

250
millones
de años

La historia más
antigua de la
Subbética Cordobesa

Autores*:

Baldomero Moreno Arroyo

Alicia Serna Barquero

Dirección Facultativa y Coordinación:

Lourdes Guerra González y Rafael Arenas González

Edición:

Esta publicación ha sido maquetada, editada y publicada por el Grupo de Desarrollo Rural de la Subbética Cordobesa gracias al Programa LiderA, cofinanciado por el FEADER y los fondos de la Consejería de Agricultura, Pesca y Desarrollo Rural.

Impresión:

Depósito legal:

La presente publicación será citada de la siguiente manera:

B. Moreno Arroyo & A. Serna Barquero (2013): 250 millones de años. La historia más antigua de la Subbética Cordobesa. N^o de páginas.

* El texto y las ilustraciones de la presente publicación representan un resumen del libro "El Geoparque de la Subbética: Una Historia de 250 millones de años" (en prensa), de los mismos autores. Los autores agradecen la revisión del texto original a los Catedráticos de Geología, José Miguel Molina Cámara y Federico Olóriz Sáez, y a Rafael Carmona, en lo referente a la información arqueológica.

Ilustraciones:

Baldomero Moreno Arroyo (BMA): ilustraciones nº 12, 19, 23, 27, 36, 41, 42)

Alicia Serna Barquero (ASB): (ilustraciones nº 1-11, 13-17, 21, 25, 26, 28-32, 35, 38, 39, 40, apéndice, portada y contraportada y dibujos aislados)

ASB. y B MA: (ilustraciones 18, 20, 24, 33, 34, 37, 41, 42)

Mark A. Wilson (ilustración nº 22)

Se publica por primera vez la historia geológica del Parque Natural y Geoparque Sierras Subbéticas a nivel divulgativo. Se trata de un cuaderno de cuarenta páginas, atractivo, de fácil lectura, con originales dibujos y esquemas, que sintetiza los aspectos más importantes de esta larga historia que comienza hace 250 millones de años y está protagonizada por el Mar de Tethys.



Supone, no sólo un texto de fácil lectura, sino una importante herramienta para el desarrollo del Geoturismo en las Sierras Subbéticas, imprescindible para los empresarios turísticos de la zona, tanto para su formación como para ofrecerlo a los visitantes.

No en vano las rocas de la Subbética Cordobesa guardan la memoria de la Tierra y forman parte de la naturaleza, siendo un Patrimonio de gran valor por su interés científico, cultural, educativo y por supuesto generador de empleo.

Esta publicación permitirá potenciar el destino Subbética Cordobesa como uno de los más bellos lugares para disfrutar de sus rutas, enmarcadas en un territorio que atiende a criterios de sostenibilidad y donde sus gentes se caracterizan por el emprendimiento y la enorme colaboración público-privada.

Esta colaboración ha permitido que el GDR Subbética haga posible este cuaderno demandado por el sector turístico de la Subbética cordobesa.

Por último, agradecer la colaboración a todas aquellas entidades y personas que han hecho posible la elaboración de este libro, especialmente a Carmen Pérez del Río y Francisco Mérida Espejo, del GDR Subbética, y a Alicia Serna Barquero y Baldomero Moreno Arroyo, del Parque Natural Sierras Subbéticas.

José Luis Bergillos López
Presidente GDR SUBBÉTICA



En esta publicación se cuenta la historia geológica de la Subbética con un enfoque divulgativo. Una historia que comienza hace 250 millones de años, mucho antes de que el hombre apareciera en la Tierra, cuando las primeras rocas de las Sierras Subbéticas se estaban formando en el Mar de Tethys.

Los minerales, las rocas, los fósiles, las formas del paisaje, etc. han registrado en su composición y en su estructura diferentes momentos de la historia geológica, y conforman el patrimonio geológico. Los científicos tienen la capacidad de “leer” este registro.

Tras más de un siglo de investigación en la comarca Subbética, existe un conocimiento profundo sobre diversos aspectos de su geología.

A través de esta publicación se presenta la historia geológica de las Sierras Subbéticas de una manera asequible para todos los públicos. El conocimiento científico se pone a disposición de los habitantes, de los visitantes, de los empresarios, de la comunidad docente, y de cualquier persona interesada en el tema.

La divulgación del conocimiento científico contribuye a fomentar la capacidad del público en general para reconocer y valorar el patrimonio natural y el paisaje, para disfrutarlo y protegerlo en un futuro.

El Parque Natural Sierras Subbéticas posee un patrimonio geológico de relevancia internacional. Fue declarado Parque Natural en 1988 por la administración regional. En 2006 entró a formar parte de las Redes Europea y Global de Geoparques, ambas avaladas por la UNESCO.



Fig.1: Escultura de un fósil de ammonite en el Centro de Visitantes de Santa Rita (Cabra).



Una historia
protagonizada
por el mar

LA ERA

Todo comenzó hace 250 millones de años, en el periodo **Triásico**, cuando todavía no existía el menor indicio de la Subbética. Al sur de Sierra Morena se extendía una vasta llanura costera, bañada por el Mar de Tethys, con ríos amplios y sinuosos, y lagunas someras, en donde se acumulaban arcillas, limos y arenas procedentes de la erosión del continente. En este contexto comenzaban a depositarse los primeros sedimentos que millones de años después formarían las rocas más antiguas de las Sierras Subbéticas.

En aquella época la vida comenzaba a recuperarse de la mayor extinción acaecida en la historia del planeta Tierra. Lentamente surgían nuevas formas; nuevas plantas, hongos, animales, etc., descendientes de los escasos seres que lograron sobrevivir.

Por entonces, la vida llevaba existiendo más de 3.000 millones de años y la Tierra se había formado hacía más de 4.000.

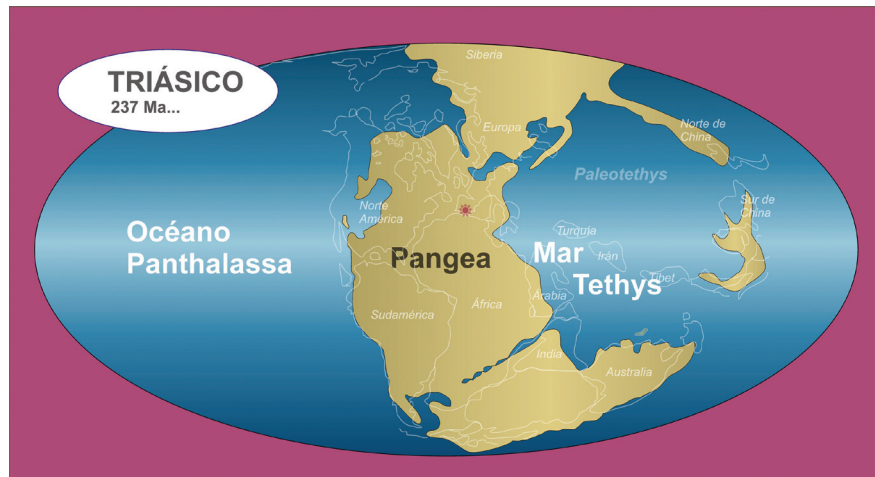


Fig.2: En el Triásico los continentes estaban muy próximos formando el supercontinente "Pangea".

SECUNDARIA

El clima era más cálido y árido que en la actualidad. Las masas continentales estaban agrupadas en un único supercontinente, la Pangea, que muy lentamente comenzaba a fracturarse y nacían nuevos mares y océanos.

De nuestra Península Ibérica, sólo una parte estaba formada, *Iberia*, y emergida desde la Era Primaria (ó Paleozoico) y, en su costa meridional, se acumulaban sedimentos en la denominada Plataforma Sudibérica.



Fig.3: Antigua geografía de Iberia durante el Triásico (modificado de Geología de España).

Por entonces dominaban los reptiles en tierra firme que, en su paso por la zona, pudieron dejar sus huellas en estos sedimentos. La vege-

tación estaba adaptada al clima árido, predominando las palmeras y las coníferas.

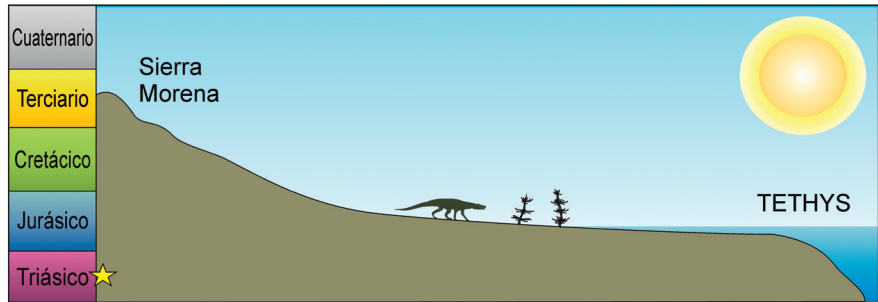


Fig.4: En el Triásico predominó la sedimentación continental, antes de que la plataforma Sudibérica quedara sumergida bajo el mar durante muchos millones de años.



En el Periodo Triásico aparecen los primeros dinosaurios...

Hacia la segunda mitad de este periodo, hace unos 230 millones de años, aparecen los primeros dinosaurios. Son de pequeño tamaño, bípedos y ágiles depredadores. No será hasta el Jurásico, cuando alcancen tallas gigantescas y adquieran formas de vida más diversas. La existencia de un único supercontinente facilitará que los organismos terrestres se propaguen por la superficie de la Tierra.

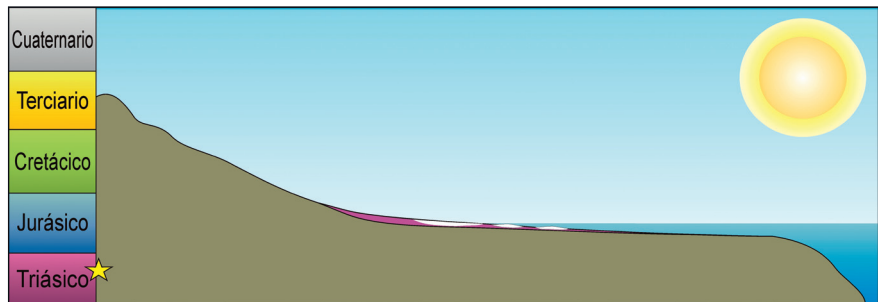


Fig.5: Un mar poco profundo y muy cálido propició la formación de sales como el yeso y la halita.

Los peces llevaban poblando los mares desde la Era Primaria. Algunos reptiles regresaron a la vida marina tras millones de años de evolución en tierra firme, adaptando su cuerpo a la natación, como les ocurrió a los ictiosaurios y los notosaurios. Junto a éstos, habitaban también los mares los primeros **ammonites** y otros ammonoideos más antiguos.

Un cálido Mar de Tethys poco profundo, en continuo hundimiento, favorecía la evaporación de las aguas y el depósito en su fondo y en lagunas salinas de la costa, de importantes volúmenes de rocas evaporitas como el yeso y la sal; sal, que millones de años después disolverían las aguas subterráneas para dar lugar al Río Salado de Priego de Córdoba y a otros arroyos salinos de esta comarca.

La separación de los continentes produce importantes fracturas en la corteza terrestre. A través de ellas, el magma, compuesto por rocas fundidas, asciende de las profundidades y, al salir a la superficie y enfriarse rápidamente, da lugar a las rocas volcánicas. En los sedimentos de la Subbética el magma se instaló en grietas o entre los estratos, cerca de la superficie. Allí se enfrió más lentamente formando rocas filonianas o subvolcánicas, de un color verde-gris oscuro, que pueden observarse especialmente bien en el cauce del Río Salado, a su paso por la Cubé.



Fig.6: La halita (mineral de la sal) del Triásico ha sido tradicionalmente recolectada en salinas de interior de la comarca. Hoy día sólo una permanece activa, las Salinas San Juan de Dios en Rute/ Fig.7: Yeso fibroso del Triásico.

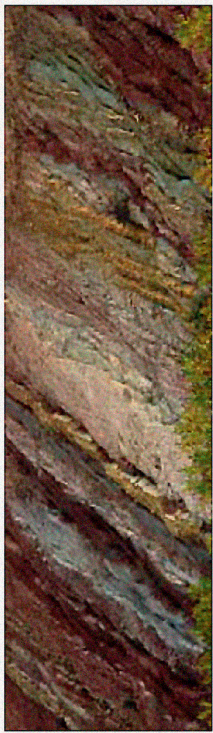


Fig.8: Las rocas de la Subbética que se depositaron en el periodo Triásico son muy llamativas y fáciles de reconocer. Se trata en general de arcillas (abigarradas o versicolores), de colores intensos y diversos (rojizos, granates, azulados, verdosos, ocre...) que contienen yesos y sal.



Al final del Triásico aparecen los primeros mamíferos. Son pequeños, con hábitos nocturnos.

Hace 200 millones de años, una nueva extinción masiva en la superficie terrestre acaba con importantes grupos animales, dando comienzo el **Jurásico**.

Los ammonoideos, cefalópodos con concha externa, fueron casi eliminados. Sin embargo, los ammonites logran sobrevivir.

Aunque importantes grupos de reptiles terminaron aquí su existencia, esta gran extinción no logra acabar con los dinosaurios.

En este periodo el clima permanece cálido, aunque en general más húmedo que en el Triásico.



Fig.9: La geografía global en el Jurásico.

Las olas del Mar Tethys bañan ahora las faldas de Sierra Morena: un hundimiento de la plataforma ha dejado la amplia llanura costera bajo las aguas y, sobre ella, en un mar poco profundo y luminoso, empiezan a depositarse los sedimentos del Jurásico a la vez que la vida coloniza sus fondos. La plataforma permanecerá bajo el Tethys durante los próximos 180 millones de años, excepto determinadas áreas que emergerán en contadas ocasiones, entre las que se encuentra el "fondo de mar Subbético".

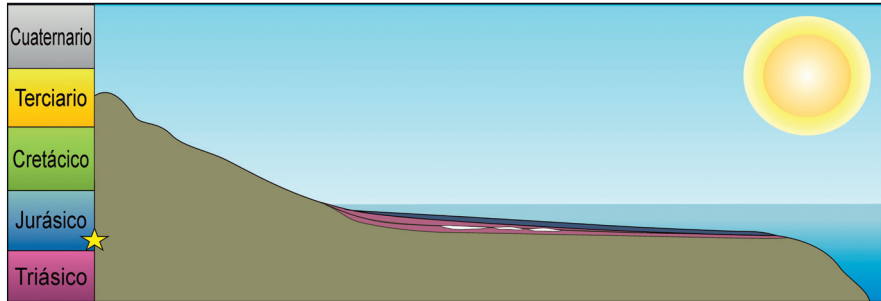


Fig.10: La Plataforma Sudibérica en el Jurásico Inferior es muy somera con características homogéneas.

Durante este periodo apenas llegan depósitos del continente. Los sedimentos se forman en el propio medio marino por precipitación de sales que lleva el agua disuelta, sobre todo carbonato cálcico, y por la acumulación de conchas de organismos, principalmente microscópicos, compuestas también por carbonato. Esto dará lugar a la formación de abundantes rocas calizas.



Fig.11: Caliza con fósiles de grandes almejas (*Lithiotis*) del Jurásico Inferior que crecían formando arrecifes (Sierra de Rute).

En tierra se desarrolla una vegetación exuberante, los helechos y las coníferas evolucionan especialmente rápido durante el Jurásico, dando lugar a numerosas especies nuevas.

Los dinosaurios adquieren gran notoriedad, se diversifican y ocupan prácticamente el conjunto de las masas continentales que siguen separándose. Los reptiles marinos siguen evolucionando en esta época, aunque los verdaderos reyes del mar, por su abundancia y diversidad, son sin duda los ammonites.

Los **ammonites** fueron unos curiosos seres emparentados con el calamar y el pulpo (cefalópodos). Vivían alojados dentro de una concha (mayoritariamente con forma espiral), dividida en cámaras de aire que les permitía controlar la flotación. Nadaban entre las aguas o se dejaban llevar por las corrientes. Capturaban pequeños organismos con sus tentáculos y, a su vez eran la presa de reptiles marinos, grandes peces, e incluso de otros ammonites de mayor tamaño. En el Jurásico los ammonites se diversifican de manera espectacular y colonizan prácticamente todos los mares y océanos.



Fig.12: Fósil de ammonite incrustado en un cortijo de Carcabuey.

Fig.13: Corte idealizado de la concha de un ammonite donde se pueden ver los tabiques internos que forman las cámaras de aire.

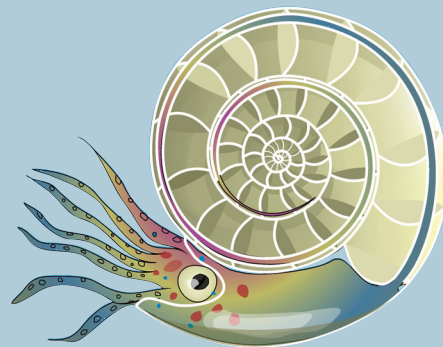




Fig.14: Los belemnites fueron una especie de calamares que poseían un esqueleto interno en forma de bala.

En la Subbética son muy frecuentes los restos tanto de ammonites como de belemnites. Existen extensas áreas en las que afloran calizas o margas que contienen abundantes fósiles de estos cefalópodos.

A comienzos de este periodo, en el Jurásico Inferior, hace entre 200-176 millones de años, el Tethys es un mar cálido, luminoso y poco profundo y es colonizado por abundantes organismos que vivían en el fondo como bivalvos (almejas) erizos, algas, esponjas, braquiópodos, etc.

En la última etapa del Jurásico Inferior, en los fondos marinos proliferaron praderas de lirios de mar (crinoides), unos animales emparentados con las estrellas, los pepinos y los erizos de mar, que vivían enraizados en la arena, y atrapaban diminutas presas con la corona de brazos. Tras morir, las pequeñas piezas de su esqueleto se esparcían por el fondo. Los restos de estos organismos darían lugar a las calizas de crinoides, que están formadas casi exclusivamente por las piezas del esqueleto de los lirios de mar, y algunas espinas de erizo.



Fig.15: Los restos del esqueleto de los crinoides o lirios de mar pueden presentar formas muy originales, con forma de estrella o de pentágono, como esta caliza de los alrededores de Luque.

La parte inferior de las rocas del Jurásico Inferior está actualmente muy transformada. El paso de fluidos ricos en magnesio a través de ellas produjo disolución y recristalización de dichas rocas, convirtiendo la caliza (carbonato de calcio) en dolomía (carbonato de calcio y magnesio). En algunos casos estas rocas están tan alteradas que se deshacen como si fueran harina o se disgregan formando una especie de grava. Una parte importante de las cavidades del parque se han formado en roca dolomítica.

Hace 180 millones de años una serie de acontecimientos van a cambiar la historia de la “primigenia Subbética”...



Fig.16: Crinoide en posición de vida.

Al final del Jurásico Inferior, hace unos 180 millones de años, coincidiendo con el nacimiento del Atlántico Norte y la expansión del Tethys, una inestabilidad generalizada en la corteza comienza a afectar a la plataforma, lo que provocará el hundimiento o la elevación del fondo marino en sucesivas ocasiones.

Un importante acontecimiento va a condicionar la historia de la plataforma Sudibérica. Un conjunto de gigantescas fracturas, más o menos paralelas a la costa, escalonaron el fondo marino, delimitando franjas profundas, que se hundían a mayor velocidad (subsistencia elevada) que otras zonas más someras (menos subsidentes), que quedaron como altos fondos, algunos muy alejados de la costa.

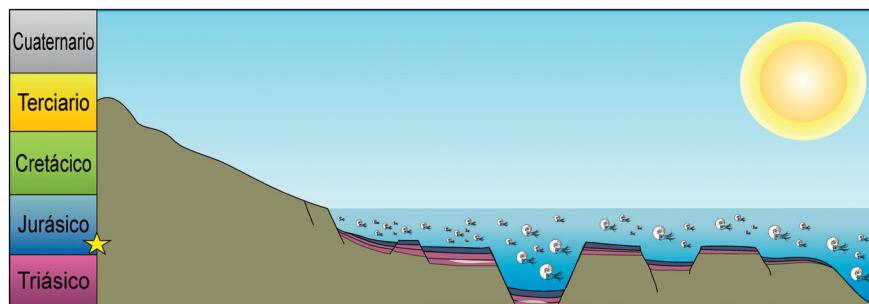


Fig.17: A finales del Jurásico Inferior, la plataforma se rompe, el mar se hace más profundo y se favorece la entrada masiva de ammonites y otros organismos pelágicos.

Las diferentes franjas van a evolucionar de manera independiente unas de otras, ya que la profundidad, la luminosidad de las aguas, la vida que en ellas se desarrolla, la cantidad y tipo de sedimentos que reciben..., van a ser muy diferentes entre sí. Los continuos cambios en la profundidad de los mares se verán reflejados en las rocas, cuyas características van a ser distintas de un lugar a otro, y a lo largo del tiempo.

Ya pueden diferenciarse los dos grandes dominios de las Zonas Externas de la Cordillera Bética, es decir, de la antigua plataforma Sudibérica: El Prebético y el Subbético.



Fig.19: En la Subbética predominan las rocas sedimentarias aunque también podemos encontrar rocas ígneas. Se trata de rocas subvolcánicas que se formaron al ascender el magma y enfriarse en grietas cerca de la superficie terrestre, como las ofitas que pueden observarse en la Cubé o las doleritas del lacolito del Arenal (Priego de Córdoba).

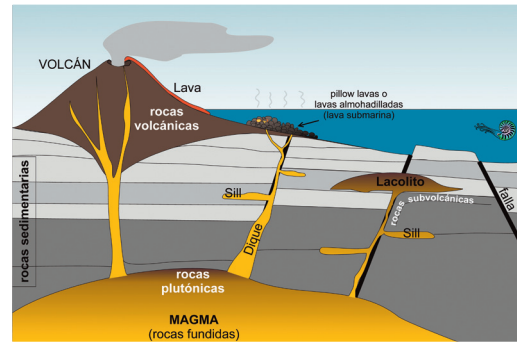


Fig.20: Diferentes tipos de rocas ígneas o magmáticas.

Hace unos 170 millones de años, en el Jurásico Medio, se produce un acontecimiento significativo que va a influir en los paisajes de las profundidades marinas. Los fondos no solamente se hunden, lo que permite que se acumulen importantes cantidades de lodo, sino que en algunos casos el terreno bascula y, mientras unas zonas quedan a gran profundidad, otras se levantan, como es el caso del fondo de mar que hoy forma parte de la Sierra de Cabra. Éste quedó muy próximo a la superficie marina, aunque alejado de la costa. La cercanía a la superficie del mar condicionó la formación de un tipo de arena, que daría lugar a un tipo de roca muy característica. Los oolitos, granos esféricos de

EL PREBÉTICO

Era la parte de la plataforma que quedaba más próxima a la costa. Recibía gran cantidad de sedimentos procedentes del continente (arcillas, arenas, conglomerados...). En sus fondos poco profundos, proliferaba la vida bentónica: moluscos, braquiópodos, esponjas, erizos de mar, etc.

En la actualidad el Prebético aflora extensamente en la parte oriental de la Cordillera Bética. Sin embargo, no lo hace en la provincia de Córdoba ni en toda Andalucía Occidental, aunque, muy localmente se encontraría bajo la Cuenca del Guadalquivir.

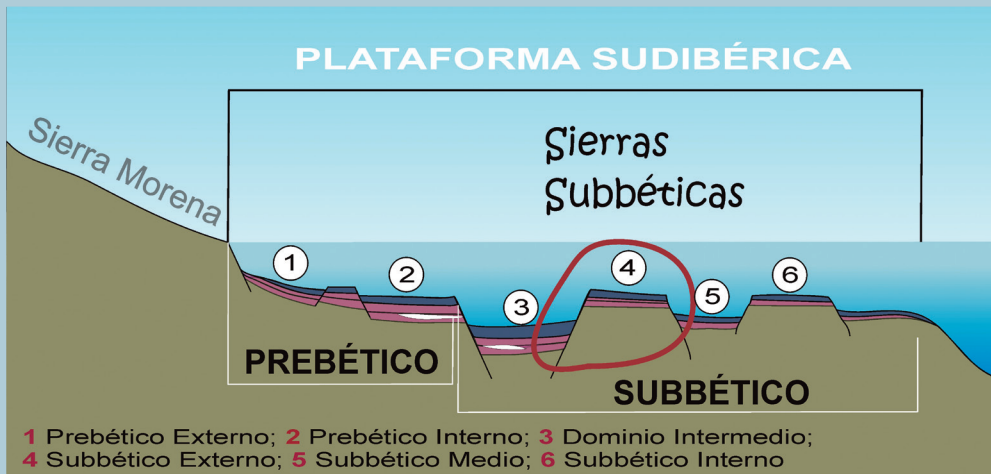


Fig.18: Dominios de la Plataforma Sudibérica.

EL SUBBÉTICO

Era la parte que quedaba más alejada de la antigua costa y que conectaba con el mar abierto. A ella llegaban menos sedimentos procedentes del continente y más finos. La mayor parte eran carbonatos creados en el propio medio marino. Las arcillas provenientes del continente, al mezclarse con los lodos carbonatados, producían margas. Este dominio está especialmente afectado por las grandes fallas que escalonan los fondos.

A partir de este momento de la Historia, el fondo de mar de la Subbética va a evolucionar de manera independiente y con características propias, muy diferentes al resto de áreas que la delimitan.

arena blanca, son típicos de mares tropicales someros de aguas limpias y luminosas. Se forman por precipitación de capas de carbonato cálcico alrededor de pequeñas partículas, y son redondeados por un continuo oleaje (cuanto más profundo el fondo, menos afecta el oleaje). Sobre las arenas se establecieron pequeñas colonias de corales, algunos lirios de mar, y abundantes bolas de algas calcáreas.

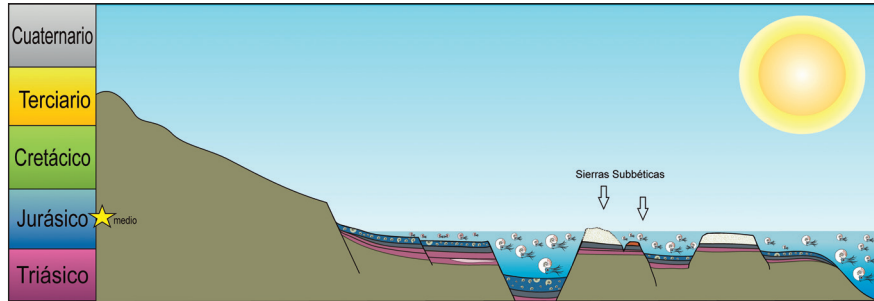


Fig.21: Durante el Jurásico Medio, en los altos fondos marinos del Subbético se desarrollaron importantes bajíos de arenas de oolitos, producidas por las olas.



Al final de esta época vuelven a establecerse importantes extensiones de lirios de mar. Éstos eran tan abundantes que la arena estaba formada casi exclusivamente por las piecicitas que componen el esqueleto de estos animales.

Las continuas reactivaciones de las fallas elevaron estos fondos hasta llegar a emerger algunas áreas como islas en medio del mar donde, lejos de recibir sedimentos, se produciría el agrietamiento y la erosión de los sedimentos del fondo, ya convertidos en roca.

Aquellas arenas blancas jurásicas son las que hoy forman las rocas más características y abundantes de la Sierra de Cabra: las calizas oolíticas.

Hacia el techo de las calizas oolíticas se pueden ver las antiguas grietas y superficies de erosión en la roca blanca, rellenas por sedimentos rojizos posteriores, también jurási-



Fig.22: Oolitos actuales en las Bahamas/ Fig.23: Caliza oolítica de la Sierra de Cabra.

cos. Se trata de antiguas superficies kársticas, cubiertas por sedimentos más modernos. Es lo que en Geología se conoce como **Paleokarst**.

Un buen ejemplo de esta estructura puede verse en las calizas que afloran frente a la Venta de los Pelaos (Cabra) y en numerosos afloramientos rocosos de la Sierra de Cabra que representan este momento de la historia, como el Lapiaz de los Lanchares.

Las profundas fracturas en la corteza terrestre permitían que el magma ascendiera hasta la superficie: la actividad volcánica submarina habría enriquecido de sílice las aguas, favoreciendo la proliferación de microscópicos seres de una sola célula que construían su esqueleto con sílice pura, es decir, la misma composición del cuarzo. Son los radiolarios, que al morir se acumulan en las partes más profundas, entremezclándose con los barros margosos y calcáreos. En estas condiciones de profundidad el carbonato de las conchas de ammonites se disuelve, por lo que éstos no se conservarán fósiles.

Los radiolarios enterrados y sometidos a mayor presión y temperatura, pueden disolverse y formar una especie de gel que migra y se establece entre las capas de sedimento, formando finas capas o nódulos. Al solidificarse este gel dará lugar al sílex.

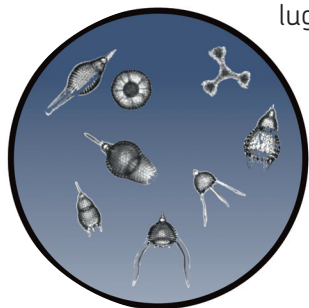


Fig.25: Radiolarios.

Un cambio relativo del nivel del mar vuelve a modificar las condiciones de nuestra plataforma: el fondo ha quedado a mayor profundidad y la costa se encuentra más lejana.

Cuando la sedimentación prosigue, a los altos fondos marinos apenas llegan lodos. Las conchas de ammonites se acumulan unas sobre otras. La mayoría se rompen o se disuelven sin dejar rastro. Cada cierto tiempo, la resaca de una gran tormenta traería hasta es-

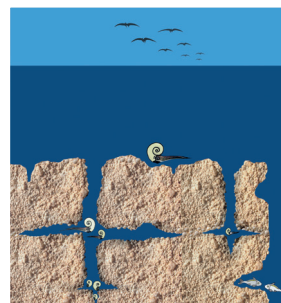


Fig.24: PALEOKARST: la caliza oolítica, formada bajo el mar, emerge y se erosiona/ la caliza vuelve a sumergirse/ las irregularidades son rellenadas por sedimentos marinos posteriores.

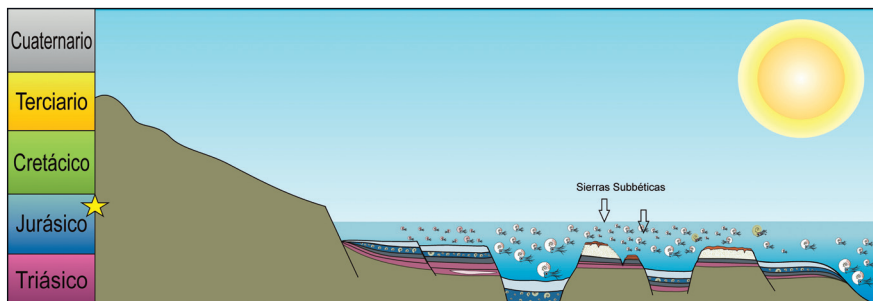


Fig.26: En el Jurásico Superior (161-146 millones de años), en los altos fondos marinos se formaron calizas nodulosas muy ricas en ammonites (en el gráfico, color naranja).

tas mesetas submarinas una nube de lodo calcáreo que sepultaba las conchas y a los seres que vivían en el fondo en ese momento. Tras la tormenta, llega la calma y, poco a poco regresaba la vida. Proliferaron crustáceos, una especie de gambas que vivían dentro del fango y construían con sus patas y pinzas una densa red de galerías.

Es tan largo el intervalo de tiempo que transcurre hasta que vuelve a quedar registrada la fauna del fondo que, en muchas ocasiones la vida ha tenido la oportunidad de evolucionar, de cambiar, y sobre el fondo ya existen restos de otros seres diferentes.

Estos episodios de sedimentación se repetirían con gran periodicidad, quedando registrados de manera bastante continua, miles de “momentos” que están contenidos en los miles de estratos de antiguo lodo que, convertido en roca, componen las Sierras Subbéticas.

Estos sedimentos van a dar lugar a rocas de gran importancia geológica, las calizas nodulosas, también llamadas *ammonitico rosso*, en general de un llamativo color rojo-anaranjado y con abundantes restos de ammonites.

Las trazas de la actividad de estos crustáceos son muy abundantes en estas calizas, y son responsables, en gran medida, del aspecto grumoso o noduloso que presentan.

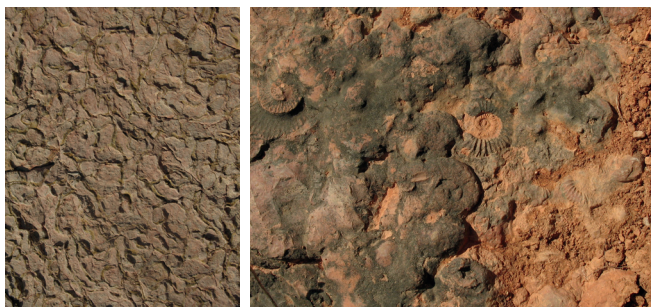


Fig.27: Caliza nodulosa con ammonites (*ammonitico rosso*) de Cabra y detalle de trazas fósiles producidas por crustáceos en el antiguo sedimento.

En algunos lugares del Tethys, como los fondos que darán lugar a la Sierra de Gaena (Carcabuey), este tipo de rocas comienza a formarse antes, en el Jurásico Medio.

En la Cañada del Hornillo (Carcabuey) se puede ver la perfecta estratificación de estas rocas, donde cada capa corresponde a un momento distinto y contiene restos de seres diversos, ordenados en el tiempo. Las calizas nodulosas de la Subbética son especialmente ricas en fósiles. Contienen cientos de especies diferentes de ammonites, un grupo animal que ha evolucionado especialmente rápido a lo largo del Jurásico y el Cretácico.

La sedimentación que forma este tipo de rocas es tan lenta y escasa que en pocos metros de espesor de sedimento hay muchos millones de años representados.

Por el contrario, en los fondos marinos más profundos se acumulan grandes volúmenes de sedimento en poco tiempo.

En la continua fracturación de los continentes, un pequeño fragmento (microplaca) se separa entre *Iberia* y África.

Por entonces ya surcaban el cielo los Pterosaurios, los reptiles voladores. Pronto surgirán las primeras aves. En tierra firme, en la antigua Iberia, también habitan dinosaurios gigantes, que dejarán sus restos y sus huellas en diversas zonas, que más tarde formarían parte de Aragón, Valencia, Asturias, etc. En Andalucía, al estar cubierta en gran parte por las aguas, los fósiles que se conservan son esencialmente marinos.

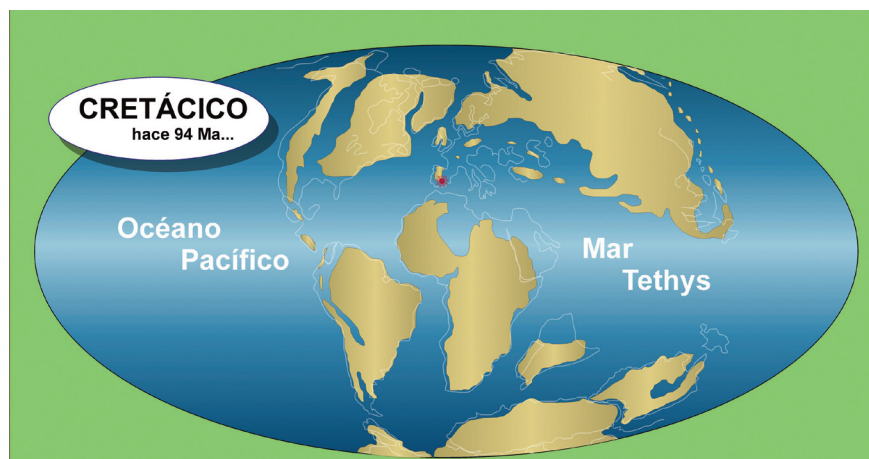
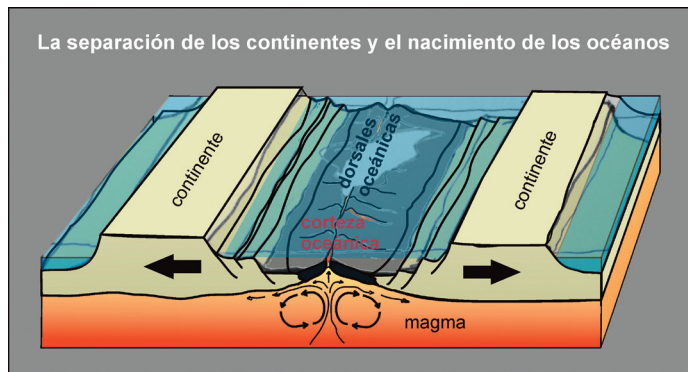


Fig.28: Geografía global durante el periodo Cretácico.

El nivel del mar más alto alcanzado jamás...

Hacia la mitad del Cretácico, hace unos 95 millones de años, una actividad especialmente intensa en el interior de la Tierra produce la salida de grandes volúmenes de rocas volcánicas en las dorsales oceánicas, es decir, entre las placas tectónicas que se están expandiendo y separando en mitad de los océanos. El aumento de altura en las dorsales provoca un ascenso del nivel del mar sin precedentes. Se estima que éste quedó cerca de 200 metros por encima del nivel actual del mar; el mayor nivel alcanzado en la Historia de la Tierra.

Fig.31: Las dorsales oceánicas son cordilleras volcánicas en mitad de océanos, donde se produce el nacimiento de corteza oceánica. Esto provoca la expansión del fondo marino y la separación de los continentes. Este proceso comienza con la fractura de un continente y la salida de magma, que va empujando a los continentes y agrandando el mar.



En relación con este ascenso, los fondos marinos se empobrecen en oxígeno debido a una disminución en la intensidad de las corrientes oceánicas, con el consiguiente estancamiento de las aguas.

En escasos millones de años, un nuevo cambio en la configuración de los mares devolverá el oxígeno a las aguas.

Los gigantescos reptiles voladores ya comparten el cielo del Cretácico con las aves, que cada vez serán más diversas y abundantes.

Las plantas con flores y frutos, las angiospermas, aunque se cree que surgieron millones de años atrás, es ahora cuando “disfrutan” de su periodo de esplendor.

La disgregación de la Pangea y la separación de los continentes condujeron a divergencias en la evolución de los seres vivos, especialmente los terrestres. Los organismos evolucionan por separado en cada masa continental que se aleja. Cuanto más tiempo transcurre, los organismos de cada continente desarrollan progresivamente diferencias mayores.

Hacia el final del Cretácico, cambia la tendencia en nuestra zona. Se invierte el proceso y comienzan a acercarse “peligrosamente” Iberia y África.

El periodo Cretácico termina con un evento decisivo en la historia de la vida: la extinción en masa del límite K-T (Cretácico-Terciario) hace unos 65 millones de años. El impacto brutal de un meteorito, combinado quizás con una descomunal actividad volcánica, o por alguna causa que no ha quedado suficientemente registrada en los sedimentos o no ha sido posible todavía su interpretación, acabaron irremediamente con la existencia de numerosos grupos animales, tanto marinos como terrestres. En este gran suceso, no sólo se extinguen los dinosaurios, también lo hacen los reptiles voladores, los grandes reptiles marinos, numerosas familias de marsupiales, de aves, de plantas... Asimismo desaparecen por completo los ammonites y belemnites. A partir de este momento, sus fósiles ya no volverán a aparecer en los sedimentos de la Subbética, ni de ninguna otra parte del mundo.



Cuando las montañas
surgen del mar

LA ERA TERCIARIA

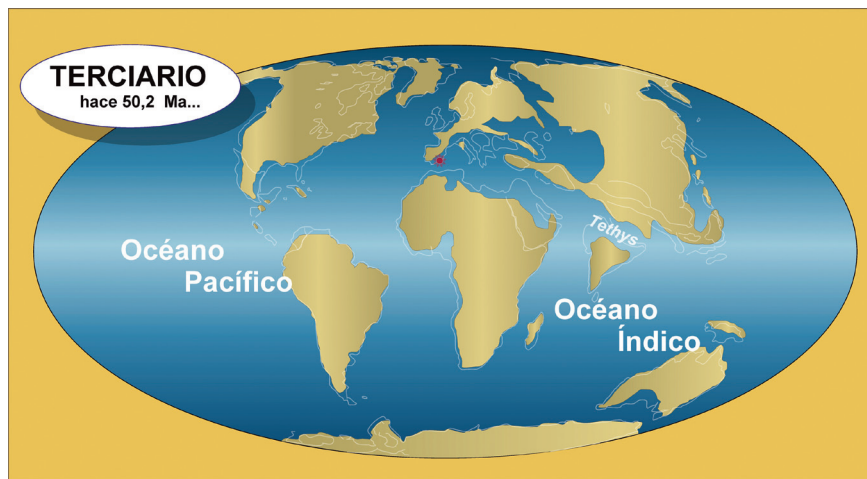


Fig.32: Geografía Global durante la Era Terciaria (hace 50 millones de años).

La Era Terciaria (65 millones de años-actualidad) va a ser una etapa de grandes colisiones en los bordes del mar de Tethys. Va a dar comienzo el Plegamiento Alpino, durante el cual se forman las cadenas montañosas más jóvenes del globo. Tras la etapa de colisión, se cierra el viejo mar de Tethys y nace el Mediterráneo.

Debido principalmente a la nueva disposición de los continentes y océanos, en el clima se produce un progresivo enfriamiento y un aumento de la aridez, que culmina con los fríos intensos del periodo Cuaternario, aunque dentro de esta era se alcanza un máximo de altas temperaturas. Predominan las áreas de sabana.

Es la era dorada de los mamíferos que, aprovechando “los vacíos” que han dejado los dinosaurios, se diversifican de manera espectacular, alcanzando tamaños enormes y colonizando prácticamente todos los hábitats: algunos de ellos se adentran en el mar, adaptando su cuerpo a la natación, otros levantan el vuelo desarrollando membranas interdigitales, como millones de años antes ya lo habían hecho los reptiles.



Fig.33: La convergencia de la placa Africana y la placa Euroasiática provoca la colisión de numerosos bloques continentales como la India, Cimeria, o el bloque del Alborán, que pliegan los sedimentos y dan lugar a cordilleras.

En la aproximación de Europa y África, un pequeño bloque continental, el Bloque de Alborán (o Mesomediterráneo), se va acercando al margen del sur de *Iberia*.

Los sedimentos marinos depositados durante la larga historia que relatamos, se ven envueltos en una colosal, aunque muy lenta colisión. Los depósitos de nuestro fondo del Mar de Tethys, la mayoría convertidos en roca, son plegados en profundidad, rotos, y montados unos sobre otros. Finalmente son elevados hasta superar el millar de metros sobre el nivel

del mar en la provincia de Córdoba (La Tiñosa, 1568m en Priego de Córdoba). Durante la colisión se configura la estructura de la Cordillera Bética y, por consiguiente, de las montañas del Parque Natural Sierras Subbéticas.

El bloque de Alborán, que ocasionó la gran colisión (y dará lugar a las Zonas Internas), es el que mayor deformación sufre y será también incorporado junto con los sedimentos de la plataforma Sudibérica (Zona Externas) a la Cordillera Bética. En el lento empuje comienzan a emerger algunas zonas de la plataforma que habían permanecido bajo el agua durante prácticamente toda la Era Secundaria.

En tierra firme, caballos primitivos, elefantes, osos, etc., se aventuran a ocupar las nuevas tierras que surgen del fondo de los mares. Vastas praderas de hierba cubren los recién creados territorios. De entre los simios, algunos empiezan a parecerse a los humanos.

Durante la época Miocena, hace entre 16 y 7 millones de años, se produce el episodio de mayor deformación de la cordillera. A la vez que avanzan y se van apilando los terrenos por el empuje, una flexión en la litosfera produce el hundimiento de la parte de la plataforma marina que quedaba más cerca de la antigua costa (el Prebético); la que quedaba más alejada (el Subbético) se va desplazando y montando sobre éste. La zona hundida dará lugar a la Cuenca del Guadalquivir, pero en esta época es un estrecho brazo de mar situado entre Sierra Morena y la nueva cordillera en formación. Este “Mar del Guadalquivir” recibe cantidades ingentes de sedimentos de las montañas que se están estructurando: fragmentos descomunales de roca y sedimento que se deslizan hasta su fondo, enturbian las aguas y provocan olas de decenas de metros. Los olistolitos (gigantescas masas de roca que se deslizan) son sepultados por sedimentos más recientes. Éstos se acumularon al sur de la Cuenca del Guadalquivir y se pueden ver ejemplos interesantes al norte y este del pueblo de Luque, como cerros de dura roca que destacan entre las margas blandas de La Campiña. El frente de la cordillera que avanza sobre la Cuenca del Guadalquivir recibe el nombre de Frente de Cabalgamiento Subbético. Éste puede observarse en la parte norte del Geoparque (Doña Mencía, Zuheros y Luque).

Frente de Cabalgamiento Subbético



Fig.34: Los olistolitos, es decir, las grandes masas de terreno que se desprendieron de la cordillera en formación, pueden ser observadas al norte de las Sierras Subbéticas.

Hace 6 millones de años se interrumpió el paso de agua en el Estrecho de Gibraltar y secó el Mar Mediterráneo.

Existen indicios de que durante esta época el mar Mediterráneo llega a secarse casi por completo. Las potentes acumulaciones de yeso y sal que se han detectado en el centro del mar, a 1500 m de profundidad, hacen pensar a los expertos que el paso del Estrecho de Gibraltar quedó interrumpido y dejó de entrar agua del Atlántico, disminuyendo progresivamente el nivel del Mediterráneo hasta una fina lámina de agua que permitía la formación de grandes volúmenes de evaporitas. Este evento se conoce en Geología como la Crisis del Messiniense, un tema que todavía hoy genera una gran controversia en las interpretaciones.

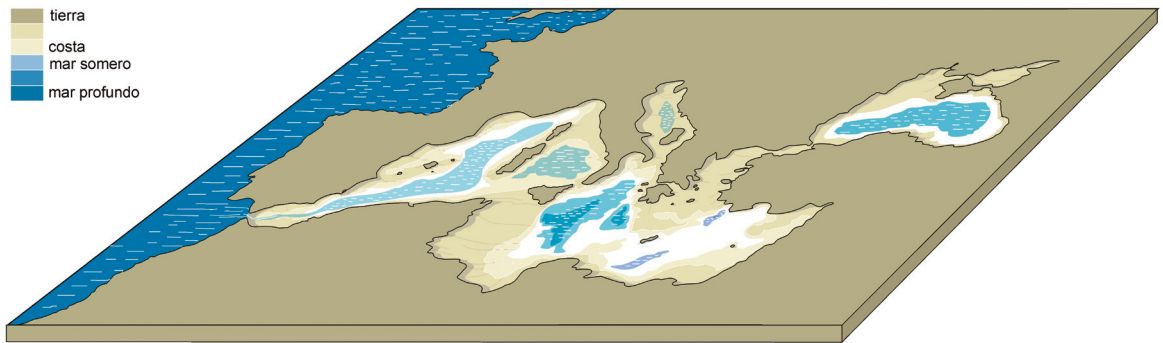


Fig.35: Mapa del Mediterráneo, hace 6 millones de años, durante la crisis del Mesiniense.

Conforme las montañas surgen del mar, los agentes erosivos, es decir, las olas, la lluvia, el viento, el hielo, los cambios de temperatura..., comienzan “incansablemente” a intervenir. Al elevarse los terrenos, el mar se va haciendo menos profundo, creándose bajíos de arenas calcáreas que migran con el oleaje y que están formadas por los fragmentos de esqueletos de organismos marinos. El pueblo de Iznájar está construido sobre barras de arena y grava calcárea del Mioceno, ahora convertidas en roca, calcarenitas en las que se puede ver con gran claridad espectaculares estratificaciones cruzadas provocadas por las antiguas corrientes.



Fig.36: En el pueblo de Iznájar pueden observarse estratificaciones cruzadas, formadas por antiguas corrientes marinas.

EL NACIMIENTO DE LA CORDILLERA BÉTICA

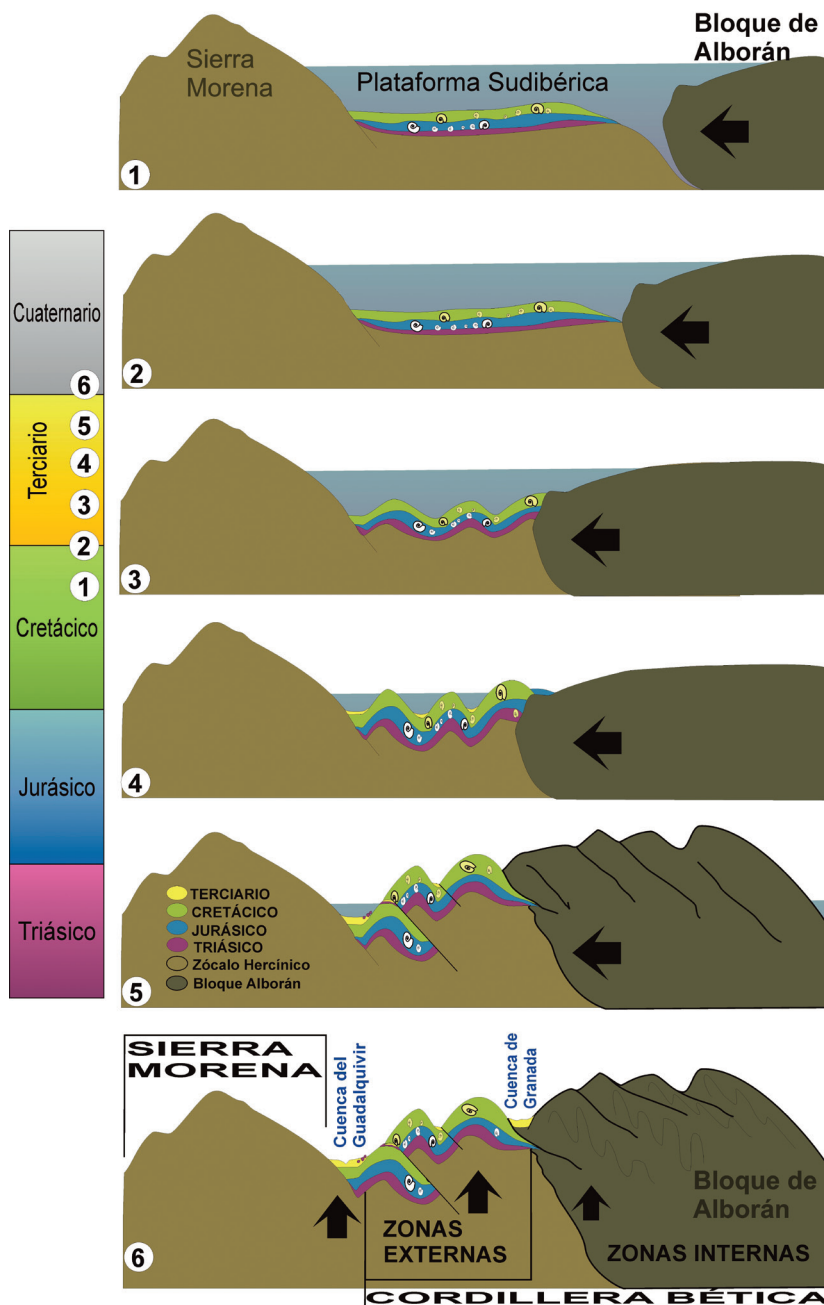
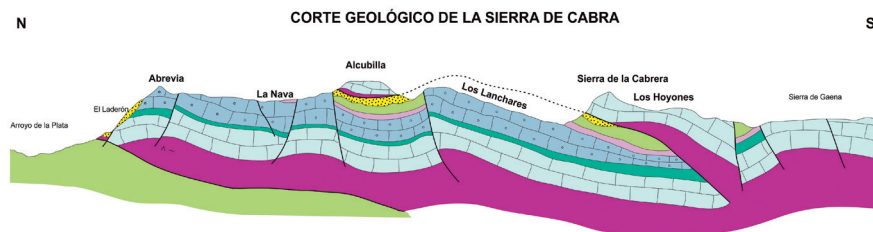


Fig.37: La colisión del Bloque de Alborán contra la plataforma Sudibérica va a dar lugar a la formación de la Cordillera Bética.

La principal elevación de la Cordillera Bética se produce hace unos 5 millones de años. Una vez que se retira el mar de la Cuenca del Guadalquivir, la Península Ibérica emerge por completo y adquiere el contorno similar al que tiene hoy en día.

La erosión que empieza a actuar sobre la nueva cordillera, se lleva rápidamente los sedimentos sueltos y poco consolidados de las alturas hacia zonas más deprimidas y comienzan a destacar en el paisaje las rocas más resistentes, las calizas y dolomías que conforman las principales elevaciones de la Subbética.

Las rocas calizas que habían estado sometidas a una gran presión provocada por el peso de los sedimentos, al salir a la superficie y despojarse de esta carga, están densamente agrietadas, lo que las hace más vulnerables frente a los agentes erosivos. El agua, aprovechando las debilidades en la roca, comienza a modelar un paisaje kárstico.



Estructura principal de las Sierras Subbéticas (modificada del "Mapa Guía: el Agua Subterránea en el Parque Natural Sierras Subbéticas", Ministerio de Ciencia e Innovación IGME).

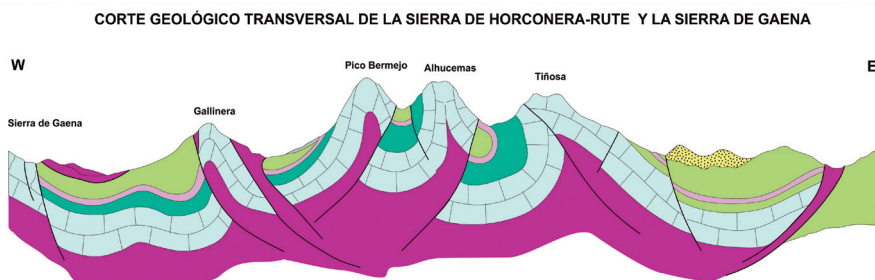


Fig.38: La figura superior se corresponde con la mitad norte del Parque Natural y se caracteriza por suaves plegamientos y cabalgamientos. En la figura inferior, parte sur del Parque Natural, son típicos los pliegues más apretados. El Jurásico se encuentra representado por cuatro formaciones: ammonitico rosso, calizas oolíticas, formación Zegrí, y formación Gavilán.

La Edad de Hielo

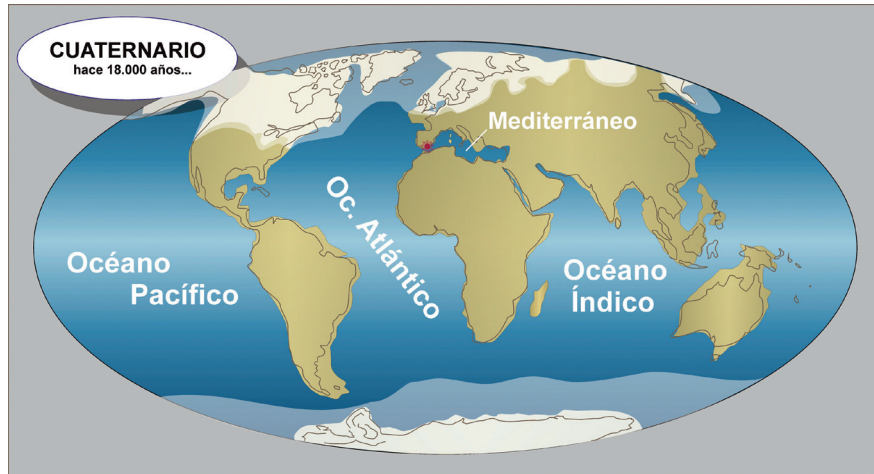


Fig.39: Geografía global en la última glaciación. El blanco predomina en los polos y en las altas cumbres. Como consecuencia de la formación de casquetes, el nivel del mar está más bajo.

El periodo Cuaternario se inicia hace aproximadamente 2,5 millones de años. En el continente africano algunos homínidos ya caminan erguidos y se valen de los elementos que les rodean para crear instrumentos que facilitan sus actividades diarias. En los sedimentos ya aparecen restos claros de industria lítica.

Una de las características más interesantes del Cuaternario son los bruscos cambios climáticos. En su primera época, el Pleistoceno, se producen enfriamientos en el clima de la Tierra de manera casi periódica y los casquetes glaciales ocupan vastas áreas del planeta. Es esta una etapa de especial protagonismo para los grandes mamíferos adaptados a las frías temperaturas: mamuts, rinocerontes lanudos, osos cavernarios, etc.

Las Sierras Subbéticas, incluso en las etapas de frío más intenso, no llegan a estar cubiertas de nieves perpetuas (glaciares), pero sí se vieron afectadas por copiosas nevadas, así como por hielos estacionales, produ-

ciéndose procesos de periglaciario que modelaron de forma importante el paisaje del Parque Natural y cuyas evidencias siguen siendo visibles. El principal proceso periglacial está relacionado con las fuertes heladas: la presión que ejerce el agua al congelarse en las fisuras de la caliza provoca la rotura de las mismas y la acumulación de los clastos al pie de los escarpes. Algunos de estos depósitos se han preservado durante miles de años y pueden encontrarse en determinados puntos del Parque Natural, en concreto en cotas altas de la cara noroeste de la Tiñosa, el Pico Bermejo (Priego de Córdoba) o la Gallinera (Carcabuey y Priego de Córdoba).

La caliza y la dolomía, densamente fracturadas, son modeladas por las aguas, tanto en la superficie como bajo la tierra.

El desarrollo de bosques con una cobertura vegetal espesa, enriquece las aguas de lluvia de ácidos húmicos y de CO_2 , lo que aumenta su "agresividad", y favorece la disolución de las rocas carbonatadas. En este periodo se modelan los principales elementos del karst como galerías subterráneas, lapiazes, cañones fluviales, dolinas, etc.

Los sucesivos cambios climáticos han contribuido a la formación del espectacular paisaje kárstico que observamos en la actualidad, como el polje de la Nava de Cabra, las dolinas de los Hoyones (Cabra), el lapiaz de los Lanchares (Cabra), cavidades como la Cueva de los Murciélagos (Zuheros) o la Sima de Cabra. Se cree que es durante las etapas más cálidas, cuando las aguas cargadas con distintos elementos químicos procedentes de la disolución de las rocas, dan lugar a la formación de bellas formaciones o espeleotemas, como estalagmitas o estalactitas en el interior de las cavidades (que en muchas de ellas todavía hoy siguen siendo activas), y a crecimientos de piedra tosca o travertino en el exterior, en los manantiales.



Fig.40: Entre las rocas modeladas por la lluvia del lapiaz de los Lanchares asoma la llanura rodeada de montañas del polje de la Nava de Cabra.

Durante el Cuaternario también llega a la Subbética una nueva especie animal, cuya presencia se puede reconocer en gran cantidad de lugares y que también ha dejado una importante huella en el paisaje, el Hombre. Hace cerca de un millón de años llegan los primeros miembros del género *Homo* a la península, procedentes de África. Pero las primeras evidencias de nuestra especie, el *Homo Sapiens*, no se encuentran en el sur de la Península Ibérica hasta hace unos 30.000 - 25.000 años.

El Hombre llega a la zona del Parque Natural en plena Edad de Hielo. En este momento, todo el norte de Europa está ocupado por nieves perpetuas. Por entonces, los cañones, poljes y la mayoría de cuevas y simas ya están formados. Los elementos del paisaje kárstico y en especial, las galerías subterráneas, van a tener un papel trascendental en relación con nuestros antepasados:

- Ofrecen cobijo a *Homo* y le garantizan una temperatura constante a lo largo de todo el año, al abrigo de las precipitaciones, del frío y del calor.
- Suponen lugares excepcionales para la fosilización de los seres humanos y de sus utensilios: en el interior de las cavidades los sedimentos se mantienen protegidos de la erosión exterior. Las mismas aguas carbonatadas que hacen crecer los espeleotemas, como estalagmitas o estalactitas, también pueden cementar y fosilizar los restos de forma relativamente rápida, y dar lugar a los yacimientos arqueológicos.



- El terreno escarpado, sin duda fue un aliado del Hombre a la hora de la caza, que le permitiría sorprender desde las alturas o escondidos en recovecos, a desprevenidos ciervos, jabalíes, cabras, etc.

Fig.41: Cueva de los Murciélagos (Zuheros).

Ocupan prácticamente toda el área del Parque Natural, dejando abundantes restos de su actividad y de su anatomía en las innumerables cuevas y refugios de la comarca.

Entre estos yacimientos destacan la Cueva de los Murciélagos, La Cueva de los Mármoles, el abrigo de El Pirulejo, la Cueva de Cholones, etc.; algunos de ellos de gran importancia en el estudio de la Prehistoria a nivel internacional.

Además, surgen las primeras manifestaciones artísticas conocidas en la comarca, con pinturas realizadas en las paredes de las cuevas.

Hace cerca de 18.000 años, coincidiendo con un periodo cálido, los manantiales y cascadas que brotaban al norte de la Tiñosa (Priego de Córdoba) comenzaron a cubrir de carbonato la vegetación que nacía exuberante buscando el agua, creando capas de piedra tosca durante miles de años, hasta formar la gran plataforma de toba donde se asienta la Villa de Priego de Córdoba.

La última glaciación termina hace unos 12.000 años y con el regreso del buen tiempo, da comienzo el Holoceno, que llega hasta nuestros días. En esta última época del Cuaternario, desaparecen las grandes extensiones de hielo del planeta y el clima se vuelve en general más cálido, húmedo y estable.

El Hombre, que en sus comienzos está representado por pequeños grupos, va progresivamente extendiendo su territorio y haciéndose mentalmente más complejo, destacando como una especie muy influyente en el medio, capaz de modificar el paisaje de prácticamente todos los rincones del Globo Terrestre, de acelerar los cambios climáticos, de alterar la calidad de las aguas, de provocar la extinción de otras especies; en suma, de desencadenar un importante desequilibrio en los ecosistemas. Esta tendencia se va a acentuar especialmente al comienzo de la Revolución Industrial, en el S. XIX.

Tras milenios buscando el alimento, acompañando a los animales en sus migraciones, la implantación de la agricultura en Andalucía permite al Homo sapiens mantener en cautividad a algunas crías de sus presas que han podido capturar vivas, obteniendo así, leche y carne durante todo el año, lo que supone un suplemento alimenticio cuando la caza escasea. El laboreo de las tierras y el cuidado del ganado le permiten

permanecer en una misma zona durante el paso de las estaciones: da comienzo el Neolítico.



Nuestros ancestros conocen cómo obtener recipientes resistentes en los que conservar líquidos y alimento modelando y calentando las arcillas de las llanuras fluviales. Buscan los pigmentos rojos de Zamoranos (Priego de Córdoba) con que decorarlas. Saben bien dónde encontrar las ofitas verdes que afloran en la Cubé (Priego de Córdoba), con las que pulen las pieles. En las cavernas donde se alojan, con sencillos trazos de pigmento y grasas, dejan cuantiosos testimonios de la realidad que les preocupa. En la Cueva de los Murciélagos de Zuheros pequeñas cabras de largos cuernos decoran sus muros desde hace cerca de 4.000 años.



Fig.42: Pinturas de cabras en la Cueva de los Murciélagos (Zuheros).

Tras esta larga y compleja Historia Geológica, en la actualidad la región continúa siendo tectónicamente activa, es decir, las placas africana y europea continúan acercándose y comprimiendo los terrenos. La cordillera sigue elevándose, aunque con una intensidad mucho menor que en el pasado. En cuanto al clima, nos encontramos en un periodo interglacial. Si continúa la tendencia que se inició a principios del Cuaternario, probablemente se repetirá un periodo glacial dentro de pocos cientos o miles de años, pero antes, los efectos de la actividad humana pueden modificar de forma muy significativa las tendencias naturales en el clima.

El paisaje subbético es la herencia de una compleja historia, en la que las rocas son creadas a lo largo de millones de años bajo el mar durante la Era Secundaria y parte de la Terciaria; son estructuradas formando cordilleras en la Era Terciaria; y son retocadas y modeladas por las lluvias y otros agentes atmosféricos durante el periodo Cuaternario. La vida ha ido evolucionando paralelamente a los cambios producidos por la dinámica natural de nuestro planeta.

El Parque Natural y Geoparque nos ofrece una oportunidad magnífica de conocer la relación del Hombre con su medio desde que llega por vez primera a Andalucía. Además, por sus características fisiográficas y geológicas, ha supuesto una especie de refugio para la fauna y flora en momentos de cambio climático a lo largo de los últimos 30.000 años y sin duda lo puede seguir siendo ante el cambio climático que probablemente estemos sufriendo. Un auténtico tesoro que debe ser preservado para las generaciones futuras.

Algunas Referencias Bibliográficas:

- Abad I., Jiménez-Millán J. y Molina J.M. (2003):** Anomalous reverse zoning of saponite and corrensite caused by contact metamorphism and hydrothermal alteration of marly rocks associated with subvolcanic bodies. *Clays and Clay Minerals*, 51 (5): 543-554.
- Molina, J.M. (1987):** Análisis de Facies del Mesozoico en el Subbético Externo (Provincia de Córdoba y Sur de Jaén). *Tesis Doct. Univ. Granada*, 518 p.
- Olóriz, F. (1976):** Kimmeridgiense-Tithónico en el sector central de las Cordilleras Béticas. Zona Subbética. Paleontología. Bioestratigrafía. *Tesis Doct. Univ. Granada*, 758 p.
- Sequeiros, L. (1974):** Paleobiogeografía del Calloviense y Oxfordiense en el sector central de la Zona Subbética. Bioestratigrafía y Paleontología. *Tesis Doct. Univ. Granada*, 635 p.
- Torres Girón M.L. & Recio Espejo J.M.(1997):** Periglacial feature of the Subbetic Mountains of southern Spain (Córdoba Province). *Journal of Quaternary Science*, Vol 12 (4), p. 275-282.
- Vera, J.A. (Ed.)(2004)** Geología de España. SGE-IGME, Madrid, 884 p.

Apéndice

Escala de tiempo geológico

