Autores: José Mª López, Ana Sevillano y Rosa Mª Mateos (IGME, Oficina de Proyectos de Palma de Mallorca), Bernadí Gelabert (UIB, Departament de Ciències de la Terra), Jordi Gimenez (Conselleria de Medi Ambient i Mobilitat, AGEIB) y Bernat Morey .
Monitores del Geología 10 Baleares: José Mª López, Rosa Mª Mateos, Ana Sevillano, Bernadí Gelabert, Jordi Giménez, Kelly J. Wallis, Jesús Duque, Mateu Oliver, Marga Comas, Bernat Morey.

geología 10 Baleares

PROMUEVEN:

ORGANIZAN:

MINISTERIO DE CIENCIA E INNOVACIÓN

Instituto Geológico y Minero de España

SOCIEDAD GEOLÓGICA DE ESPAÑA

GOVERN DE LES ILLES BALEARS
Conselleria de Medi Ambient i Mobilitat

AEPECT

UIB Universitat de les Illes Balears

AGEIB

La Geología de Mallorca: Una ventana a su pasado remoto

Geología de la Bahía de Palma

Domingo, 25 de abril 2010

geoLogía 10 Baleares

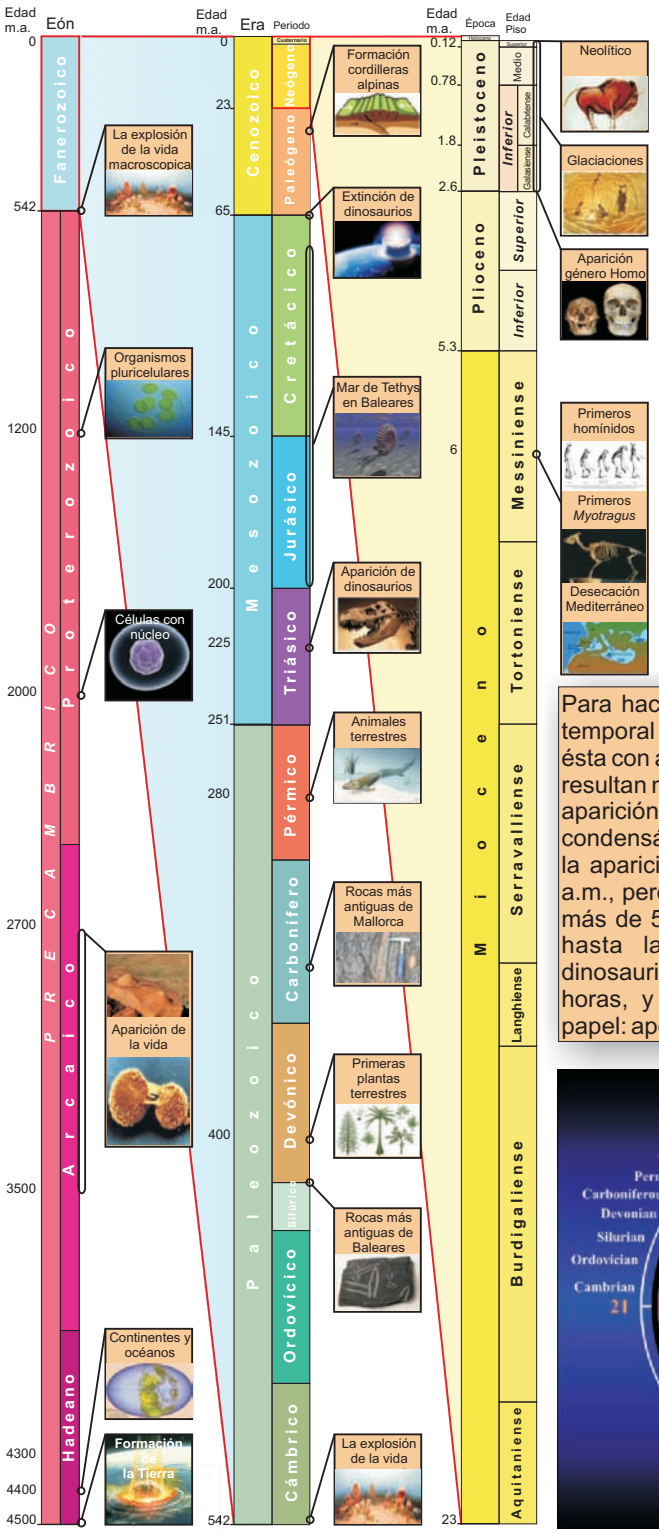
Geología de la Bahía de Palma

Geolodía surge de una iniciativa aragonesa iniciada en el año 2005 para acercar la geología a todos los públicos. Desde entonces se han venido celebrando anualmente en distintas provincias del territorio nacional. Este año, por primera vez, Baleares se suma a esta iniciativa, que en la presente edición se celebrará de forma simultánea el Domingo 25 de abril en más de 35 provincias españolas.

Esta primera edición balear se llevará a cabo en la isla de Mallorca, en las proximidades de la ciudad de Palma. De manos de un grupo de geólogos daremos un pequeño repaso a los eventos más destacados de la historia geológica de la isla de Mallorca. Aprenderemos el porqué de sus relieves más importantes y el origen de sus zonas más deprimidas. Daremos un paseo por el litoral más próximo a la ciudad, en el paraje de Es Carnatge, para desentrañar algunos de los cambios más fascinantes que han tenido lugar durante la historia más reciente de Mallorca, el Cuaternario. Descubriremos la impronta que sobre la costa han dejado las oscilaciones del nivel del mar durante los últimos 200.000 años, y aprenderemos que el clima ha fluctuado en incontables ocasiones a lo largo de la historia geológica, provocando cambios en la morfología de la isla, en su fauna y en su flora. Posteriormente nos desplazaremos al otro extremo de la ciudad, al Dique del Oeste, donde retrocederemos en el tiempo hasta hace 6 millones de años. Veremos como los depósitos que allí se encuentran nos hablan de un clima distinto al actual, más cálido, con desarrollo de manglares y arrecifes que aún hoy día forman afloramientos espectaculares que muchos de nosotros "vemos sin ver" cada día.

Este folleto trata de reunir toda la información necesaria para recordar y rememorar lo que veremos este día. Los aspectos de más difícil lectura trataremos de desbrozarlos durante la visita. No dudéis en preguntarnos si algo no queda claro. Eso contribuirá a que la próxima edición lo podamos hacer mejor.

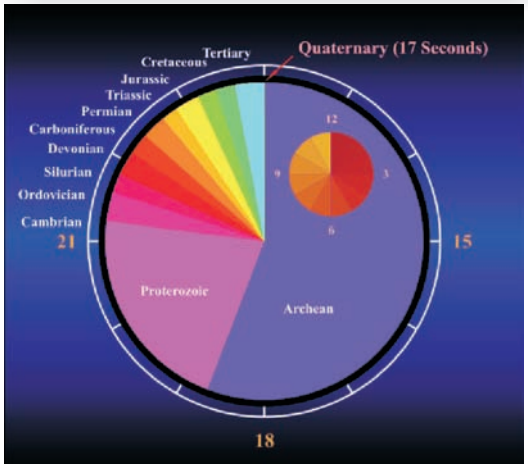
El Equipo del Geolodía

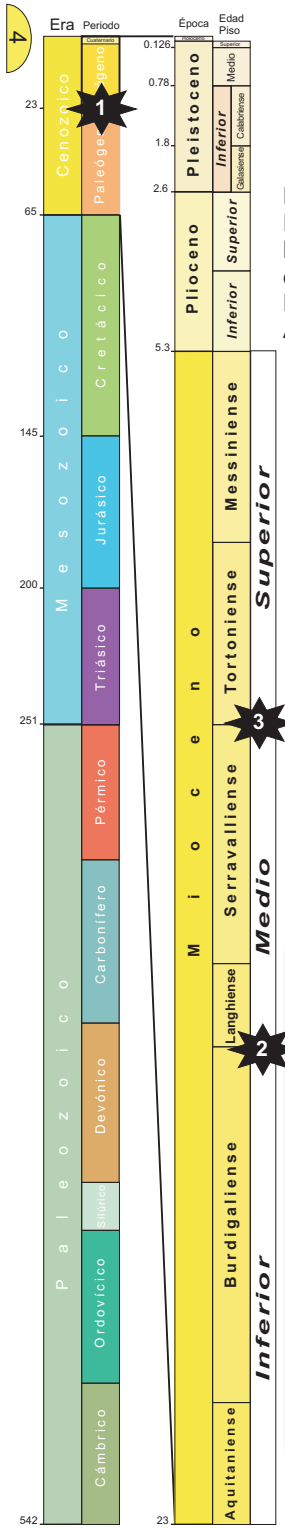


LA ESCALA DEL TIEMPO GEOLÓGICO

La experiencia que habitualmente tenemos del concepto tiempo nos es poco útil cuando hablamos del tiempo en geología. La enorme magnitud de la escala temporal de trabajo de un geólogo obliga a éstos a manejar un concepto sustancialmente diferente. Los más de 4.500 millones de años de la historia de la Tierra son generalmente divididos en porciones más manejables (Eones, Eras, Periodos...), cuyos límites son consensuados por la comunidad internacional, basándose en diferentes criterios.

Para hacernos una rápida idea de la magnitud temporal de la historia de la Tierra, relacionamos ésta con algunos de los acontecimientos que nos resultan más familiares: la evolución de la vida, la aparición y la extinción de los dinosaurios, etc. Si condensáramos la historia de la Tierra en un día, la aparición de la vida tendría lugar a las 2.40 a.m., pero su primera gran diversificación, hace más de 500 millones de años, no tendría lugar hasta las 21.00 horas. Los antiquísimos dinosaurios no aparecerían hasta las 22.45 horas, y el hombre moderno haría un breve papel: apenas 3 segundos.





RASGOS GEOLÓGICOS DE LA ISLA DE MALLORCA

1

Las **ISLAS BALEARES** conforman la parte emergida del llamado Promontorio Balear, un umbral submarino que constituye la prolongación hacia el NE de la **Cordillera Bética.** Esta cadena montañosa se formó durante el Terciario (hace unos 25-30 millones de años, en el Oligoceno-Mioceno) debido al choque entre dos grandes placas tectónicas: la placa Africana y la placa Euroasiática.

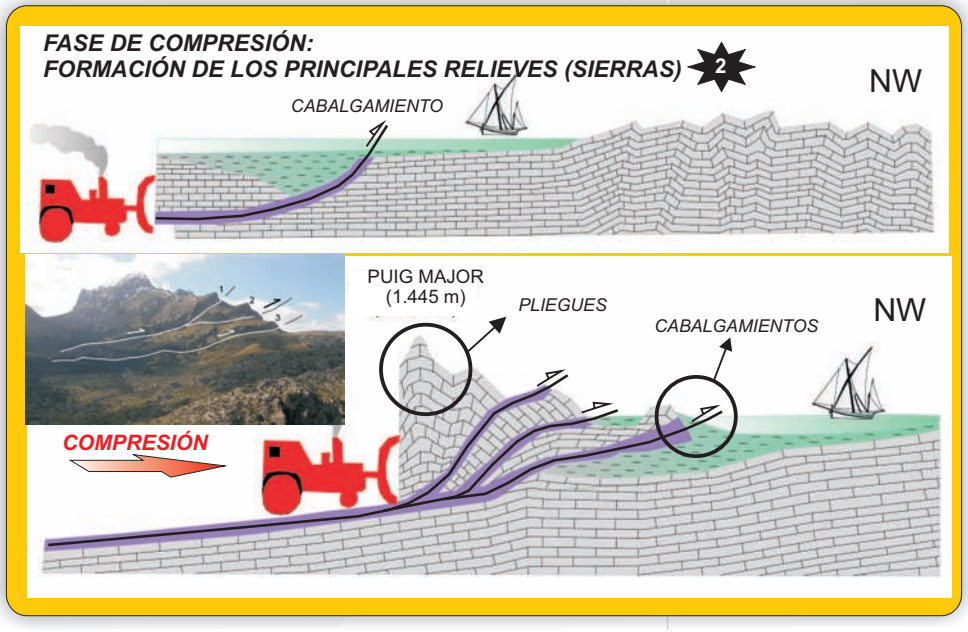
En este contexto geológico, la isla de Mallorca que ya había sufrido una extensión y un adelgazamiento cortical durante el ***MESOZOICO***, sufre posteriormente, en el ***CENOZOICO***, una evolución en la que básicamente podemos diferenciar dos etapas: una compresión alpina y una extensión neógena y cuaternaria.

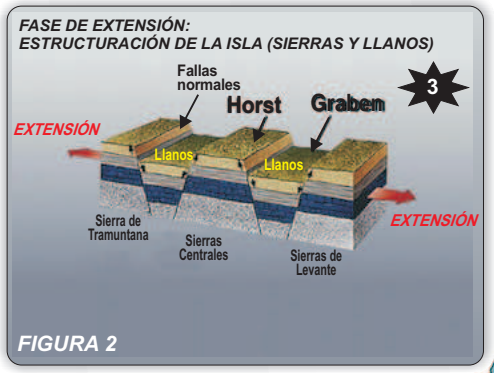
2

La **COMPRESIÓN**, que lleva asociado un engrosamiento de la corteza continental, se refleja en la formación de determinadas **estructuras geológicas:** pliegues y **cabalgamientos.** A través de éstos últimos se apilan los materiales de la corteza continental (antiguos sedimentos marinos), formando los relieves importantes de la isla (Sierra de Tramuntana y Sierra de Levante) *FIGURA 1*. Esto ocurrió durante el **Mioceno Inferior - Mioceno Medio,** *siendo máxima su deformación durante el Burdigaliense-Langhiense*.

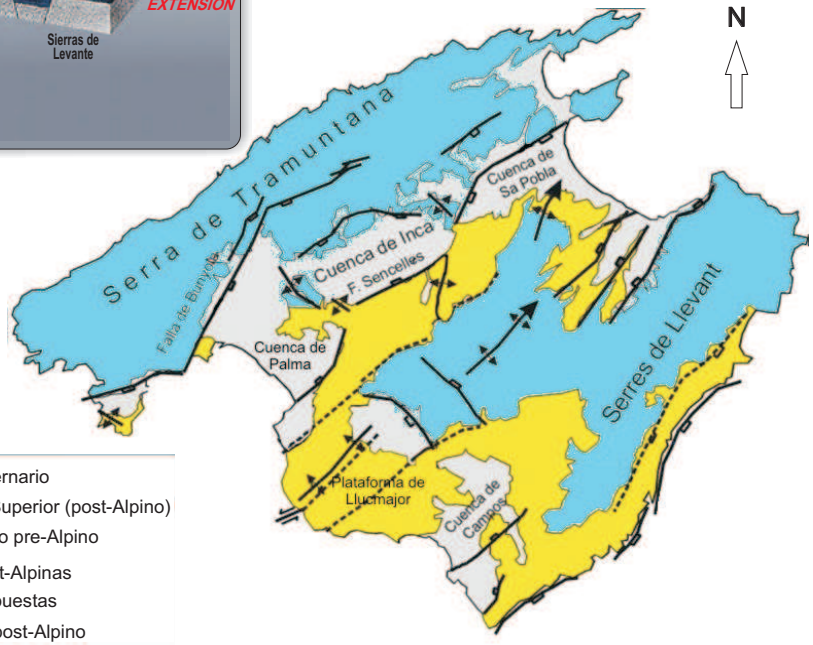
3

Más tarde, a partir del **Serravaliense (*Mioceno Medio-Superior)*** esta situación se invirtió, de manera que Mallorca, igual que el conjunto de las Islas Baleares, pasó a sufrir una **EXTENSIÓN** y al mismo tiempo, un giro de las islas en el sentido de las agujas del reloj, que las llevará hacia su posición actual en el Mediterráneo.
En esta época se generaron en Mallorca otras estructuras geológicas diferentes a los anteriores pliegues y cabalgamientos, que en este caso reflejan dicha extensión. Se trata de grandes **fallas normales** que originaron un conjunto de bloques elevados (*horsts*) y hundidos (*grabens*), diferenciando así las actuales Sierras de Tramuntana, Levante y Sierras Centrales (bloques elevados) de los llanos de Palma, Inca y Sa Pobla (bloques hundidos) *FIGURA 2*. Estas fallas, localizadas en los límites entre las sierras y los llanos presentan desplazamientos a veces incluso kilométricos y una orientación preferente NE-SO.
Los bloques hundidos se convierten en cuencas, grandes "contenedores" en los que se depositaron sedimentos desde el Mioceno Medio hasta el Plio-cuaternario procedentes del desmantelamiento de los relieves circundantes (las sierras).



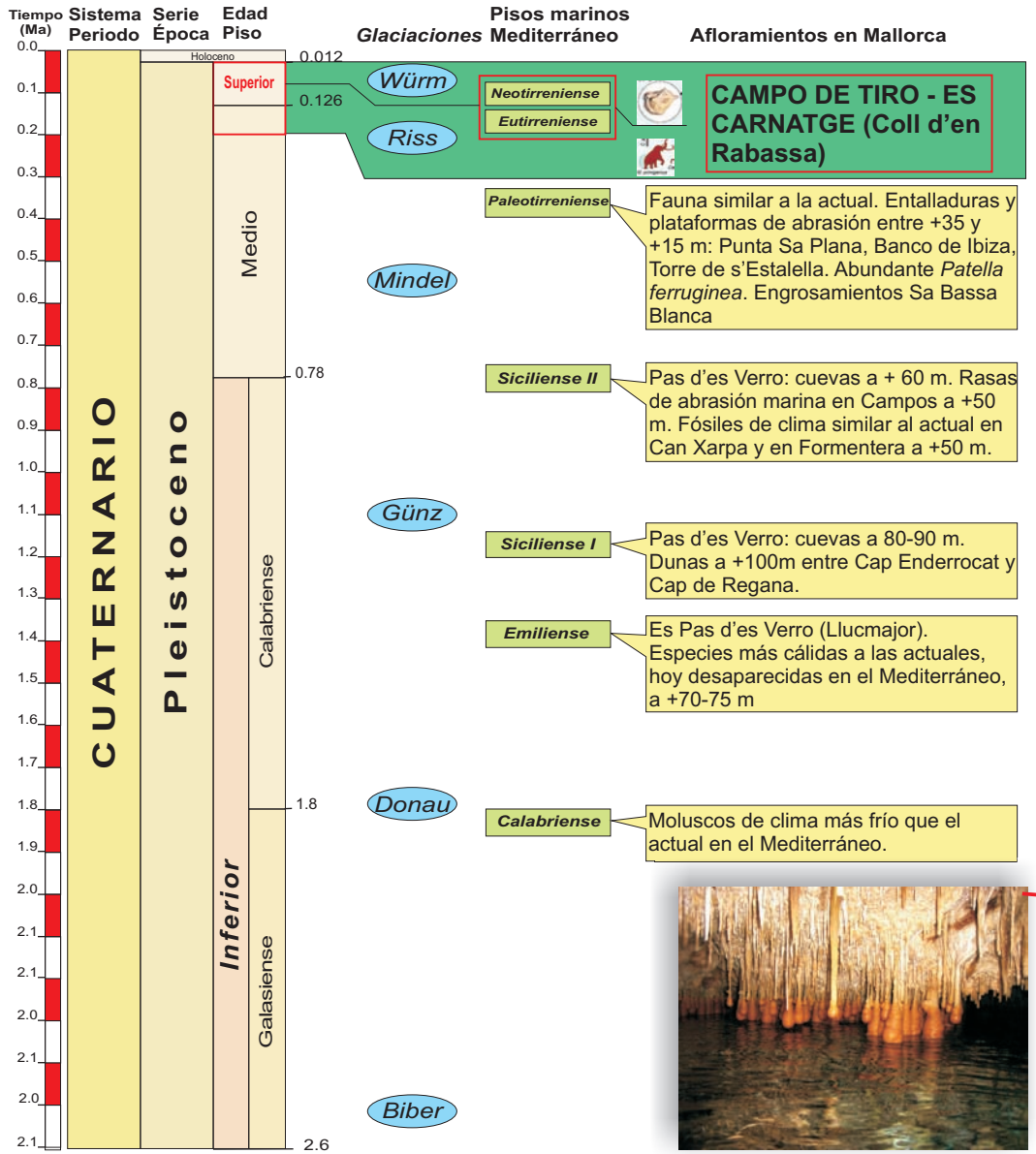


ESQUEMA GEOLÓGICO - ESTRUCTURAL DE LA ISLA DE MALLORCA



EL CUATERNARIO

Es el periodo geológico más reciente, extendiéndose desde los 2,6 millones de años hasta la actualidad. Se subdivide en dos épocas geológicas, el **Pleistoceno**, cuyo equivalente en arqueología es el Paleolítico, que abarca más del 99,5% del tiempo cuaternario, y el **Holoceno**, equivalente al Neolítico, que comenzó hace poco menos de 12.000 años y que continúa en la actualidad.

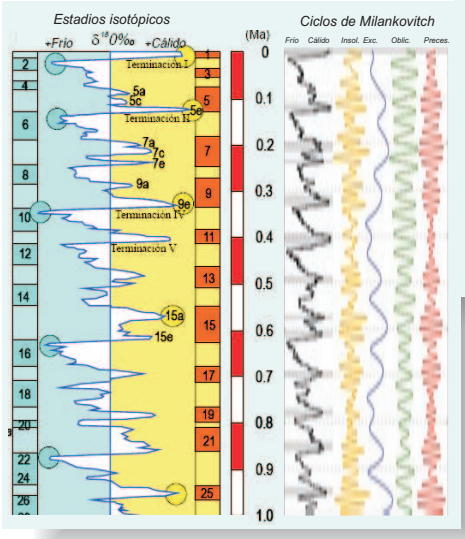


LAS GLACIACIONES

GLACIACIONES

Son épocas frías en donde los hielos, en forma de glaciares, han invadido grandes masas continentales. Dentro de una glaciación existen épocas más frías denominadas periodos glaciares (máximo frío, el hielo avanza) e interglaciares (el hielo retrocede). Durante el Cuaternario se han producido seis grandes periodos glaciares que comúnmente se denominan " glaciaciones" (aunque s.s. todo el Cuaternario está inmerso en una glaciación). En la actualidad nos encontramos en un periodo interglaciar que define el Holoceno desde hace 12.000 años. Las causas de las glaciaciones son aún un tema controvertido, aunque existe consenso en los factores más importantes:

- Cambios en la atmósfera terrestre
- La distribución de las masas continentales y la circulación oceánica
- Las variaciones en la actividad solar
- La actividad volcánica

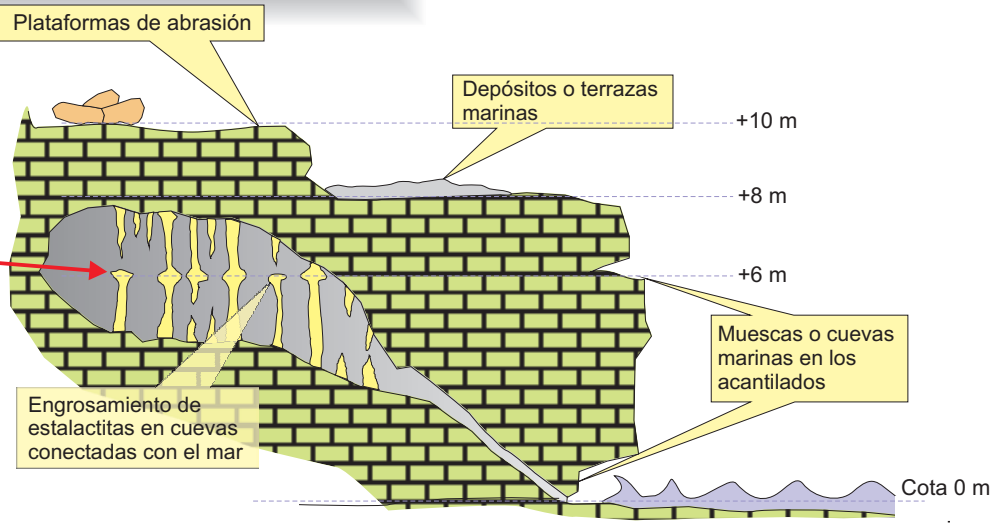


Ciclos de Milankovitch

Son una serie de variaciones cíclicas en las características de la órbita de la Tierra alrededor del Sol: precesión de los equinocios, excentricidad orbital, inclinación del eje de giro de la Tierra, y la oscilación del plano de la eclíptica. La correspondencia de los periodos glaciales e interglaciares con los periodos de variación orbital es tan clara que se suele aceptar su papel en el origen de los mismos.

EFECTOS DE LAS GLACIACIONES

Las variaciones del nivel del mar durante el Pleistoceno, como consecuencia de la alternancia entre episodios glaciares e interglaciares, quedan registradas como formas de erosión o depósitos situados a diferentes alturas respecto al nivel del mar actual:



PARADAS 1 y 2:
CAMPO DE TIRO A y B

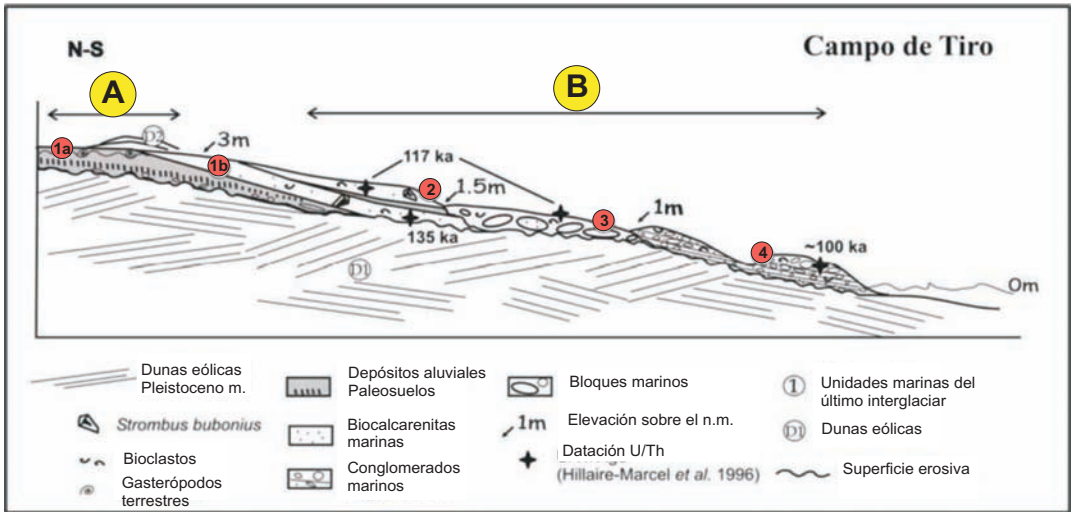
EL PLEISTOCENO SUPERIOR DE ES CARNATGE

Los depósitos correspondientes a terrazas marinas del **Pleistoceno superior** son muy abundantes en el litoral mallorquín, especialmente en el sector meridional de la isla (Coll d'en Rabassa, Arenal-Llucmajor, Cala Blava, Camp de Mar, Paguera, Palma Nova, Molinar, etc.). Siguen un perfil de costa muy parecido al actual, lo que nos indica que no han sido recientemente afectadas por movimientos geológicos. En las proximidades de Es Carnatge se encuentra uno de los mejores afloramientos de estas terrazas marinas del Pleistoceno superior, con abundante fauna fósil hoy en día extinta en el Mediterráneo.

Esta zona de la Bahía de Palma, declarada Bien de Interés Cultural el año 1991, se ha conservado sin urbanizar hasta esa fecha gracias a su antiguo uso militar (Campo de Tiro) y por ser zona de influencia aeroportuaria. Los yacimientos fueron casi ignorados en un principio seguramente por considerarse demasiado actuales y sin valor significativo, hasta que no se conoce la importancia capital de las glaciaciones para explicar las variaciones cíclicas del clima en los últimos millones de años de la historia de la Tierra . Andreu Muntaner en los años 40 descubre los fósiles y a partir de 1947 - 1950 los empieza a estudiar junto con Juan Cuerda. Pronto se dan cuenta de la importancia del yacimiento y organizan el año 1957 una excursión a Es Carnatge dentro del V congreso de la INQUA (International Quaternary Congress). A partir de entonces se contabilizan más de 60 estudios relevantes de caracter nacional e internacional, y dataciones (Th-U y otras) siendo seguramente uno de los yacimientos paleontológicos más estudiados de Mallorca.).

PARADA 1. Campo de Tiro A - Cala Pudent

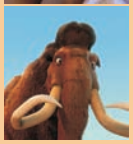
En esta pequeña cala se puede observar un tránsito entre depósitos de origen continental 1a y depósitos marinos 1b. En la entrada a la playa se encuentran limos rojos arcillosos que contienen fósiles de gasterópodos terrestres del género Helicella. Siguiendo esta capa empiezan a aparecer cada vez más sedimentos arenosos de origen marino, formados por fragmentos de conchas marinas principalmente, y fósiles de gasterópodos y bivalvos marinos. Estos últimos corresponden a la primera terraza marina del último periodo interglaciar, el Eutirreniense, que se ha datado por métodos isotópicos entre los 135.000 y los 117.000 años.



PARADA 2. Campo de Tiro B - Casas de Es Carnatge

Unidades 1 y 2 (+3m): Bajo las casas de Es Carnatge se encuentra uno de los mejores afloramientos de depósitos marinos del Pleistoceno superior en el Mediterráneo. Consisten en depósitos de playa formados por calcarenitas fosilíferas con abundantes cantos, separados por un delgado nivel de limos rojos con cantos angulosos. Contienen abundantes fósiles de ***fauna cálida senegalesa***. Están datadas con Th/U en 135.000 años la inferior y 117.000 la superior (OIS 5e).

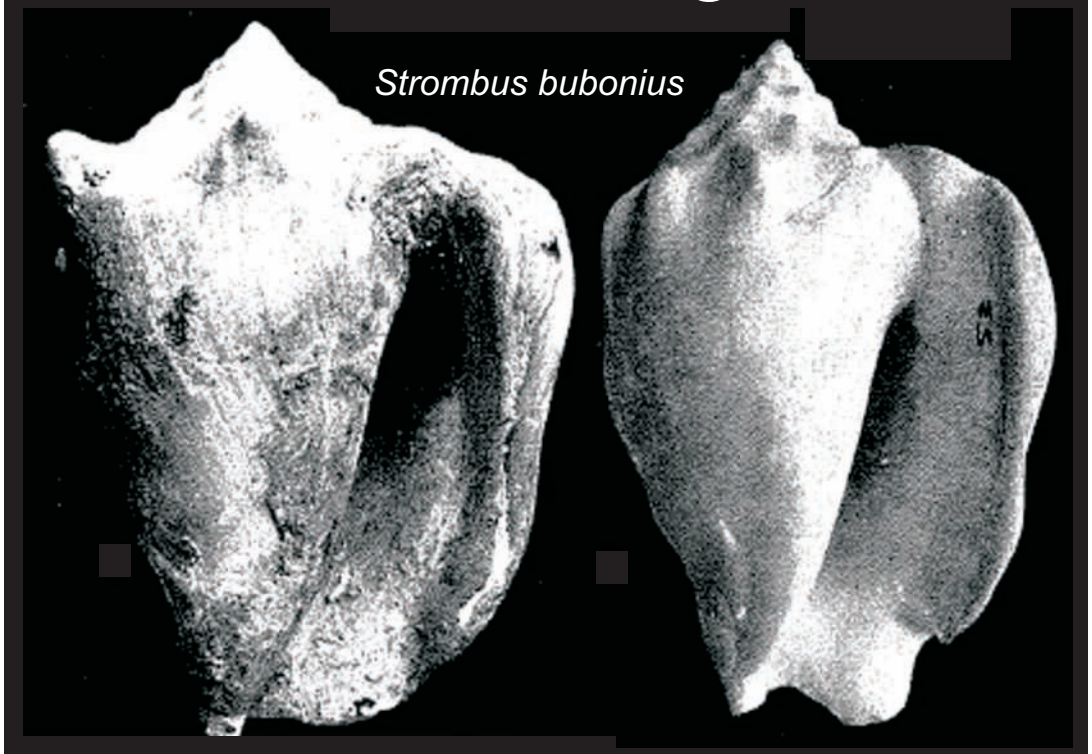
Los cambios climáticos acaecidos durante el Pleistoceno también tienen su influencia en la fauna. Así durante los periodos cálidos interglaciares tiene lugar la expansión de formas semejantes a las que hoy en día habitan en las regiones tropicales, mientras que en los períodos fríos estas desaparecen o migran hacia otras regiones, dando paso a formas propias de climas más fríos.



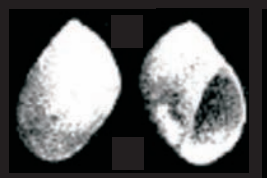
Unidad 3 (+2.5 m): es un conglomerado con grandes bloques retrabajados de las unidades 1 y 2. Con respecto a la fauna presenta un cambio importante en la asociación faunística, marcada por la desaparición de *Strombus bubonius* y de parte de la fauna senegalesa. Inicialmente datada en 75.000 años, los últimos datos la sitúan en la misma edad que la unidad 2, 117.000 años. Su naturaleza litológica y su fauna indican una intensificación de las tormentas y un enfriamiento con respecto a las unidades anteriores (OIS 5e).

Unidad 4 (+1 m): consiste en una arenisca finamente laminada que grada hacia el techo a un conglomerado, con cantos más pequeños que los de la unidad 3, de la que se separa por una superficie erosiva. La asociación faunística es similar a la actual, con muy pocos ejemplares de fauna senegalesa pero abundante *Acar plicata* (especie no presente en el Holoceno de Mallorca) y sin *Strombus*. La datación isotópica da una edad aproximada de 100.000 años (OIS 5a, c).

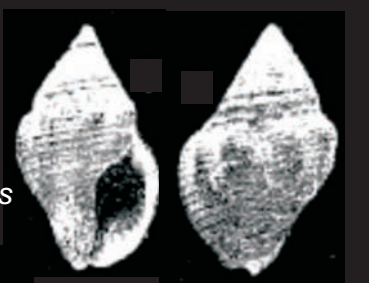
Fauna "senegalesa"



Conus testudinarius

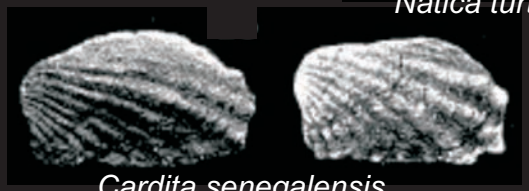


Polynices lacteus



Cantharus viverratus

Natica turtoni



Cardita senegalensis

Brachyodontes senegalensis

PARADA 3: CANTERAS DE SON MOSSON

EL PLEISTOCENO SUPERIOR DE ES CARNATGE

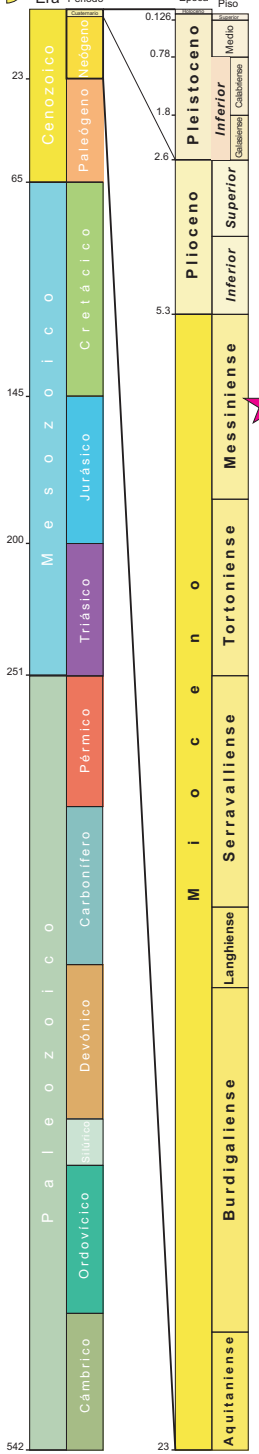
Las canteras de marés de Es Carnatge corresponden a las dunas formadas durante el penúltimo episodio glacial, el Riss, hace aproximadamente 200.000 años. Durante estos periodos fríos se produce una expansión de los hielos continentales, lo que supone una bajada del nivel del mar que supera los 100 m por debajo del nivel actual del mar. Este descenso deja expuestas grandes extensiones de la plataforma marina cubiertas de arenas litorales. La acción del viento da lugar a la formación de potentes dunas.

Este descenso del nivel del mar dio lugar a una importante modificación del aspecto de nuestras costas, quedando las islas de Mallorca, Menorca y archipiélago de Cabrera unidas en una sola isla, al igual que ocurrió con Ibiza y Formentera

Están constituidas por arenas bien seleccionadas, con una marcada estratificación visible en 3D gracias a las labores de extracción de la cantera. En ellas es posible encontrar la presencia de ripples, huellas de raíces (rizocreciones), pistas de invertebrados fósiles y en ocasiones, muy frecuentes en otros afloramientos del Pleistoceno superior de la isla, la presencia de huellas de pisadas de un vertebrado fósil, el ***Myotragus balearicus***. Se trata de un caprino endémico merced a un proceso de evolución insular desde el Pleistoceno Medio hasta el Holoceno, que se halla presente en las islas de Mallorca, Menorca y Cabrera. Sus ancestros presumiblemente colonizaron las Baleares durante el Mioceno superior y evolucionaron rápidamente en ausencia de predadores hasta la llegada del hombre hace entre 5000-4000 años.

Los *ripples* son unas estructuras sedimentarias en forma de pequeñas ondulaciones que aparecen en sedimentos arenosos bajo la acción de un fluido (agua o aire).

Las canteras de marés fueron ampliamente explotadas como material de construcción dada su fácil extracción, mecanizada a partir de 1953 cuando el ingeniero mallorquín **Miquel Tous** diseñó y patentó la primera máquina cortadora. La llegada del boom turístico acabó con estas explotaciones en el entorno de El Arenal a mediados de los años 60, que fueron desapareciendo progresivamente, aunque aún quedan algunas explotaciones activas.



PARADA 4:
AFLORAMIENTO PORTO PI

EL MIOCENO DE PORTO PI

OBJETIVOS:

En este afloramiento aprenderemos a reconocer **dos tipos diferentes de rocas sedimentarias**: las rocas carbonatadas y las rocas detríticas.
Al mismo tiempo que identificaremos **qué rocas se han formado en el continente y cuáles en el mar**, en zonas cercanas a la costa (zonas litorales, arrecifes).

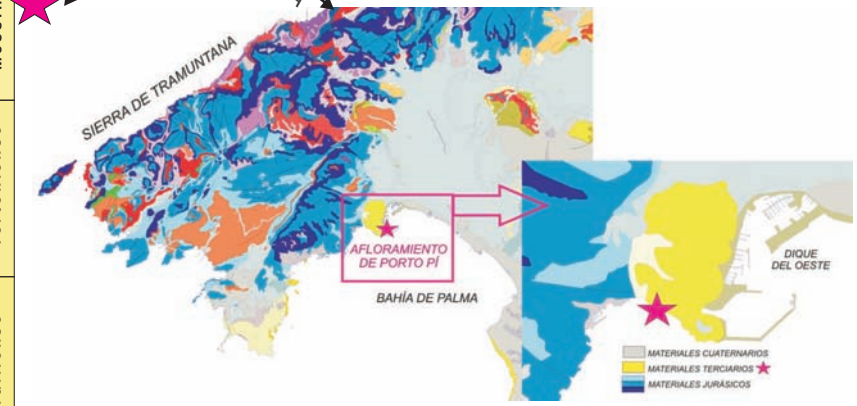
LOCALIZACIÓN:

EDAD

GEOGRÁFICA

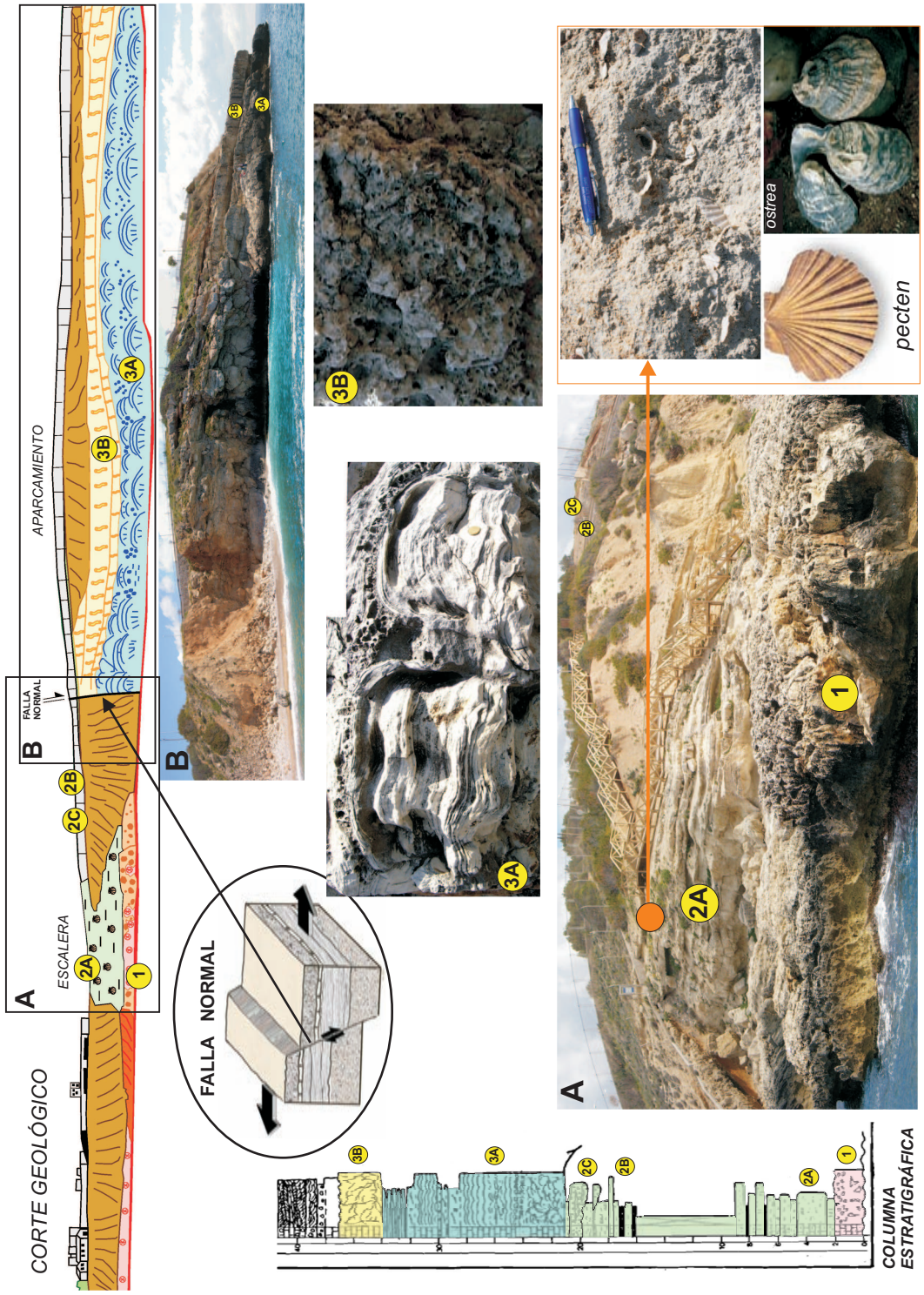
GEOLÓGICA

Mapa Geológico del IGME. Representa la **distribución de rocas** de edad Jurásico y Terciario en el afloramiento visitado de Porto Pí, entre la Bahía de Palma y la Sierra de Tramuntana.



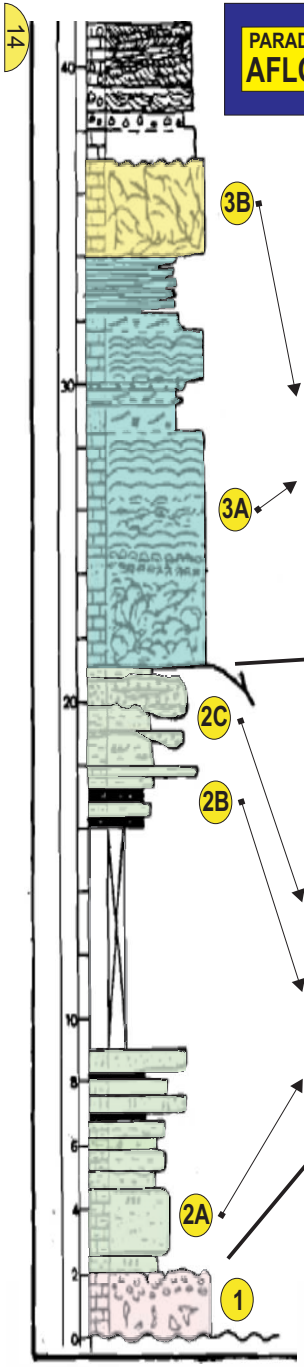
En esta parada nos detendremos en dos puntos a los que accederemos, en un caso desde la ESCALERA que permite bajar a la playa, y en el otro, desde el APARCAMIENTO, descendiendo cuidadosamente hacia el acantilado, *ver corte geológico).*
En estos puntos podemos observar **diferentes tipos de rocas sedimentarias** que nos indican las distintas condiciones ambientales que existieron en el momento de su formación. Los materiales que observamos en este afloramiento se formaron a finales del CENOZOICO, en el Mioceno Superior y concretamente durante el **Messiniense,** hace unos 6 millones de años.
En el Messiniense, Mallorca disfrutaba de un clima tropical y estaba en gran parte inundada por un mar somero de aguas cálidas en el que se formaban, fundamentalmente extensos arrecifes de corales.
A excepción de los relieves correspondientes a las actuales Serra de Tramuntana y Serres de Llevant, que se encontraban emergidos, el resto de la isla quedaba sumergido bajo el mar, en el que se formaban diferentes materiales en función del medio sedimentario condicionado por las sucesivas subidas y bajadas relativas del nivel del mar. Así se formaron los materiales que hoy día afloran, de forma a veces espectacular, en distintas zonas del litoral mallorquín:

- calizas de arrecife (***Unidad Arrecifal***), Cabo Blanco
- materiales litorales y deltaicos (Unidad de ***Margas de la Bonanova***) Porto Pí
- otros sedimentos característicos de ambientes tropicales, como los depósitos formados en manglares, los estromatolitos, los arrecifes de poliquetos y las calizas oolíticas (Unidad de ***Calizas de Santany***) Porto Pí, Santanyí.



PARADA 4:
AFLORAMIENTO DE PORTO PI

EL MIOCENO DE PORTO PI



3. *CALIZAS DE SANTANY*

Rocas sedimentarias bioconstruidas, es decir, formadas por la actividad vital de organismos marinos, en zonas próximas al litoral. En este caso vamos a observar dos tipos de rocas :

3B. ARRECIFES DE POLIQUETOS: rocas formadas por la actividad de otros organismos llamados **poliquetos** (gusanos marinos).

3A. ESTROMATOLITOS : rocas formadas por la actividad de microorganismos que viven en zonas de aguas someras y cálidas.

2. *MARGAS DE LA BONANOVA*

Rocas correspondientes a la formación de un **abanico aluvial** próximo a la línea de costa ***(fan-delta).*** Se pueden distinguir **rocas de dos ambientes distintos**, unas marinas-litorales en la zona distal del abanico y otras continentales en la zona proximal:

2C. CONGLOMERADOS. Son rocas sedimentarias detríticas de grano grueso, con fragmentos de rocas de tamaño superior a 2mm.

2B. LIMOS. Son rocas sedimentarias detríticas de grano fino (1/256 a 1/16 mm) que en este caso tienen color rojo

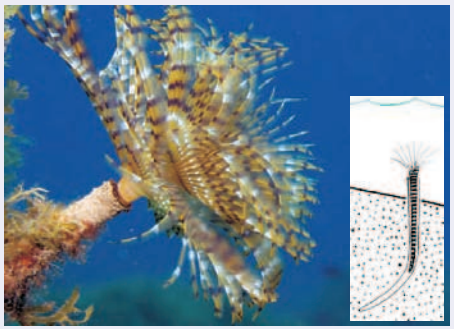
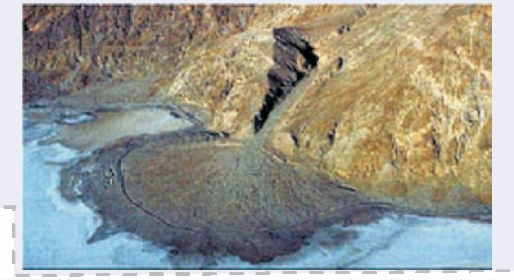
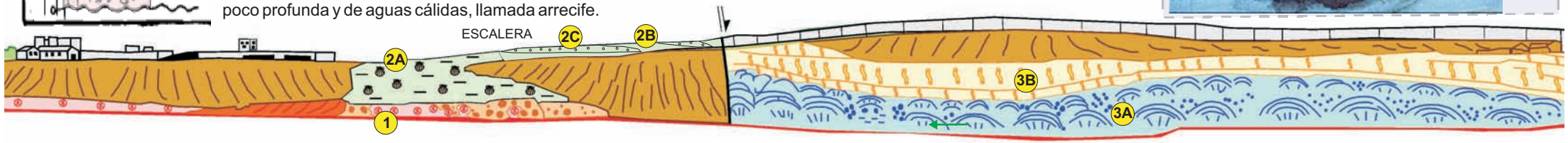
2A. MARGAS. Son rocas sedimentarias detríticas de grano fino, color ocre, que contienen abundantes fragmentos de fauna marina: gasterópodos, bivalvos (*ostrea y pecten*) y corales.

1. *UNIDAD ARRECIFAL:*

Se trata de bioconstrucciones de organismos cuyo esqueleto está formado por carbonato cálcico: corales, algas rodofíceas, serpúlidos, etc. y cuya acumulación da origen a las rocas llamadas CALIZAS arrecifales. Estas rocas se formaron en una zona cercana a la línea de costa inundada por el mar, poco profunda y de aguas cálidas, llamada arrecife.

Estromatolito significa "cama de piedra". La palabra viene del griego strōma = cama/alfombra y litho = piedra.
Los Estromatolitos (alfombras de piedra) son rocas con una estructura laminada que se forman muy lentamente, debido a la actividad metabólica de bacterias (cianobacterias=seres unicelulares microscópicos) que crecen tapizando el sustrato rocoso. A la vez que precipita el carbonato cálcico (CaCO3) muchos sedimentos transportados son atrapados y se depositan sobre el tapiz algal y con el paso de millones de años consolidan hasta formar las rocas.
Las bacterias que forman los estromatolitos viven en mares cálidos y en aguas poco profundas (máximo 15 m de profundidad) que pueden ser salinas, salobres o dulciacuícolas.
Los estromatolitos, se han formado en todos lo períodos geológicos de la Tierra. Son los organismos vivos más antiguos del planeta, y se cree que son los primeros seres vivos de la Tierra. Los más antiguos se encontraron en Warrawoona (Australia) y tienen unos 3600 millones de años (Precámbrico). En la actualidad, se siguen formando en algunos lugares del planeta, por ejemplo en la costa oeste de Australia, en las Bahamas, en el Mar Rojo y en Cuatrociénegas (México).

Poliquetos: Son animales acuáticos, casi exclusivamente marinos. La mayoría son comedores de fondos arenosos, filtran el sedimento del que se alimentan y en algunos casos filtran del agua las partículas en suspensión.



Los abanicos aluviales son acumulaciones clásticas con morfología conoidal, que en planta se proyecta como un abanico o cono. Están localizados en zonas en las que existe una rotura de pendiente importante durante al proceso sedimentario. Cuando durante su depósito llegan a alcanzar una zona litoral se llaman fan-delta