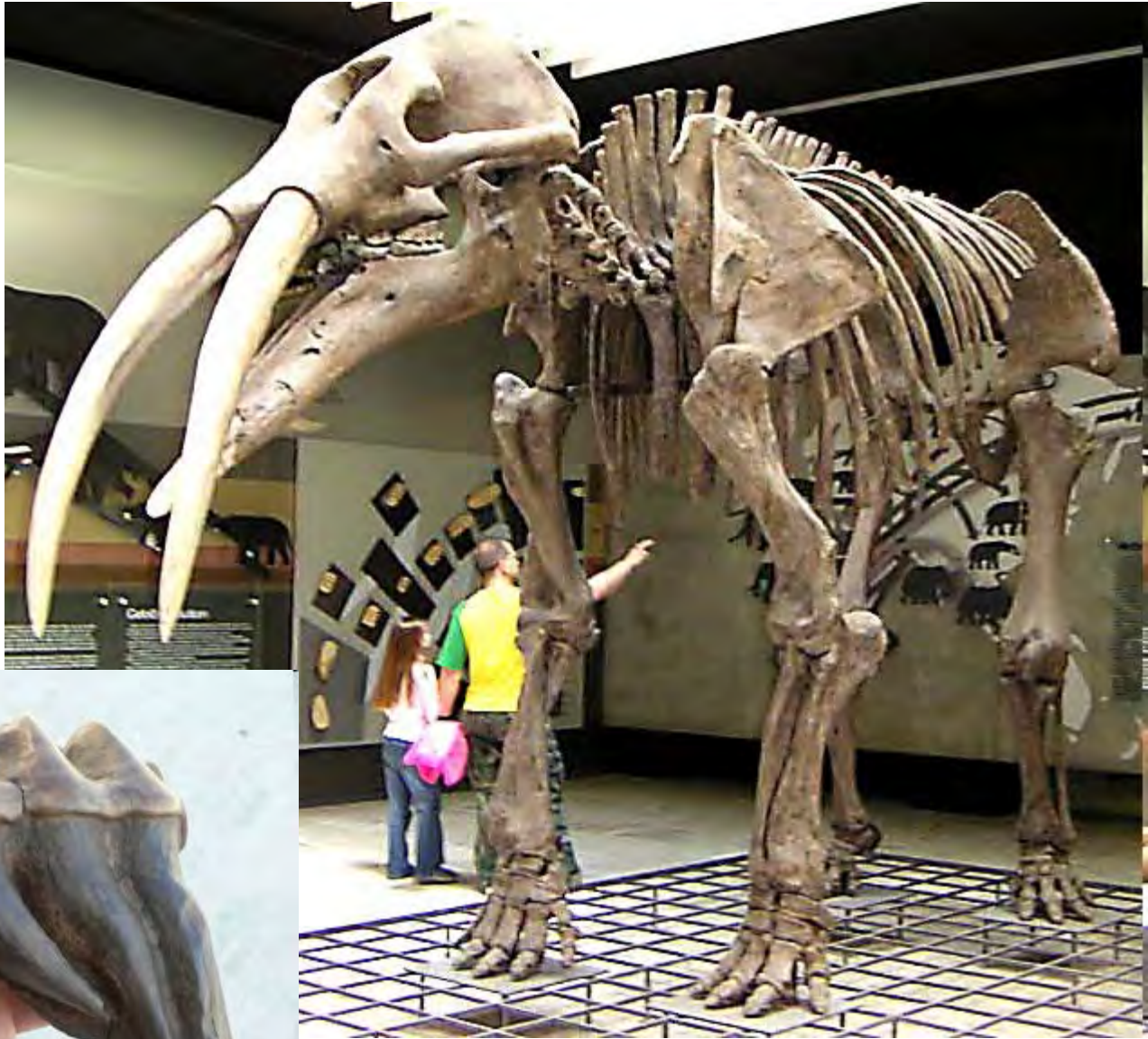


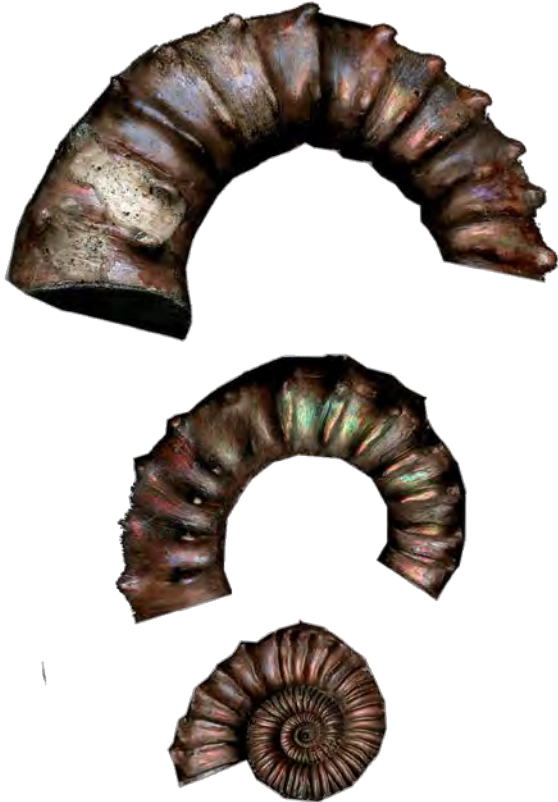
Provided by: <http://www.strangescience.net>
Originally published in: *Hydrarchos*
Vow appears in: *Monsters of the Sea* by Richard Ellis



Los huevos de serpiente y su lengua petrificada te protegían de los envenenamientos



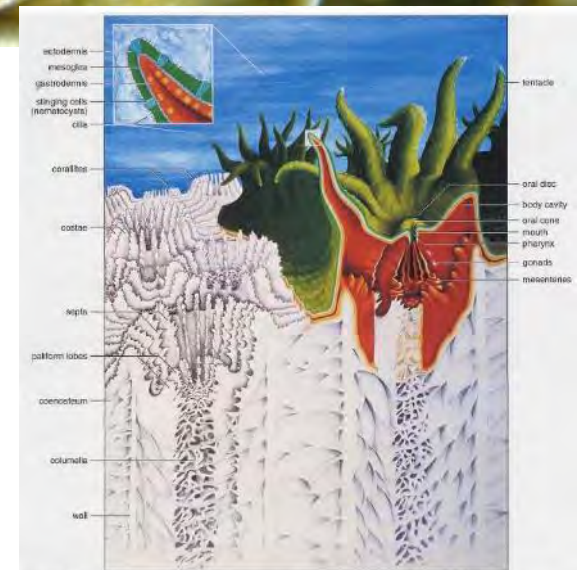




Los Indios Pies planos llamaban a los ammonites Insikim o Búfalo de piedra



© Pearson Education, Inc., publishing as Benjamin Cummings.



General coral polyp and skeletal structure. (Veron 2000)

La piedra de coral se asociaba a las Gorgonas y se utilizaban como dentífrico y para gusanos y otros parásitos y para la diabetes





La ostra *Gryphaea* se conocía como la lengua del diablo. En muchos lugares se utilizaba para paliar los problemas de artrosis causados por el reumatismo.



En la costa de Turquía se han encontrado los restos de un naufragio del siglo XIV que transportaba una carga de Bivalvos fósiles

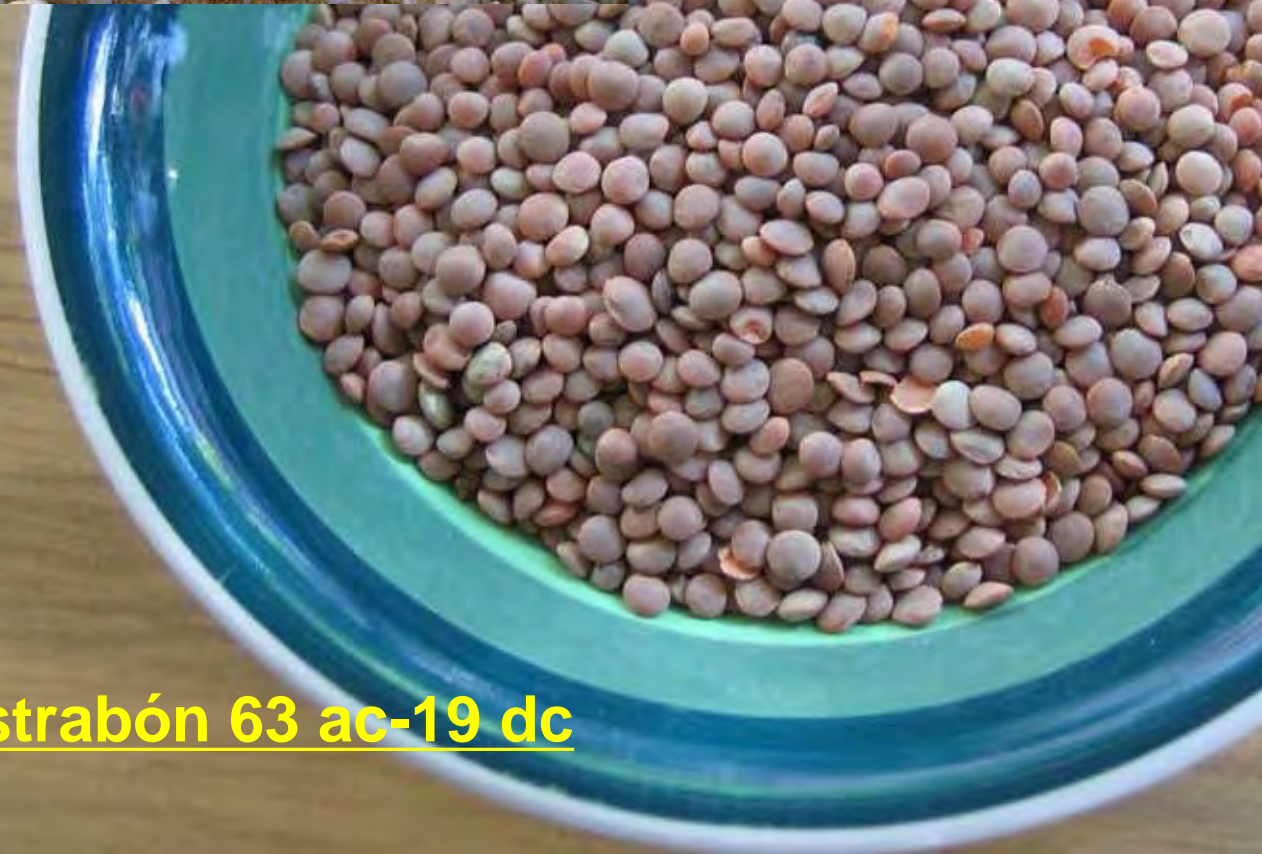


A muchos Bivalvos del Jurásico de Inglaterra se les conocía como corazones de toro



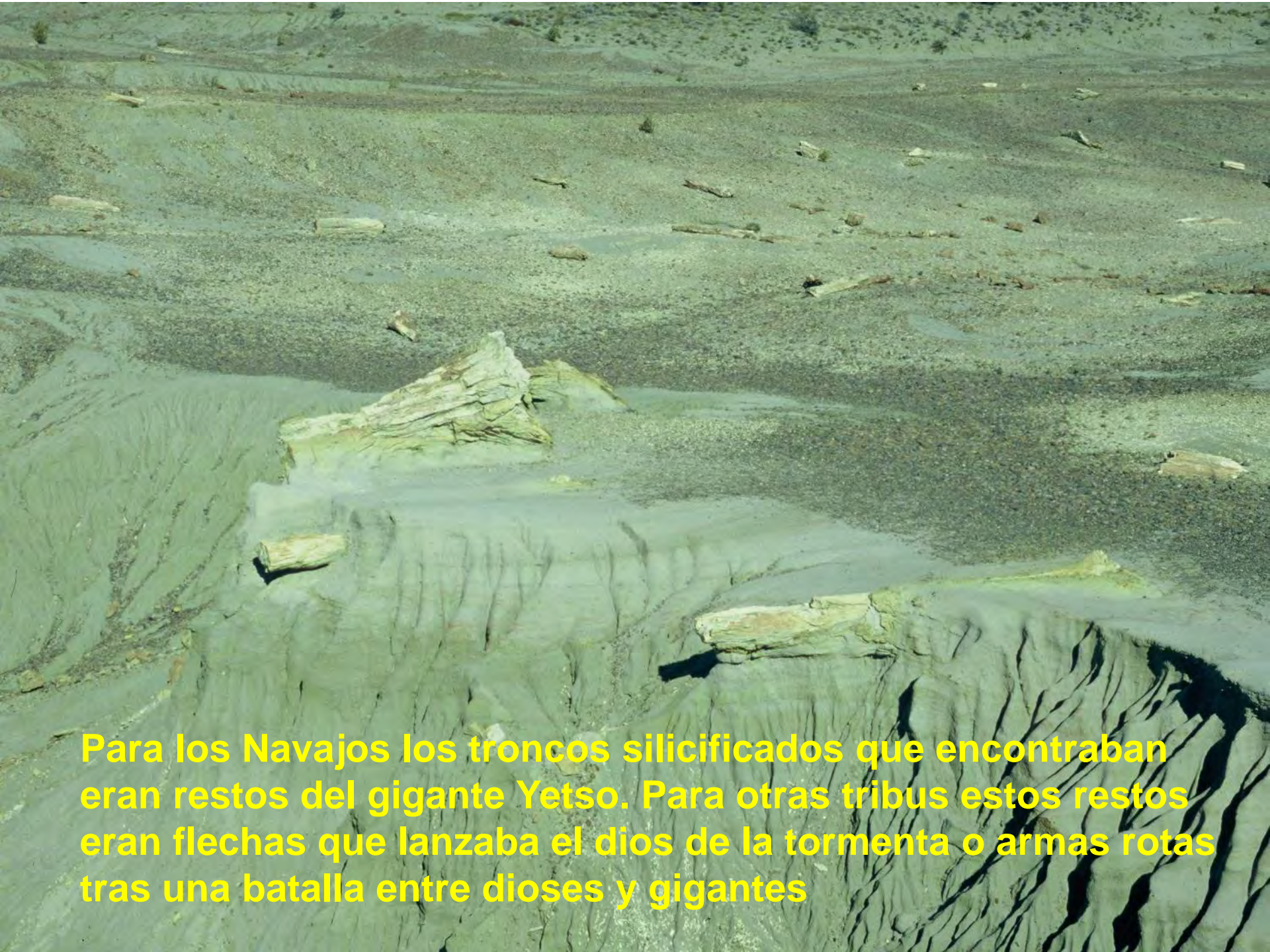






Estrabón 63 ac-19 dc





Para los Navajos los troncos silicificados que encontraban eran restos del gigante Yetso. Para otras tribus estos restos eran flechas que lanzaba el dios de la tormenta o armas rotas tras una batalla entre dioses y gigantes















En la plaza de Klagenfurt Austria se encuentra la reconstrucción de un dragón clásico, cuyo cráneo se inspiró en el de un rinoceronte lanudo que se encontró en 1335 en las afueras del pueblo.



Restos de dragones encontrados en las cuevas de los Carpatos en el siglo XVII no eran más que huesos de osos de las cavernas







Restos de grandes mamíferos fueron interpretados como cuernos de unicornio. Debido a su escasez eran tan caros que se llegó a vender el agua en el que se había introducido un cuerno. Al unicornio se le denominaba *Unicornu verum* y al Narval *Unicornu falsum*