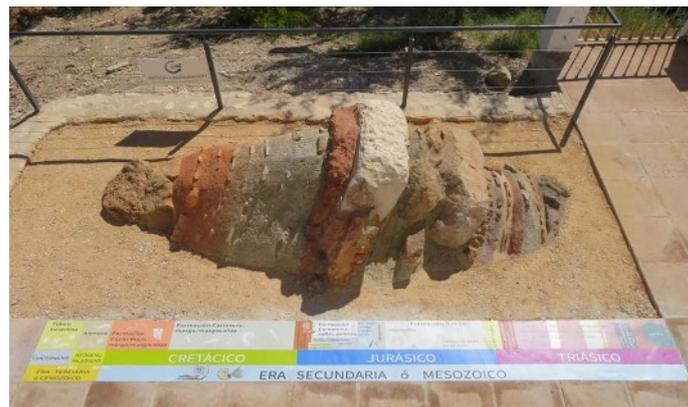


Interpretación de la columna estratigráfica de las Sierras Subbéticas





Índice

1. Introducción.....	3
2. Historia geológica de las Sierras Subbéticas.....	3
3. Formaciones rocosas presentes en la columna estratigráfica.....	4
4. Fósiles.....	14
5. Bibliografía.....	17



1. Introducción

Desde el año 2022 el Centro de Recepción de Visitantes Santa Rita (Cabra) cuenta con una columna estratigráfica en su exterior que representa una sucesión de las rocas de las Sierras Subbéticas ordenadas en el tiempo, de más antigua a más moderna. Esta columna presenta las rocas con su apariencia natural, tal y como las encontraríamos en el terreno; por ello, las capas se han dispuesto de manera oblicua y los materiales se muestran con sus respectivos colores y texturas. El espesor de las capas refleja la potencia de esos materiales en el campo.

La columna estratigráfica facilita la interpretación de la historia geológica de la Subbética, ya que la superficie de la tierra está frecuentemente afectada por pliegues y fallas, lo que hace que los terrenos formen una especie de mosaico. En la columna se muestran esos terrenos ordenados en el tiempo y toda la historia geológica de las Sierras Subbéticas queda sintetizada en un espacio reducido.

2. Historia geológica de las Sierras Subbéticas

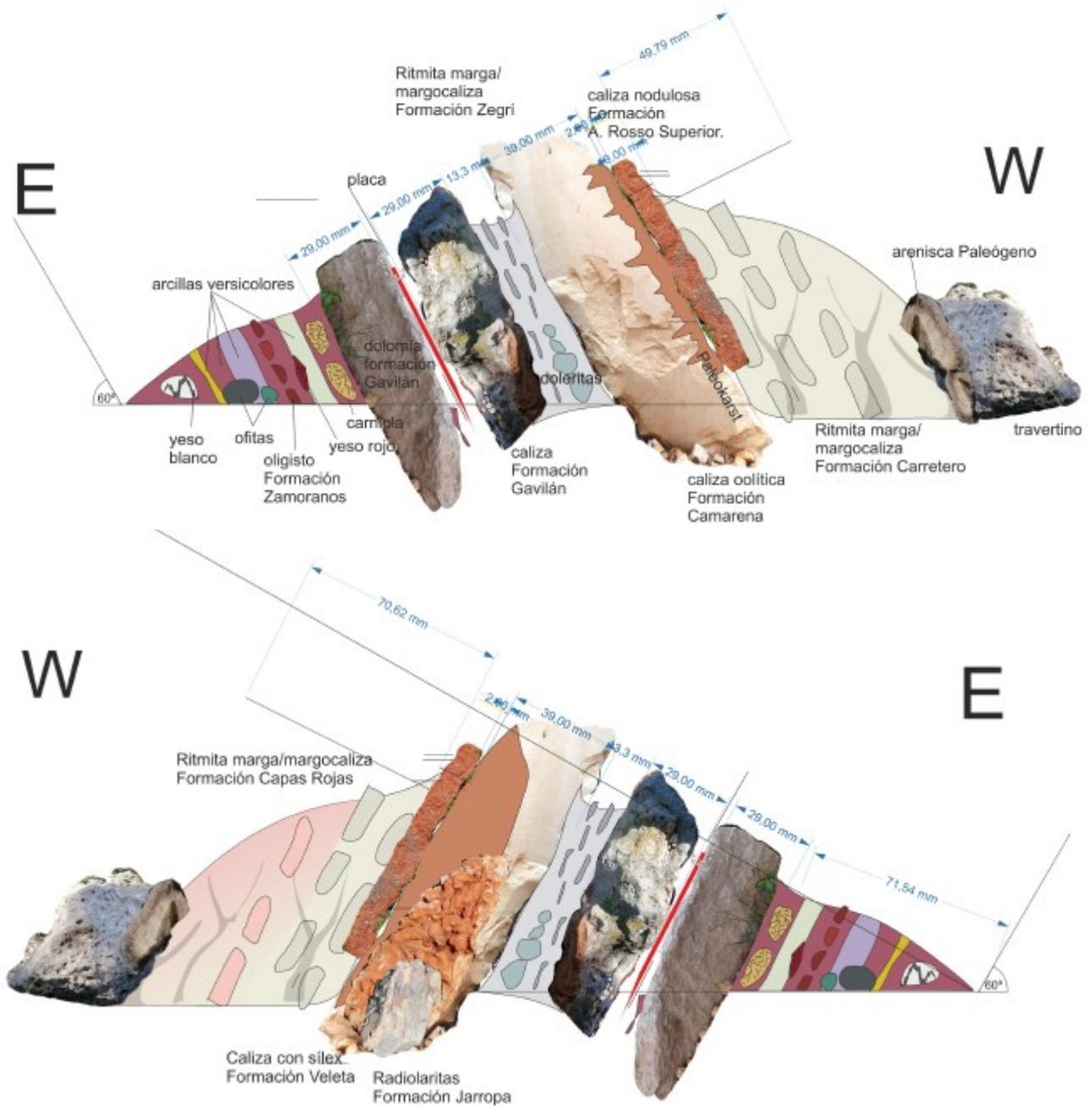
Para conocer esa historia hemos de remontar al final del periodo geológico llamado Pérmico, hace 250 millones de años (m.a.). Se acababa de formar un megacontinente llamado Pangea, que por sus enormes dimensiones era tectónica y estructuralmente inestable. Por esta razón, casi al tiempo de terminar de formarse comenzó a descomponerse, siendo el actual suroeste peninsular uno de los sitios por donde se abrió.

Su apertura definitiva dio como resultado la formación de un nuevo océano, el Mar de Tethys, ya en el periodo Triásico. La apertura de este mar vino inicialmente marcada por el desarrollo de una llanura costera, que pasó por una larga etapa marina durante el Jurásico y Cretácico, hasta que en la era Terciaria (hace unos 5 millones de años) tuvo lugar la formación de la Cordillera Bética, donde los materiales marinos pasaron a formar parte de las montañas y cordilleras de las Sierras Subbéticas por el efecto del plegamiento generado por el choque entre las placas tectónicas africana y euroasiática.

La sedimentación se vio interrumpida con la emersión de la Cordillera Bética y desde entonces hasta el día de hoy el viento y el agua han ido modelando el paisaje de las Sierras Subbéticas.



3. Formaciones rocosas presentes en la columna estratigráfica





Lo primero que debemos fijarnos es en que ambos perfiles de la columna estratigráfica no son iguales. Esto sucede mayormente en el centro de la columna, en los materiales que corresponden al Jurásico Medio. Esto se debe a que en ciertos periodos geológicos los depósitos no eran uniformes en todas las partes del territorio.

A continuación, se explican las formaciones rocosas presentes en la columna estratigráfica ordenadas por periodos geológicos de más antiguo a más reciente y a cada periodo lo acompañamos de un diagrama explicativo del ecosistema que había en ese momento.

3.1 Triásico (250 – 200 Ma)

Materiales Geológicos

- **Facies Keuper:** arcillas versicolores, niveles de areniscas, yesos, halita (sal) e intrusiones de ofita.

Las arcillas son rocas sedimentarias detríticas que se han formado por acumulación de partículas de tamaño de grano inferior a 0.063 mm. Poseen colores abigarrados verdes, rojos y amarillentos y son poco competentes (no forman roca dura), por lo que han ido erosionándose con el tiempo y hoy las encontramos muy abundantemente en zonas de valle y es muy común verlas en los taludes de las carreteras. Asociadas a estas arcillas podemos encontrar areniscas que se han formado por acumulación de partículas de tamaño de grano de arena, también minerales como el yeso y la halita (sal) e intrusiones de ofita. La sal de la Subbética no aflora en superficie. Tenemos constancia de la existencia de importantes depósitos en el subsuelo gracias a la presencia de arroyos salados. En cuanto a las ofitas, son rocas subvolcánicas básicas de color verde oscuro que están constituidas por grandes cristales de piroxeno y otros más pequeños de plagioclasa, siendo uno de los lugares más accesibles e interesantes para observarlas el río Salado, a su paso por La Cubé, donde afloran en la margen derecha del río.

- **Formación Zamoranos:** areniscas altamente enriquecidas en óxidos e hidróxidos de hierro (hematites, magnetita y limonita).

Este enriquecimiento fue un proceso post-sedimentario. La aparición de rocas ígneas intrusivas en zonas cercanas favoreció la circulación de agua a alta temperatura, que lavaba fácilmente el hierro de las rocas y sedimentos del subsuelo para precipitarlo en forma de óxidos e hidróxidos dentro de los niveles de areniscas. Estas areniscas afloran en el término municipal de Priego de Córdoba, aunque fuera ya del Geoparque, concretamente entre las aldeas de Zamoranos y Campo Nubes.

- **Carniolas:** son rocas sedimentarias carbonatadas, formadas por calcita o dolomita, que presentan gran cantidad de huecos más o menos angulosos. Son fácilmente reconocibles y especialmente abundantes en zonas como Sierra Alcaide y Sierra de Pollos, en ambos sitios a la base de los relieves.



Paleoambiente

El siguiente diagrama representa el paisaje, la topografía, la geología, la fauna y la flora que caracterizaban el Triásico. En la imagen superior de la derecha, se muestra la disposición de los continentes, los cuales en este periodo geológico estaban agrupados formando un único supercontinente llamado Pangea, el cual muy lentamente comenzaba a fracturarse y a desmembrarse. El Triásico estuvo caracterizado por un clima cálido y árido. En una árida llanura al pie de Sierra Morena se depositaban los primeros sedimentos de la Subbética. Esta llanura costera fue sometida a fuertes y periódicos procesos de evaporización donde se depositaron arcillas con areniscas y algo de calizas. La evaporización del agua marina trajo consigo la precipitación de importantes volúmenes de yesos y sales, que se mezclaron con arcillas y carbonatos. Debido a la fracturación y separación del Pangea durante el Triásico, el magma ascendió desde el manto intruyendo a los materiales anteriores.

En tierra abundaban los reptiles. Los insectos, arácnidos y moluscos continentales también eran muy abundantes. Ya había mamíferos, pero éstos eran muy primitivos y de pequeño tamaño. La vegetación estaba adaptada al clima árido, predominando las palmeras y las coníferas. En las zonas más húmedas también se desarrollaban helechos. Los peces llevaban poblando los mares desde la Era Primaria. En el mar también se encontraban los conodontos, una especie de peces muy primitivos, de cuerpo alargado, cuyos fósiles son muy útiles para datar las rocas e incluso para saber las temperaturas que éstas han alcanzado durante su formación. Algunos reptiles se aventuraron a regresar al mar tras millones de años de evolución en tierra firme, adaptando su cuerpo a la natación, como les ocurrió a los ictiosaurios y los notosaurios. Hacia la segunda mitad de este periodo, hace unos 230 millones de años, surgen los primeros dinosaurios. Son de pequeño tamaño, bípedos y ágiles predadores. No será hasta el Jurásico, cuando alcancen tallas gigantescas y adquieran formas de vida más diversas.

A día de hoy, los fósiles más destacados de este periodo geológico en las Sierras Subbéticas son los gasterópodos, bivalvos, restos de plantas continentales y polen.



3.2 Jurásico inferior (200 – 175 Ma)

Materiales Geológicos

- **Formación Gavilán:** dolomías en la base y calizas en el techo.

Las dolomías son rocas sedimentarias carbonatadas formadas mayoritariamente por dolomita $[(CaMgCO_3)_2]$. Se han formado tras el reemplazamiento de calcita primaria por dolomita. En comparación con las calizas de las que proceden, las dolomías suelen tener tonos grisáceos y textura algo granuda, que se acentúa con los procesos de karstificación. Afloran ampliamente en la parte media y alta de muchas de las sierras, incluyendo la Sierra de Rute, Sierra Horconera Sierra Alcaide, Cerro Lobatejo o El Picacho de Cabra.

Las calizas, de aspecto masivo, y color claro están mayoritariamente formadas por lodo micrítico y son las que se encuentran parcialmente reemplazadas por dolomías. Aparecen, por tanto, en las mismas localidades que las dolomías anteriores.

- **Formación Zegrí:** intercalación de margas y margocalizas blancas beige.

Las margas son rocas sedimentarias con un porcentaje comparable de carbonatos y material lutítico. Desde calizas puras a margas puras en las Subbéticas también se pueden encontrar rocas de proporciones intermedias que llamamos caliza margosa y margocaliza. Están muy ampliamente representadas y casi siempre en zonas de valle, al ser rocas poco compactas.

- **Doleritas:** las doleritas (o diabasas) son roca sub-volcánicas básicas formadas por piroxeno y plagioclasa como minerales mayoritarios y que pueden tener cantidades menores de otros minerales,



como biotita, olivino, ilmenita, apatito o esfena. afloran únicamente al SO de Priego de Córdoba. Allí, el afloramiento de doleritas permite ver que se emplazaron como un lacolito (cuerpo intrusivo que se emplaza en zonas cercanas a la superficie y que posee morfología lenticular).

3.3 Jurásico medio (175 – 160 ma)

Materiales Geológicos

- **Formación Camarena:** calizas oolíticas.

Rocas sedimentarias de colores claros formadas por la acumulación de pequeñas esferas carbonatadas llamadas oolitos. Estas esferas, de 0.5 a 2 mm de diámetro, se formaron en un medio litoral donde las aguas eran agitadas por la acción del oleaje o las mareas. Afloran ampliamente en la mitad norte, desde el Cerro de Camarena hasta la Sierra de la Lastra.

- **Formación Veleta:** calizas con nódulos de sílex.

Calizas micríticas con pellets y filamentos (pequeños bivalvos de concha fina) que muy frecuentemente incluyen nódulos de sílex. El sílex es una roca formada por la precipitación de sílice en forma de cuarzo y otras variedades microcristalinas de SiO₂ tales como ópalo o calcedonia. El origen de esta sílice se encuentra en el esqueleto de los radiolarios, organismos planctónicos de pared silíceo que vivían en los mares en los que se depositaban las calizas. Afloran especialmente bien en las inmediaciones del Cortijo Veleta, en el Arroyo de la Losilla o en la subida a Puerto Escaño.

- **Formación Jarropa:** radiolaritas.

Los radiolarios son organismos unicelulares planctónicos que suelen vivir en medios pelágicos y que desarrollan exoesqueletos de estructura compleja y gran belleza. Estos esqueletos se disuelven total o parcialmente cuando caen al fondo marino. Cuando son muy abundantes, la posterior precipitación del gel silíceo resultante da lugar a las radiolaritas, una roca silíceo muy dura que puede tener contenidos variables de carbonatos, lutitas y óxidos de hierro. Afloran en el entorno de la Sierra de la Peñuela, al norte de Sierra Horconera.

3.4 Jurásico superior (160 – 145 Ma)

Materiales Geológicos

- **Formación Ammonítico Rosso Superior:** caliza nodulosa con ammonites.

Roca carbonatada generalmente de color rojizo y textura nodular. Su origen se relaciona con lodos micríticos depositados en altos fondos marinos que fueron intensamente bioturbados por organismos que vivían en el fondo. Contienen una extraordinaria riqueza de fósiles de ammonites y belemnites. Poseen una amplia representación, pudiendo verse fácilmente a lo largo del Sendero de Los Pelaos, la Fuente de los Frailes o en la carretera de subida al Picacho de Cabra.



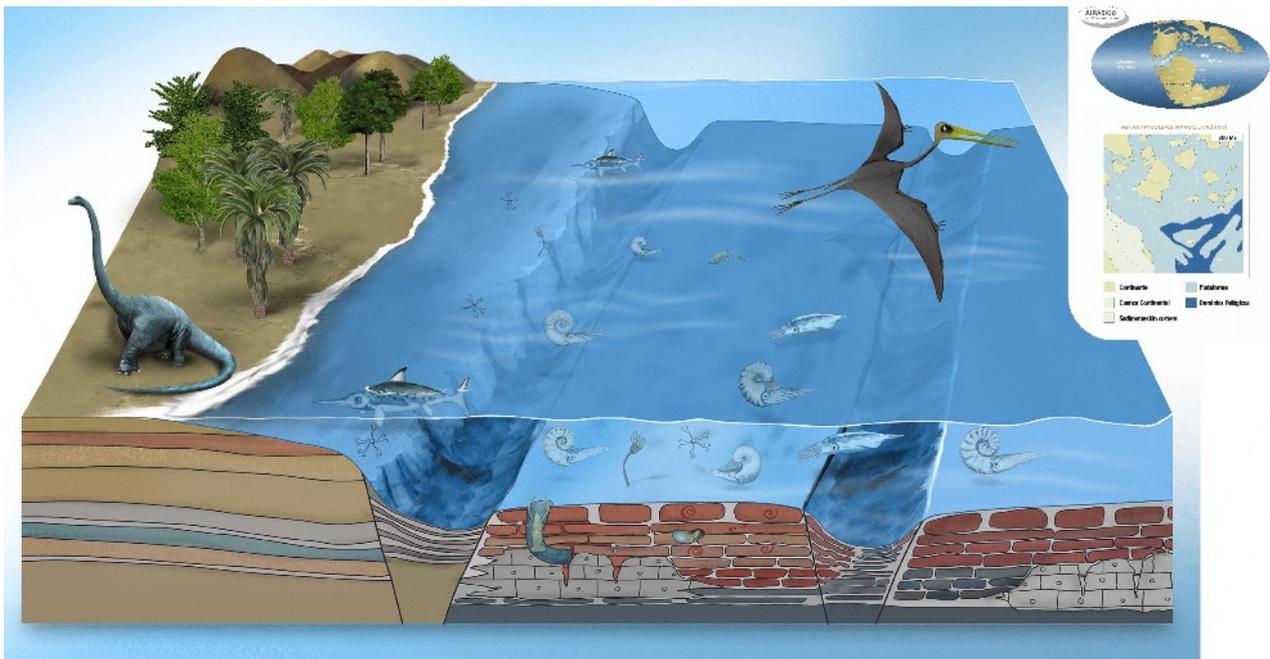
Paleoambiente

En el siguiente diagrama se resume el paleoambiente de las tres épocas del Jurásico. Durante este periodo geológico, el clima permanece cálido, aunque en general más húmedo que en el Triásico. Las olas del mar Tethys bañan las faldas de Sierra Morena. Un hundimiento de la plataforma ha dejado la amplia llanura costera bajo las aguas y sobre ellas, en un mar poco profundo y luminoso, empiezan a depositarse los sedimentos del Jurásico a la vez que la vida coloniza sus fondos. Esta plataforma permanecerá bajo el mar Tethys durante los próximos 180 millones de años, excepto determinadas áreas que emergerán en contadas ocasiones.

En el Jurásico Inferior, en la plataforma carbonatada se depositaron potentes niveles de caliza que posteriormente fueron parcialmente transformados en dolomía (Formación Gavilán). En el Jurásico Medio la plataforma sufre un proceso de fracturación, dando lugar al desarrollo de cubetas con el fondo marino a distinta profundidad y, por tanto, con distinta sedimentación. En algunos sitios muy someros, sometidos a la acción del oleaje y las mareas, se depositaron calizas oolíticas (Formación Camarena), mientras que, en otros, algo más profundos, se acumularon calizas con nódulos de sílex (Formación Veleta), margocalizas o radiolaritas (Formación Jarropa). Esta diferenciación geográfica de los sedimentos también se ha hecho patente en la columna estratigráfica. Durante el Jurásico Superior, se depositaron casi en todas las cubetas sedimentarias uno de los depósitos calizos más emblemáticos del geoparque, las calizas nodulosas con abundante fauna ammonoidea (Formación Ammonítico Rosso).

En tierra firme destacan los grandes dinosaurios, como el *Brachiosaurus*. Los reptiles voladores (*Pterodactylus*) ya surcan el cielo. En el mar abundan los cefalópodos como belemnites y ammonites, que evolucionan rápidamente dando lugar a gran diversidad de especies. En el fondo marino encontramos los crustáceos que remueven el sedimento, los lirios de mar (crinoideos), tanto libres como enraizados en el fondo, y los grandes reptiles marinos que siguen evolucionando en el mar.

A día de hoy en las Sierras Subbéticas, los fósiles más destacados de este periodo son los ammonites, belemnites, gasterópodos, algas rojas, corales, erizos de mar, crinoideos, braquiópodos y lithiotis.



3.5 Cretácico (145 – 66 Ma)

Materiales Geológicos

- **Formación Carretero:** intercalación de margas y margocalizas blancas beige. Constituye los terrenos blanquecinos donde se cultiva la mayor extensión de olivar. Presenta un bandeado producido por la alternancia de capas de roca dura (margocaliza) con capas de aspecto terroso (margas), muy deleznable. Las margas y margocalizas del Cretácico Inferior se diferencian bien por su tono más amarillento en superficie y, especialmente, porque contienen gran cantidad de ammonites piritizados o limonitizados, con aspecto de hierro oxidado, que contrastan con la claridad de las margas. Esta formación de tierras claras y relieves suaves se puede observar en las Sierras Subbéticas desde las Mellizas hasta los Pelaos, en todo el borde sur de la A-339.
- **Formación Capas Rojas:** intercalación de margas y margocalizas de color rosa asalmonado. No presentan fósiles visibles, pero albergan una cantidad de restos sorprendente de foraminíferos planctónicos. Pueden observarse en el límite S y O del Geoparque. Esta alternancia de niveles “duros” y “blandos”, la ritmita, se suele relacionar con cambios climáticos. La alternancia continuada de periodos de clima más cálido y más frío es explicada por ciclos que se producen en la Tierra y que tienen un origen astronómico. Se denominan ciclos de Milankovitch.

Paleoambiente

El siguiente diagrama representa el paleoambiente del Cretácico donde el clima continúa cálido, con poco hielo en los polos, al igual que en el Triásico y Jurásico. Durante este periodo geológico, la plataforma continúa bajo el mar Tethys y llega a producirse el mayor ascenso conocido del nivel del mar.

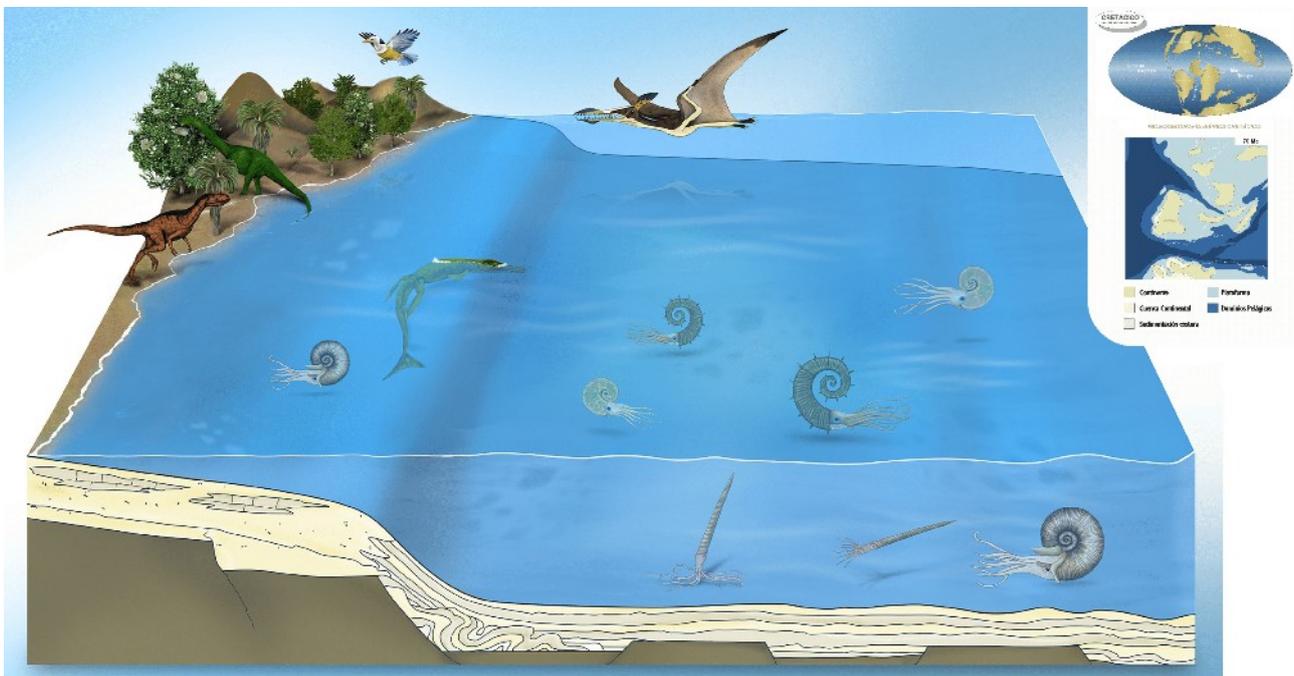


Como se aprecia en la imagen superior derecha, las tierras emergidas continúan separándose y alejándose entre sí, alcanzándose el mayor número de continentes de la historia. Esto se traduce en una mayor erosión de las tierras, en el desarrollo de la mayor extensión de plataformas marinas, y quizás de biomasa marina. Se formaron por entonces cerca de la mitad de las reservas mundiales de petróleo.

En las Sierras Subbéticas la cuenca se homogeneiza y en toda ella se deposita una potente secuencia de margas con cantidades menores de margocalizas en un ambiente de plataforma externa.

Las plantas con flores comienzan a conquistar la tierra. Los reptiles voladores (Caulkicephalus) compiten en el espacio aéreo con las aves primitivas. Entre los ammonites, en su continua diversificación, destacan formas de concha desenrollada (Himantoceras, Bochianites). Los grandes reptiles siguen dominando la tierra firme (Aragosaurio, Allosaurio) y el mar (Cricosaurio), aunque al final de este periodo les espera la gran extinción de hace 66 millones de años.

Hoy en día los fósiles más destacados que se encuentran en las Sierras Subbéticas de este periodo geológico son los ammonites de hierro y los foraminíferos planctónicos.



3.6 Terciario (66 – 2,5 Ma)

Materiales Geológicos

- **Calcarenitas:** Las calcarenitas son rocas sedimentarias intermedias que tienen porcentajes comparables de carbonatos y arenas. Suelen tener tonos amarillentos y con lupa se observan bien tanto los granos de arena detrítica como los componentes carbonatados, principalmente fragmentos de fósiles. En el territorio hay calcarenitas de distintas edades de edad cenozoica, pero las más



llamativas, por su espectacularidad de afloramiento, son las del Mioceno que aparecen en las inmediaciones de Iznájar.

- **Travertinos:** se forman por precipitación de CaCO_3 en medios continentales en relación con manantiales y cursos fluviales. Están formados por sucesivas superficies de precipitación donde los cristales crecen de forma perpendicular, poseen en general baja porosidad y gran tamaño de cristales. En la subida al Canuto, Sierra de Rute, hay un magnífico ejemplo.

Paleoambiente

El siguiente diagrama representa el paisaje, la topografía, la geología y el hábitat que caracterizaban la era Terciaria. Se trata de una época de importantes colisiones, inducidas por el acercamiento entre África y Eurasia. Esto va a provocar el cierre del mar de Tethys que, debido al colosal empuje, penetra bajo la placa euroasiática, o se pellizca entre los fragmentos de continentes que colisionan, quedando atrapado en las cordilleras alpinas, que en esta era nacen. Así, los sedimentos del viejo mar llegaron a alcanzar alturas por encima de los 8.000 metros, como es el caso de la Cordillera del Himalaya. A la vez que se cierra el Tethys, nace el mar Mediterráneo.

La nueva configuración de los mares y continentes favorece un enfriamiento general y progresivo del clima, y un aumento de la aridez, que culmina con los intensos fríos del periodo cuaternario.

En las Sierras Subbéticas, tras la elevación y creación de la Cordillera Bética, los sedimentos más recientes situados en las áreas más altas fueron velozmente retirados por la erosión.

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

Predominan las áreas de sabana habitadas por elefantes primitivos como *Deinotherium*, tigres de dientes de sable, caballos enanos, macacos o rapaces. La fauna marina se caracterizaba de tiburones, ballenas, abundantes braquiópodos, briozoos, erizos, corales, almejas... en general es más parecida a la de hoy en día.



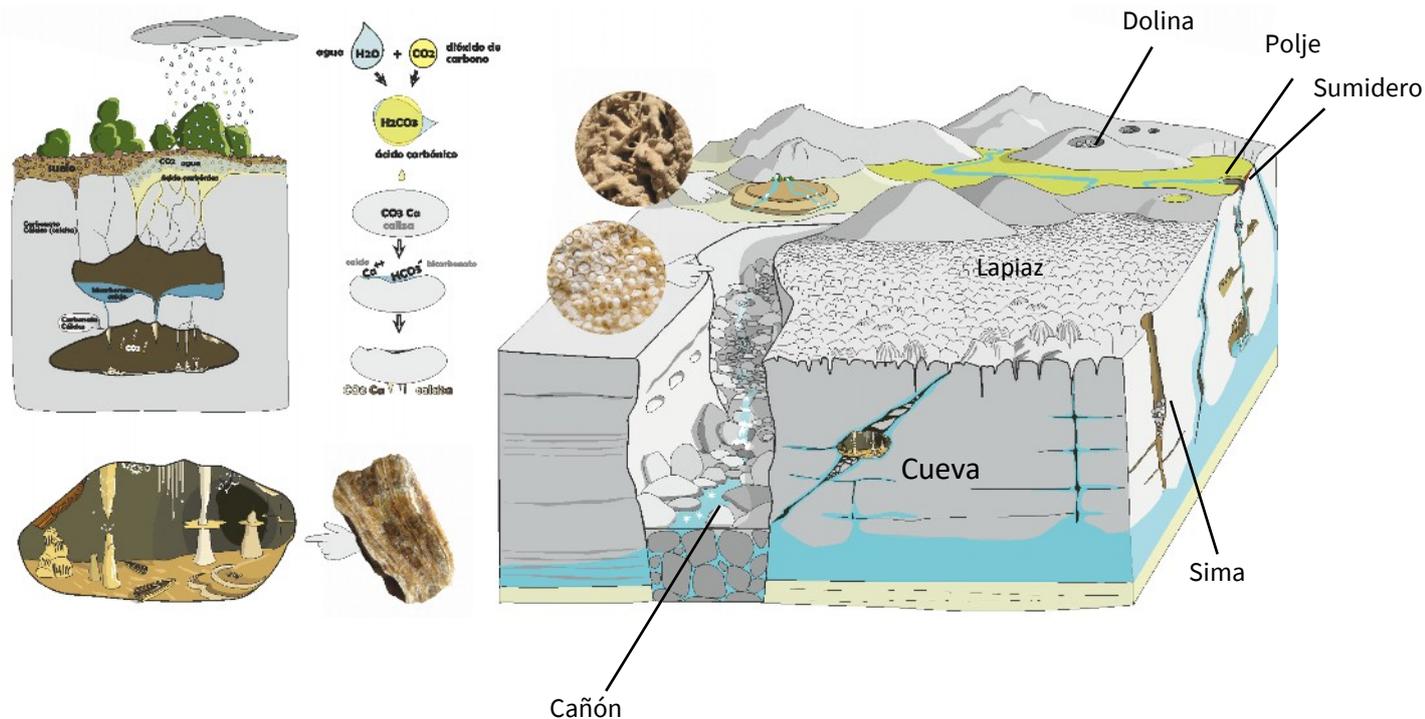
3.7 Cuaternario (2,5 Ma - actualidad)

Una de las características más interesantes del Cuaternario son los bruscos cambios climáticos. En su primera época, el Pleistoceno, de manera casi periódica se dan periodos de muy bajas temperaturas, en los que los casquetes glaciares ocupan vastas áreas del planeta. Es esta una etapa de especial ventaja para los grandes mamíferos adaptados al frío: mamuts, rinocerontes lanudos, osos cavernarios, etc.

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 45.000 años.

Los humanos llegan a la zona del Geoparque en plena Edad de Hielo. En este momento, todo el norte de Europa está ocupado por hielos perpetuos e incluso algún iceberg pudo alcanzar la plataforma del Golfo de Cádiz. Las Sierras Subbéticas no llegan a estar cubiertas de nieves perpetuas (glaciares), pero sí se vieron afectadas por copiosas nevadas así como por hielos estacionales, produciéndose procesos de periglaciario que modelaron de forma importante el paisaje del Geoparque, dejando una gran diversidad de paisajes kársticos que hoy conocemos, entre ellos, galerías subterráneas, poljes, dolinas, cañones fluviales, lapiazes, etc.

En este diagrama se muestran los diferentes elementos kársticos que caracterizan actualmente el paisaje de las Sierras Subbéticas.



Para completar la serie estratigráfica, se han añadido detalles como una superficie irregular, situado entre la caliza oolítica y la caliza nodulosa del Jurásico Superior, que representa un paleokarst. Un paleokarst es un rasgo muy antiguo del paisaje kárstico que indica que las calizas oolíticas que se formaban bajo el mar llegaron a emerger y erosionarse, antes de volver a hundirse y ser enterradas bajo las calizas nodulosas. En los siguientes diagramas se muestra la secuencia del paleokarst.

4. Fósiles

Para complementar la información de la columna estratigráfica, se han colocado varias losas de cerámica junto a ella mostrando los fósiles más representativos del Parque Natural y Geoparque Mundial Unesco Sierras Subbéticas. Abundan los diferentes tipos de ammonites, belemnites, braquiópodos, bivalvos y erizos de mar.

- **Ammonites:** una subclase extinta de moluscos cefalópodos que tenían la concha dividida en cámaras. El animal ocupaba la más externa y el resto era vaciada de líquido para alcanzar la misma densidad que el agua marina circundante. El resultado era que podía permanecer a cualquier profundidad sin esfuerzo. Aparecieron hace unos 400 millones de años durante el Devónico y se extinguieron durante la gran crisis que marca el final del periodo Cretácico, hace 65 millones de años. Su rápida evolución y su extenso rango de distribución los han convertido en piezas de referencia, fósiles guía, que permiten la datación de las rocas con bastante precisión en amplias zonas de la Tierra.



- **Belemnites:** un molusco cefalópodo extinto del grupo de los coleoideos, grupo que integra a todos los cefalópodos actuales (calamares, sepias y pulpos) con excepción del Nautilus. Al igual que ellos, los belemnites poseían un saco de tinta, pero a diferencia del calamar, tenían un esqueleto interno duro, que forma una protuberancia con forma de bala. Esta es la parte del belemnites que encontramos fosilizada. Durante el Jurásico y el Cretácico los belemnites fueron muy numerosos, de ahí que hoy los encontremos en abundancia en compañía de sus primos los Ammonites. Al igual que estos últimos, se extinguieron hace 65 millones de años.



- **Braquiópodos:** invertebrados marinos, bentónicos, gregarios y filtradores, que tienen el cuerpo protegido por dos valvas calcáreas, perforadas, que se articulan entre sí mediante una bisagra o charnela. En la actualidad, los braquiópodos calcáreos son más abundantes en aguas templadas, mientras que en aguas tropicales o subtropicales son más escasos. Soportan aguas fangosas, de alta energía y a diferentes profundidades (normalmente plataformas continentales).





- **Bivalvos:** moluscos marinos que se caracterizan por poseer el cuerpo aplanado lateralmente y una concha con dos valvas que lo cubre completamente. Las valvas están unidas por un ligamento que junto con la charnela funciona a modo de bisagra y permite la apertura de la concha. La concha de los bivalvos presenta grandes variaciones en tamaño, colores y formas y las líneas que se forman en la concha proporcionan información sobre la edad del animal y las condiciones ambientales en la que se produjo su crecimiento. Casi todas las especies de bivalvos viven en fondos marinos o dulceacuícolas blandos de forma subterránea.

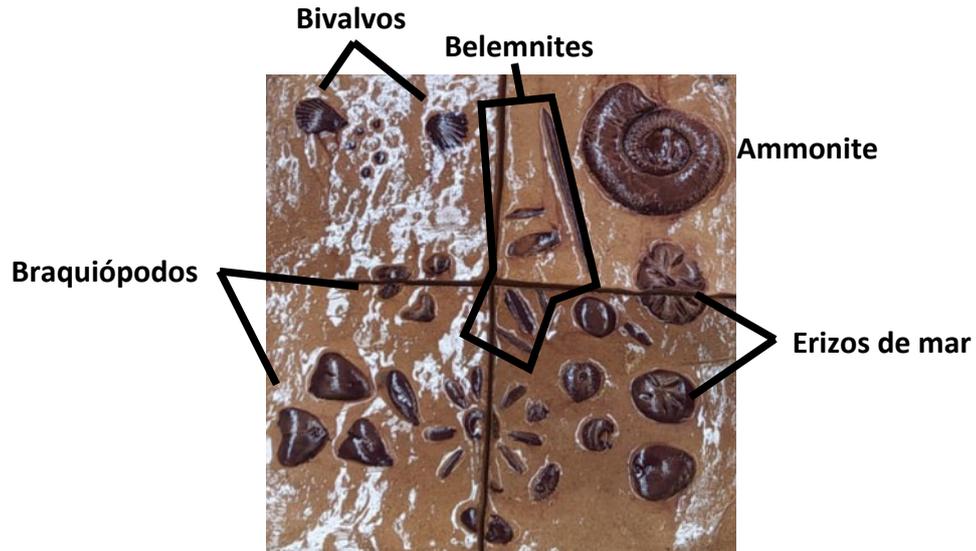


- **Erizos de mar:** son equinodermos marinos pertenecientes a la clase Echinoidea. Se caracterizan por su cuerpo esférico o en forma de disco cubierto de espinas y unos pies tubulares. Aferrando sus pies tubulares a las rocas, los erizos de mar pueden empujarse a sí mismos a lo largo de toda la superficie rocosa. Los erizos de mar se encuentran en diversos hábitats, desde zonas intermareales poco profundas hasta entornos de aguas profundas y desempeñan importantes funciones ecológicas en los ecosistemas marinos.





Ésta es una de las losas que podemos encontrar junto a la columna estratigráfica.



5. Bibliografía

Moreno Arroyo, B., Serna Baquero, A. (2013). *250 millones de años: la historia más antigua de la Subbética Cordobesa*. GDR de la Subbética Cordobesa, 39 pp.