



CORTEZA TERRESTRE

29 de Octubre del 2007

SINOPSIS

La corteza terrestre es la capa más superficial de la Tierra, y también la más fina. Es como una cáscara de roca que flota sobre la siguiente capa (el manto), que es fluída. Distinguimos entre corteza continental (más gruesa) y corteza oceánica (más fina, cubierta por los océanos). La corteza terrestre siempre está cambiando, de forma que sus materiales se crean y se destruyen constantemente. Normalmente estos cambios son demasiado lentos para que podamos observarlos directamente, aunque podemos deducirlos de la observación del terreno; transcurren en una escala de tiempo geológico.

Otros cambios, sin embargo, son perfectamente perceptibles, especialmente la erosión y la meteorización. Como resultado de estos procesos tenemos los paisajes que podemos ver en la Tierra, desde el cañón del Colorado a las playas de Levante. Veremos que la vida también es una importante fuerza geológica en la corteza terrestre y que, dentro de los seres vivos, los seres humanos jugamos hoy en día un importante papel.

QUEREMOS EXPLICAR

Qué es la corteza terrestre: la balsa de piedra

Cómo se puede estudiar la corteza terrestre: explorando la piel del planeta

Meteorización: las rocas también sufren

La erosión: las arrugas de la Tierra

La vida como fuerza geológica y el caso particular del hombre



forma una zona de subducción, ya que al ser más densa se hunde por debajo suyo; en la placa continental se forma una cadena de volcanes. La corteza terrestre es sólida, pero como constantemente se generan nuevas porciones y se destruyen otras y en su zona interior se producen enormes fuerzas que acaban por deformarla. Estas fuerzas, actuando durante millones de años, hacen que la corteza se ondule y forme pliegues, en un lugar se levanta el terreno, en otro se hunde. A veces, estas fuerzas son tan potentes que la elasticidad de los materiales no pueden soportarlas y el pliegue se rompe.

EXPLORANDO LA PIEL DEL PLANETA

Actualmente los geólogos ya pueden estudiar las diferentes capas de rocas que hay en la corteza terrestre usando mapas 3D, mediante una aplicación desarrollada por las empresas petrolíferas para buscar depósitos. Estos mapas son levantados con una tecnología denominada reflexión sísmica: se usan ondas sísmicas creadas por explosiones que viajan durante cientos o miles de metros dentro de la corteza y son reflejadas y refractadas por las distintas rocas del subsuelo. El “eco” de las ondas sísmicas es recogido mediante sensores especiales situados en la superficie y un potente ordenador reconstruye el perfil de capas de rocas. Es el mismo sistema que se utiliza para hacer ecografías. La mejor resolución alcanzada se obtiene entre la superficie y los mil metros de profundidad, pero los geólogos están más interesados en las capas situadas entre los 1000 y 6000 metros de profundidad donde la resolución es muy pobre, viéndose en la obligación de tener que extrapolar datos.

LAS ROCAS TAMBIÉN SUFREN

Podría parecernos que las rocas son lo más duro que existe. Sin embargo, las rocas de la superficie de la Tierra también envejecen y se rompen, aunque



mucho más lentamente que nosotros. Concretamente, la superficie continental sufre una continua meteorización. La meteorización es la rotura o la disgregación de una roca y a la capa de roca alterada se denomina regolito. Los agentes de la meteorización son, entre otros, el agua (la lluvia, la nieve y el hielo), la temperatura, y el viento y actúan en aquellos lugares de la roca que son más débiles.

La meteorización mecánica o física consiste en la ruptura de las rocas a causa de diversas tensiones. Los procesos más importantes son: *termoclastia* (fragmentación de la roca debido a los cambios de temperatura bruscos, como los que suceden en los desiertos); *gelifracción* (fragmentación debida a la congelación y descongelación del agua en los huecos de la roca: el aumento de volumen que produce el agua congelada sirve de cuña) , *hidroclastia* (fragmentación debida a las tensiones que produce el aumento y reducción de volumen de determinadas rocas cuando se empapan y se secan), *haloclastia* (debido al aumento de volumen que se producen en los cristales salinos que se forman cuando se evapora el agua en las que están disueltos) y *corrasión* (el desgaste mecánico producido por materiales transportados en un fluido-p.ej. arena en el viento o piedrecillas en un río)-no confundir con corrosión!-

La meteorización química es llevada a cabo por medio del agua o agentes gaseosos de la atmósfera como el oxígeno y el dióxido de carbono. Las rocas se disgregan más fácilmente gracias a este tipo de meteorización, ya que los granos de minerales pierden adherencia y se disuelven o desprenden mejor ante la acción de los agentes físicos. Algunos de los procesos de la meteorización química son: *disolución* (los minerales son solubles en agua, que los arrastra), *oxidación* (reacción de los elementos con el oxígeno del aire, en muchos casos da compuestos solubles), *hidrólisis* (disgregación de moléculas con mediación del agua) y *carbonatación* (reacción con el CO₂ del aire). Un ejemplo claramente visible de meteorización química es el llamado mal de la piedra: la mayor parte de los monumentos elaborados por la humanidad están



construidos con piedra. Entre las rocas más utilizadas para ello se encuentran rocas como la arenisca, o la caliza, que son rápidamente afectadas por los fenómenos de intemperie; es un problema que cada vez se hace mayor, sobre todo debido a que la atmósfera urbana cada vez está más contaminada

LAS ARRUGAS DE LA TIERRA

La erosión es un proceso natural continuo producto de la acción de los agentes atmosféricos sobre los suelos y que moldea la superficie de la Tierra. Básicamente transporta materiales de un sitio a otro, cambiando los paisajes. El agente clave en la erosión de los suelos es la cubierta vegetal: sin las plantas y sus raíces los suelos se ven expuestos al viento y al agua y son degradados rápidamente.

La erosión eólica es llevada a cabo por el viento. Tiene mayor impacto en los desiertos cálidos y fríos, las regiones peridesérticas y las zonas litorales con grandes playas. El viento transporta las partículas de los suelos de tres maneras: por arrastre (las partículas más gruesas), por saltación (partículas medianas) y en suspensión (partículas pequeñas o livianas). La abrasión se produce cuando los elementos cortantes transportados por el viento chocan con la superficie de las rocas y las desgastan. Por ejemplo, la Esfinge de Giza sufre en su figura los estragos de la abrasión.



El ejemplo más significativo de materiales transportados por el viento son las tormentas de arena: sólo el Sáhara mueve entre 60 y 200 millones de toneladas de polvo cada año. Sabemos que es frecuente que las tormentas de arena del Sáhara lleguen hasta las Islas Canarias o sur de la Península Ibérica (la calima), pero hay otros datos de los que no estamos tan enterados. Por ejemplo, que



el

estas tormentas degradan los ecosistemas del Caribe: por un lado transportan patógenos que atacan a las especies del otro lado del Atlántico y además el depósito de los materiales daña los arrecifes de coral. También están muy relacionadas con la sequía mediante un círculo vicioso: el polvo en suspensión inhibe la formación de nubes y por tanto la lluvia, lo que provoca la muerte de la vegetación, acelerando la degradación del suelo y el aumentando las partículas en suspensión.

La erosión del agua es la principal escultora de la superficie de la Tierra: desde las aguas superficiales (erosiones pluvial y fluvial) a las aguas subterráneas, los glaciares y el mar. Es una herramienta movida con energía solar. La erosión fluvial es la que llevan a cabo los ríos y torrentes continentales; la energía cinética del agua determina la intensidad de la erosión y depende de la energía potencial, que se debe a la diferencia de altura entre la zona donde discurre y el nivel del mar. En el inicio de sus cursos los ríos causan erosión mecánica (tienen más energía) y al final de los mismos sedimentación de materiales. Durante las inundaciones, en las temporadas de lluvias intensas o cuando se produce el deshielo, el caudal de un río puede aumentar tanto que no quepa dentro de su cauce y el agua se desborda por las riberas. Este fenómeno se produce a veces de forma gradual, pero otras lo hace de forma violenta, provocando una gran erosión en todo el territorio.



La erosión por salpicadura se produce cuando las gotas de lluvias que caen sobre una superficie árida arrojan al aire partículas de material sin consolidar. Se ha demostrado que se pueden mover hasta 250 toneladas de material por hectárea mediante este tipo de erosión por salpicadura. En una superficie plana las partículas se mueven hacia adelante y hacia atrás, pero en una superficie inclinada tienden a moverse pendiente abajo, disminuyendo la capacidad del suelo para que se infiltre el agua, debido a que las aberturas naturales quedan taponadas por las partículas movidas por la salpicadura de las gotas de lluvia

	0 sec
	$\frac{1}{1400}$
	$\frac{1}{700}$
	$\frac{1}{400}$
	$\frac{1}{150}$
	$\frac{1}{70}$

La erosión marina es provocada por las corrientes y la fuerza del oleaje, que arrastran materiales y erosionan la línea de costa. En las costas acantiladas (aquellas que terminan abruptamente en) la acción del oleaje y las corrientes marinas arrancan material rocoso, lo acumulan al pie del acantilado y forman un depósito que al principio queda debajo del agua, pero después puede emerger formando una pequeña playa. La acción de las mareas también es importante ya que durante un tiempo introduce agua dentro de las rocas, reblandeciéndolas, y durante el resto del día las deja a la intemperie. Las playas se forman gracias al material que los ríos transportan hasta los océanos, este material es trabajado por la erosión del oleaje que se distribuye a lo largo de las costas. También pueden ser formadas por el material transportado hacia las costas por las corrientes marinas. Lo podemos ver claramente en las playas de Barcelona y las grandes obras que se llevan a cabo para mantenerlas en su sitio.

La erosión glacial es resultado de la acción de los glaciares sobre las rocas de la superficie y se debe a dos mecanismos: la abrasión producida en la roca del fondo por los fragmentos arrastrados por el hielo y el mecanismo mediante el



cual el hielo pegado a la roca, sin agua fundida que los separe, arranca fragmentos de la misma. La erosión es mucho más intensa en el fondo de la masa de hielo que en los costados, lo que determina el modelado de los valles glaciares en forma de U. Las estructuras características que resultan de la erosión glaciaria son los circos glaciares, los valles colgados y los lagos de origen glaciario.

LA VIDA COMO FUERZA GEOLÓGICA

Algunos seres vivos contribuyen a alterar las rocas. Así, las raíces de las plantas, al mismo tiempo segregan sustancias que alteran químicamente las rocas se introducen entre las grietas actuando como cuñas. También algunos animales, como las lombrices de tierra, las hormigas, los topos etc., favorecen la alteración. A ese tipo de alteración, a veces química, que realizan los seres vivos la llamamos meteorización biológica.

Por otra parte, los seres vivos también contribuyen a la formación de algunas rocas. El ejemplo paradigmático son los arrecifes de coral, que utilizan el carbonato cálcico disuelto en el agua para construir sus esqueletos. El crecimiento de corales durante cientos de miles de años crea grandes masas de rocas calcáreas, como la que actualmente forma la Península de Yucatán. A escala microscópica tenemos que determinadas algas del fitoplacton, los cocolitóforos (*ver información adicional*), y especies animales del zooplancton (foraminíferos y pterópodos) constituyen los esqueletos y los caparazones con que se protegen con carbonato cálcico. Por contra, las diatomeas, una importante variedad de algas fitoplanctónicas, y los radiolarios, una variedad de zooplancton, construyen caparazones silíceos. Los Picos de Europa y los paisajes kársticos del norte de España son ejemplos de lo que puede constituir la acumulación de los esqueletos de estos seres durante millones de años.

Sin embargo, hoy en día el ser humano es el ser que más influye en la geología del planeta. Cambiamos montañas de sitio, construimos presas que alteran el



patrón de erosión de los ríos. La construcción de la presa de Asúan, al reducir los sedimentos arrastrados por el Nilo, provocó la desaparición de las anchoas en gran parte del Mediterráneo. Sin embargo, los principales estragos los causamos en relación a los suelos fértiles: la tala de bosques aumenta la erosión y podría provocar la desertización de (paradójicamente) la selva del Amazonas. Por ejemplo, el norte de África (desde Túnez a Israel) fue el granero y la huerta del Imperio Romano; la deforestación abusiva convirtió esas regiones en las zonas desérticas y semidesérticas que hoy conocemos. Por otra parte, los monocultivos típicos de la agricultura contemporánea exponen al suelo a la erosión del viento y la lluvia, de manera que se pierde la capa fértil rápidamente; esto también sucede en las zonas donde se da un pastoreo excesivo. En lugares donde se utilizan aguas subterráneas muy cargadas de minerales para regar los cultivos se produce una salinización del suelo que lo convierte en estéril... recordemos que el factor clave es la cubierta vegetal: sin ella los agentes meteorológicos hacen de las suyas. En muchos lugares del planeta el hombre está convirtiendo los bosques en praderas y éstas en desiertos, que a su vez reducen las precipitaciones mientras colonizan otras zonas. La Península Ibérica está, actualmente, en grave peligro de desertificación, en gran medida como consecuencia de nuestras acciones a lo largo de la historia.

ÍTEMS SECUNDARIOS

UN AGUJERO EN LA CORTEZA

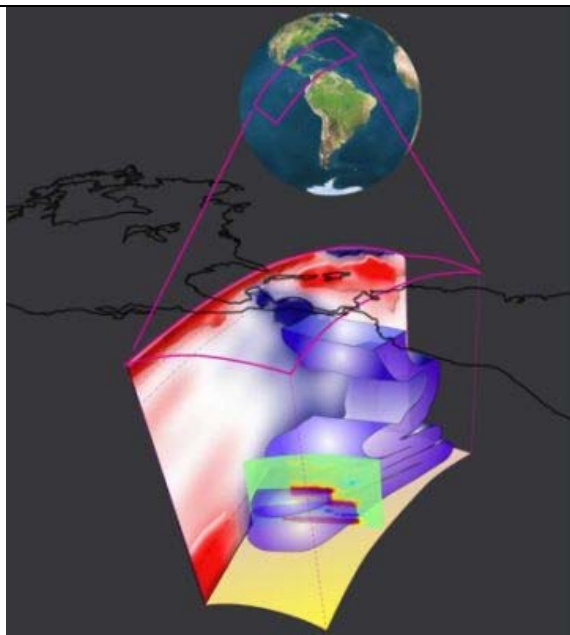
En Marzo de 2007 una expedición inglesa partió de las Islas Canarias para explorar lo que parece ser un enorme agujero en la corteza terrestre. Aunque no es el único agujero de este tipo que se conoce, sí que podría ser el más grande: se trata de un área de varios miles de kilómetros cuadrados a mitad de camino entre Cabo Verde y el Caribe, concretamente en la Dorsal



Medioatlántica. Al parecer, algo ha ido mal en el proceso de formación de corteza en la dorsal (por ejemplo que el manto no haya surgido a velocidad suficiente) y las fuerzas que separan ambas placas han roto un buen trozo de corteza. Como consecuencia, el manto ha quedado expuesto al agua de mar, formándose una roca llamada serpentina. El equipo pretende obtener una imagen del suelo marino de esta zona mediante un sónar y además intentarán extraer muestras de las rocas con un taladro submarino.

COMO MIEL

En el año 2006 un gran segmento de lo que los científicos creen que una vez formó parte del suelo oceánico fue detectado cerca del núcleo de nuestro planeta. Se trataba de una estructura de casi 200 km de profundidad y al menos otros 200 de ancho y casi 450 km en dirección norte sur en la costa este de Centroamérica. Este segmento parece que comenzó su viaje hacia el centro de la Tierra hace 50 millones de años, es más denso que el material que le rodea, por lo que está hundiéndose. Su parte inferior está muy próxima al núcleo, a más de 2.000 kilómetros de profundidad, pero aún sigue unida con la superficie como en una especie de cinta transportadora.



Uno de los investigadores del proyecto lo comparaba a miel cayendo sobre una tostada donde “podemos observar las ondulaciones y acumulaciones de ésta”. El descubrimiento apoya la teoría de que que la corteza de la Tierra es destruida constantemente en las profundidades del planeta y que simultáneamente otra parte sube para regenerar la superficie. Si los científicos



han interpretado correctamente estos datos, este segmento la corteza es la primera evidencia de que la corteza se hunde desplazando el material hacia arriba mientras que ésta se adentra hacia el interior del planeta. La corteza que se hunde esta compuesta esencialmente del mismo material que el manto inferior, pero es mucho más fría, alrededor de unos 1.800°C, mientras el manto inferior suele duplicar esa temperatura. Este segmento fue encontrado monitorizando ondas sísmicas generadas por terremotos en Sudamérica, que reflejaban el interior del manto. Las ondas sísmicas son alteradas mientras se mueven entre regiones calientes y frías, lo que permite a los programas informáticos generar una imagen de este segmento. Es posible según afirma el principal investigador, que sólo estemos viendo una formación de roca en el manto, que tiene una composición química distinta, pero la temperatura con tantas diferencias tiene su mejor explicación si la entendemos como resultado del hundimiento de la corteza

LA CORTEZA MÁS ANTIGUA

Las partes de corteza más antigua se corresponden a los lugares donde la corteza continental alcanza mayor grosor. La parte más antigua que se conoce es el Gneiss Narryer, en Australia, donde se han encontrado rocas que tienen unos 3800 millones de años y algunos zircones que podrían datar de hace 4400 millones de años, prácticamente de los comienzos de la formación del planeta. Geólogos chinos descubrieron recientemente restos de antigua corteza en la montaña Aketashitage, en el sector este de la cordillera Arkin, parte occidental de China el mayor volumen de corteza antigua descubierta hasta ahora. Tiene altísimo valor científico para conocer la evolución del globo, la estructura de su corteza, el movimiento de las placas tectónicas y la macroestructura geológica de China. La determinación realizada por el laboratorio mediante isótopos de uranio-plomo muestra que tiene 3.605 millones de años.



Son muy raros los restos de la corteza antigua conservados hasta hoy. Desde la década de 1980 también se han descubierto en Canadá, Australia y la Antártida, pero en poca cantidad. Según los expertos, el trozo de corteza antigua en Aketashitaga se ubica en el borde sudoriental de la placa tectónica Tarim. Fue configurado hace 4.000 millones de años y hace 1.000 millones de años se encontraba cerca del ecuador terrestre. Hace 180 millones de años, se movió a donde está y allí "se estableció": debido a que se halla en la juntura de las placas Tarim, Chaidam y Norte de China, permanece relativamente estable.

LA CORTEZA MÁS FINA

La corteza terrestre tiene un grosor variable que alcanza un máximo de 75 km bajo la cordillera del Himalaya y un grosor mínimo de unos 7 kilómetros en la corteza oceánica. Desde hace décadas se sueña con su perforación total hasta alcanzar el manto, aunque ese logro está fuera del alcance de la tecnología actual. Pero hay sitios donde la corteza terrestre es mucho más fina, concretamente determinados lugares de la corteza oceánica. En 2006 un proyecto de perforación sobre el Océano Pacífico realizado a bordo del barco *JOIDES Resolution* consiguió perforar un kilómetro y medio de esa corteza hasta alcanzar por primera vez las rocas que están en contacto con el manto directamente. El equipo norteamericano y japonés está perforando a unos 500 Km de la costa de Costa Rica desde 2002 en un emplazamiento donde las predicciones sugieren una corteza muy delgada. Hace unos 15 millones de años en esta región del Pacífico se formó una nueva corteza a un ritmo de unos 20 cm anuales, una velocidad mucho mayor que en cualquier otro sitio de la actualidad. Esta formación tan rápida de lecho oceánico forzaría a un grosor menor de la corteza que en otros lugares. Debido a este mismo motivo la capa más profunda compuesta por una roca volcánica denominada gabro debería de estar muy próxima a la superficie, y para alcanzarla no sería necesario perforar muy hondo.



Después de cinco meses de perforación y de haber gastado 25 cabezas perforadoras de acero al tungsteno carbono, el pozo alcanzó los 1,4 Km de profundidad. Justo en ese momento el taladro tocó la capa de roca del inferior de la corteza alcanzando el gabro, una capa rocosa negra, calentada por el magma que hay debajo, es casi tan dura como el acero templado. Esta roca se forma cuando el magma fundido es atrapado debajo de la corteza y se enfría lentamente.

Los testigos extraídos a lo largo de toda la perforación son las primeras muestras intactas de los “cimientos” de la corteza terrestre. Como la formación de este tipo de lecho oceánico representa el 60% de la superficie terrestre, estas muestras pueden ayudar a entender la formación de la corteza terrestre. Estas muestras de magma fósil profundo podrán compararse con las lavas superficiales permitiendo explicar cómo la corteza oceánica que tiene 6 o 7 kilómetros de grosor se forma. Se espera perforar aun más profundamente en el mismo pozo y encontrar más muestras interesantes que provean de nueva información.

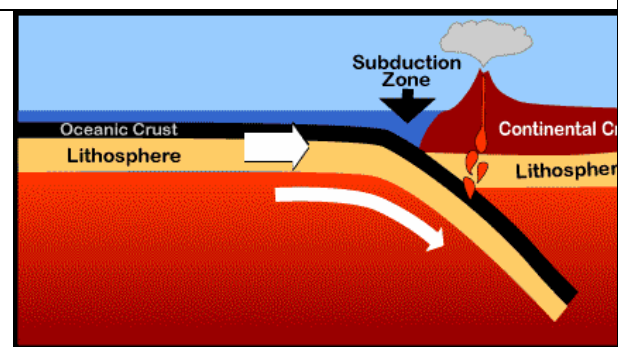
INFORMACIÓN ADICIONAL

Todas las imágenes tienen copyright a no ser que se indique lo contrario

Mecanismo de subducción, que da lugar a una fosa oceánica y a un arco de volcanes continental. Un pequeño video en

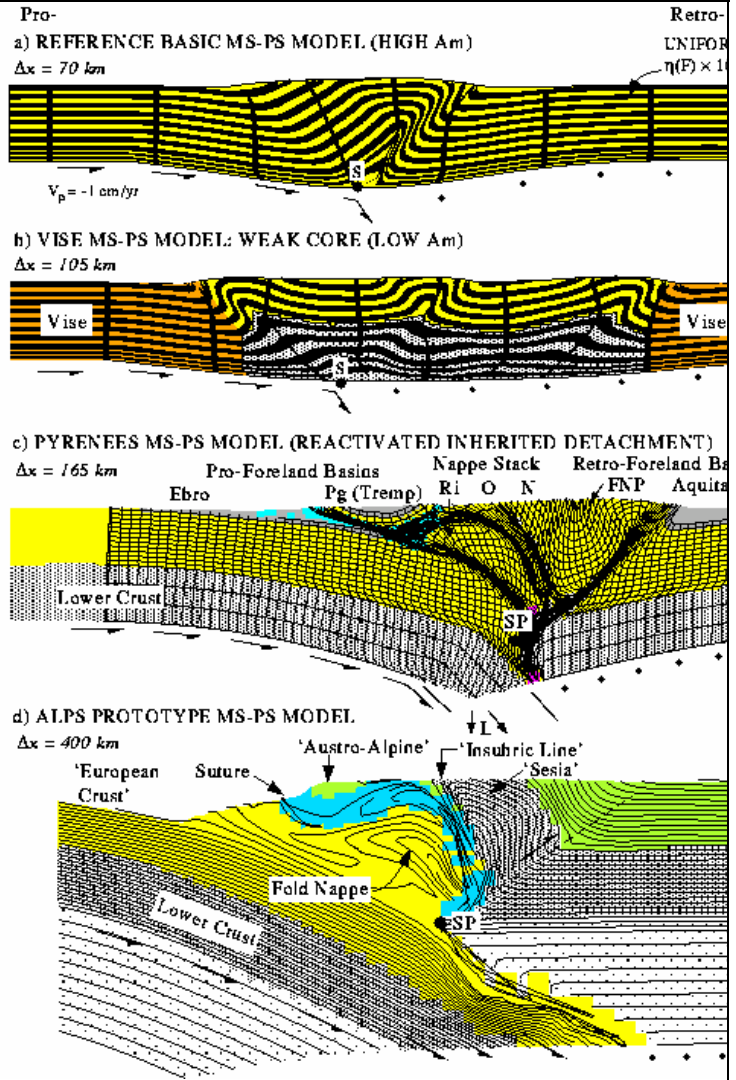
http://www.youtube.com/watch?v=Tzt_EBD

[3DDQ](#)





Aunque el dibujo no se ve muy bien, más o menos así empiezan las zonas de subducción



Hidroclastia en un suelo arcilloso



Si una masa rocosa pequeña destaca sobre un llano, puede ser erosionada por la base del modo antes descrito y adoptar la forma de una seta, por lo que se denominan rocas fungiformes



Una **duna** es una acumulación de arena, en los desiertos o el litoral, generada por el viento por lo que las dunas poseen una forma suave y uniforme. Las dunas se desplazan de 10 a 20 metros al año.



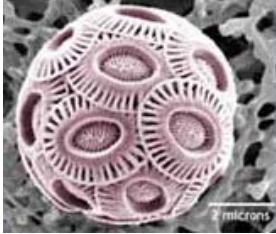

La esfinge ha sufrido miles de años de erosión eólica



El Delta del Ebro, un ejemplo de sedimentación fluvial y de influencia del ser humano en el paisaje





<p>Una <i>Emiliana huxleyi</i>, un cocolitoforo microscópico con cubierta de carbonato cálcico</p>	
<p>Una "floración" de cocolitoforos en una fotografía de satélite: da una idea de la magnitud</p>	

LINKS DE INTERÉS

En plan didáctico, repaso por muchas de las cuestiones visitadas en el DAC:

www.rena.edu.ve/cuartaEtapa/cienciasTierra/index4.html

Más sobre el puzzle tectónico:

www.sio.ucsd.edu/voyager/earth_puzzle/recycling_plates.html

Otro repaso general: www.astromia.com/tierraluna/corteza.htm