

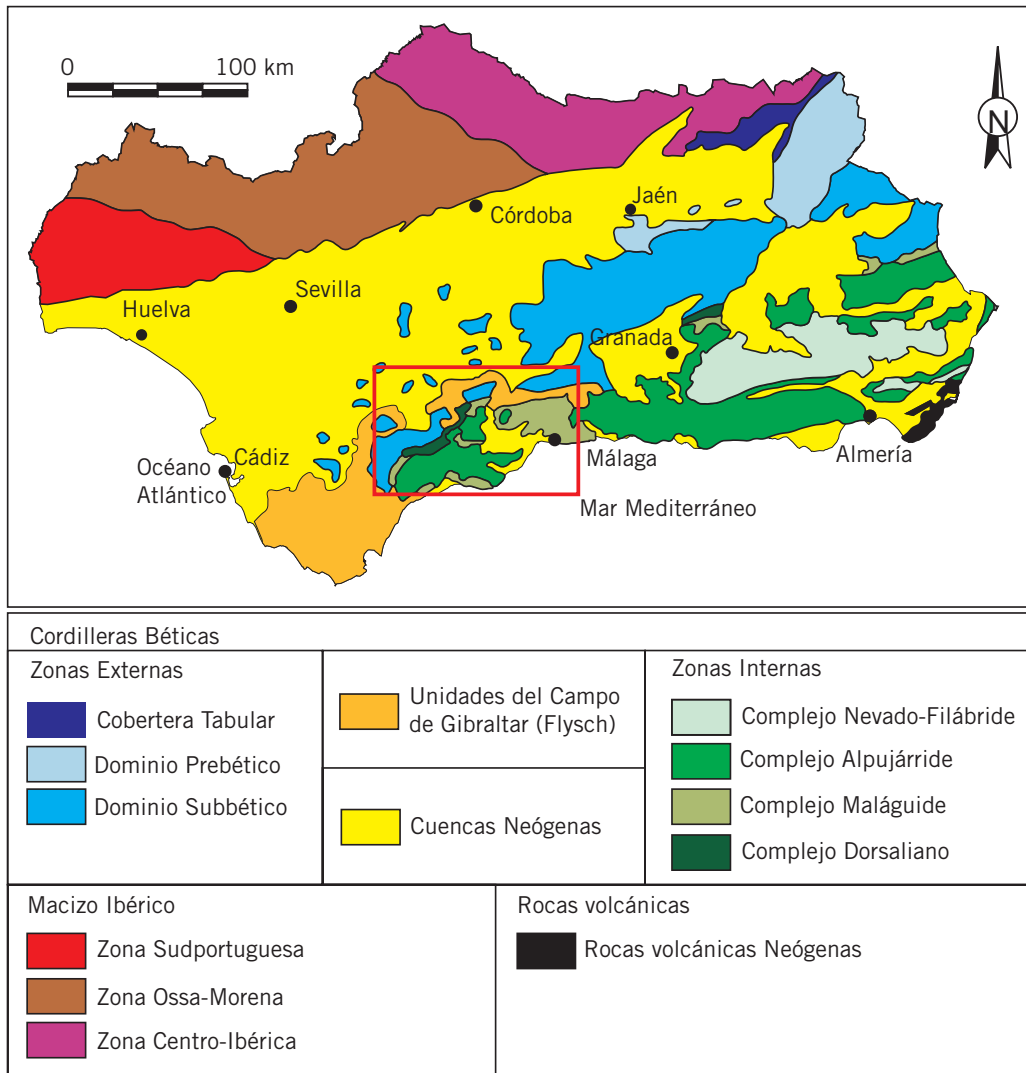
Capítulo 4



El karst subbético



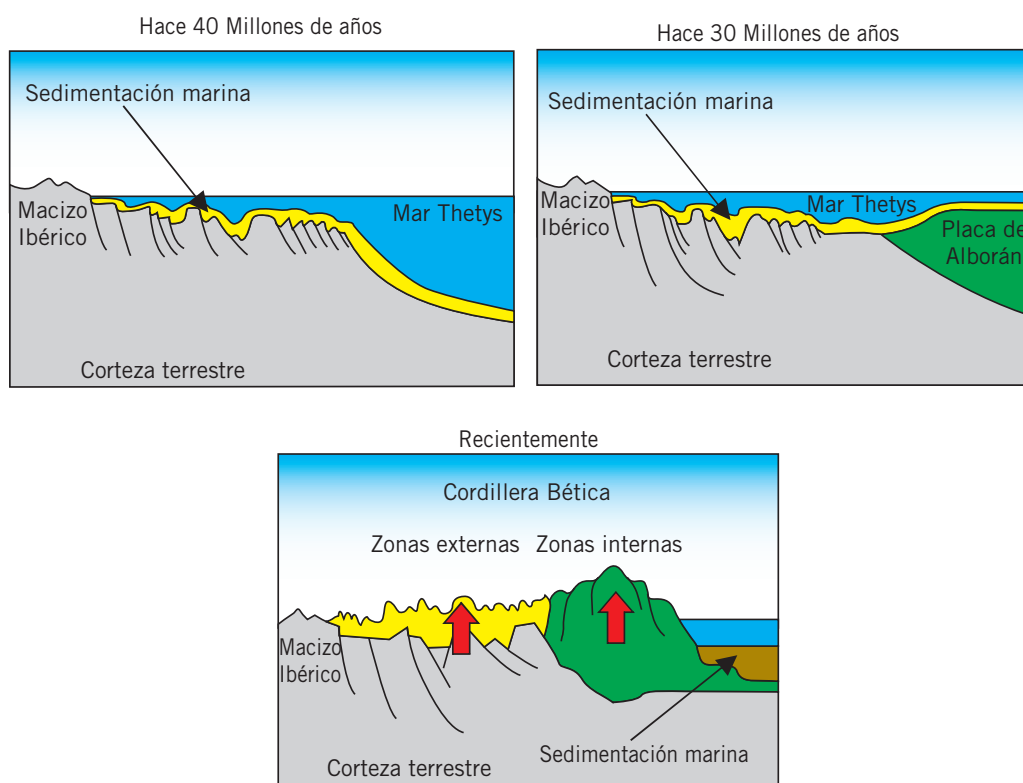
► 4.1. Contexto geológico



Mapa de situación y unidades geológicas principales.

La gran cadena montañosa caliza que se extiende desde la sierra de Grazalema, en el norte de la provincia de Cádiz, hasta Sierra Gorda, ya en el sector occidental de la provincia de Granada, con una directriz bética ENE–OSO integra un conjunto de sierras, todas ellas pertenecientes geológicamente al Subbético Interno (incluyendo el Penibético), que acogen algunos de los más bellos paisajes kársticos de la región andaluza. En este gran eje destacan, de oeste a este, macizos kársticos tan emblemáticos como los de las sierras del Grazalema, Ubrique, Endrinal, Líbar, Blanquilla, Torcal de Antequera y Sierra Gorda.

Las sierras del eje kárstico señalado están mayoritariamente constituidas por grandes afloramientos de rocas jurásicas y cretácicas de naturaleza carbonatada. Estas rocas se originaron a partir de sedimentos calcáreos formados por la acumulación de grandes cantidades de restos de esqueletos de organismos sobre los fondos marinos. La colisión de la pequeña placa de Alborán (Zonas Internas) con las placas Ibérica y Africana, iniciada hace al menos unos 21 Ma, en el Mioceno inferior, provocó el desplazamiento, la emersión y levantamiento de estos fondos. Estas rocas fueron plegadas, fracturadas y desplazadas formando los grandes relieves que hoy representan las Zonas Externas de la Cordillera Bética. Desde ese momento, los relieves se han visto sometidos a la acción erosiva del agua, el hielo y el viento, dando lugar al desarrollo de sistemas kársticos, tanto en superficie como en el medio subterráneo, exokarst y endokarst, respectivamente.



Por otro lado, el afloramiento de una unidad triásica (Trías de Antequera) compuesta por yesos, carbonatos y, sobre todo, arcillas, en el sector nororiental de esta área, ha permitido el desarrollo de excelentes fenómenos de endorreísmo. Se configuran cubetas lagunares de alto contenido salino y excepcional valor ecológico, cuyo ejemplo más relevante es la Laguna de Fuente de Piedra.

► 4.2. Sistemas morfodinámicos, formas y procesos de interés

► 4.2.1. Sistema Kárstico

El agua de lluvia o de fusión de la nieve y las aguas subterráneas son capaces de disolver las rocas solubles en un lento proceso que dura miles, cientos de miles y a veces millones de años. El paisaje resultante se denomina karst o paisaje kárstico. Se caracteriza por la presencia de abundantes formas de disolución en superficie (dolinas, poljes, lapiaces, etc.) y un complejo sistema de redes de cavidades subterráneas (galerías, simas, etc.).

Los karsts más frecuentes y conocidos se generan sobre calizas. Se debe a que las calizas son un tipo de roca muy soluble y, además, muy abundante en nuestro entorno mediterráneo. No obstante pueden generarse formas de modelado kárstico en otros tipos de rocas menos comunes, tales como las evaporitas (yeso, sal común u otras sales), cuarcitas, e incluso sobre hielo, en zonas polares.

Pero, ¿cómo sucede la disolución kárstica? La disolución se produce a través de una reacción química. En ella interviene por un lado el agua de lluvia (H_2O) o de fusión de nieve, con abundante dióxido de carbono disuelto (CO_2), que le confiere una cierta acidez, y la roca caliza ($CaCO_3$), dando como resul-

tado bicarbonato cálcico $[Ca (CO_3H)_2]$ componente que se disuelve fácilmente en el agua. La reacción química sería:



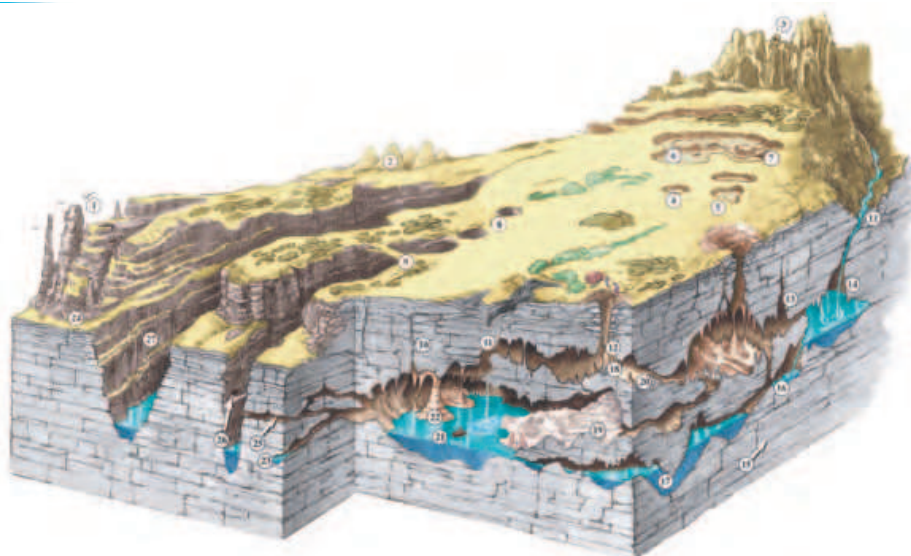
En la velocidad del proceso de disolución pueden incidir otros factores, como el grado de fracturación (diaclasas y fallas) de la caliza, que favorece la infiltración del agua y el desarrollo de procesos de disolución en el interior del macizo; y la pureza de la roca caliza, que se traduce en una mayor proporción de carbonato cálcico.

El residuo insoluble de la disolución de la caliza genera un depósito de color rojizo, compuesto por minerales de la arcilla y óxidos de hierro que recibe el nombre de “terra rossa” o “arcilla de descalcificación”.

Las formas del modelado kárstico atienden a muy diferentes clasificaciones. Una de ellas, de origen genético, queda resumida, de modo muy simplificado, en la siguiente tabla:

FORMAS KÁRSTICAS	Exokársticas	Disolución	<ul style="list-style-type: none"> Dolinas y uvalas Poljes Lapiaces, lenares o karren
		Acumulación	<ul style="list-style-type: none"> Travertinos o tobas
	Endokársticas	Disolución	<ul style="list-style-type: none"> Simas Cavernas
		Reconstrucción	<ul style="list-style-type: none"> Espeleotemas

FORMAS MÁS CARACTERÍSTICAS DE UN PAISAJE KÁRSTICO
(Tomada de J.L. Saura para J. Martínez en Ediciones Desnivel)

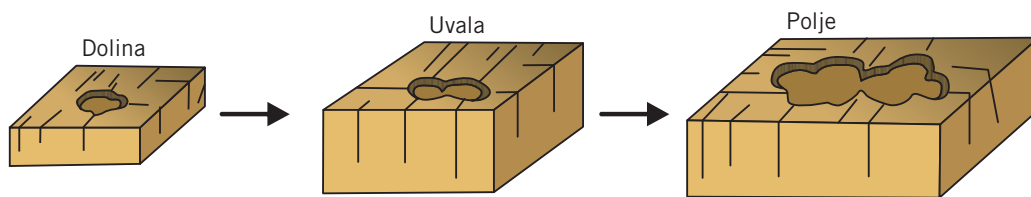


- | | | |
|---|-------------------------------|--------------------|
| 1.- Tepuys (karst en cuarcitas) | 10.-Diaclasa | 19.- Gours |
| 2.- Pitones, torres, mogotes (karst tropical) | 11.- Sumidero | 20.- Galería fósil |
| 3.- Lapiaz (karst de alta montaña) | 12.- Sima | 21.- Lago |
| 4.- Dolina de disolución | 13.- Chimenea | 22.- Columna |
| 5.- Uvala | 14.- Cascada | 23.- Surgencia |
| 6.- Polje | 15.- Junta de estratificación | 24.- Valle colgado |
| 7.- Ponor | 16.- Meandro | 25.- 'Trop Plein' |
| 8.- Dolinas de hundimiento | 17.- Sifón | 26.- Cueva |
| 9.- Puente de roca | 18.- Cono de derrubios | 27.- Cañón |



Dolina en la Sierra del Endrinal.
Joaquín Rodríguez Vidal.

Las dolinas o torcas son unas de las formas superficiales de disolución más habituales del modelado kárstico. Suelen deber su origen a la infiltración del agua por la intersección de dos fracturas o diaclasas, lo que genera una pequeña forma de disolución circular que progresivamente irá agrandándose. El desarrollo de un gran número de dolinas sobre una superficie da lugar a la formación de un campo de dolinas (proceso denominado dolinización). La coalescencia de varias dolinas da origen a las uvalas, las cuales pueden evolucionar hacia la formación de un polje.



Evolución de dolina a polje (modificada de Llopis, 1970).



Polje del Republicano. Miguel Villalobos.

Los poljes son las formas de absorción kárstica de mayor extensión superficial. Consisten en cubetas, generalmente endorreicas, de forma aplanada, en las que los cursos de agua acaban perdiéndose a través de los sumideros (también denominados ponor) para incorporarse al medio subterráneo.

Es frecuente encontrar en los

poljes algún relieve aislado, resto de la roca que no ha sufrido los efectos de la disolución, denominado hum.

Se entiende por lapiaces, lenares o karrens los canales y surcos, separados por cretas agudas, formados por el efecto disolvente del agua cuando circula por la superficie de la roca. Los hay de muy diferentes tamaños, desde microlapiaces hasta lapiaces de grandes cretas.



Desarrollo de un lapiaz: génesis de crestas por disolución de las calizas y consiguiente acumulación de arcillas de descalcificación en las grietas (Diputación Foral de Guipúzkoa, 1991).



Lapiaz en la Sierra del Endrinal.
Joaquín Rodríguez Vidal.



Travertinos en cascada.
Juan Carlos Braga Alarcón.



Entrada a la sima GESM. Juan Mayoral
(Federación Andaluza de Espeleología).

Los depósitos asociados a las surgencias y manantiales kársticos originados por la precipitación de carbonato sobre musgos o vegetales superiores se conocen con el nombre de travertinos o tobas. Los travertinos llegan a formar verdaderos edificios que adquieren diversas morfologías, algunas muy curiosas.

Las simas son las formas de conducción con desarrollo vertical, cuya función es la de favorecer la incorporación del agua de lluvia o superficial al medio subterráneo. Generalmente, su origen está relacionado con el hundimiento o el progreso de una dolina en profundidad.

Las cavernas o cuevas consisten en formas de conducción con desarrollo horizontal en el interior de las rocas.



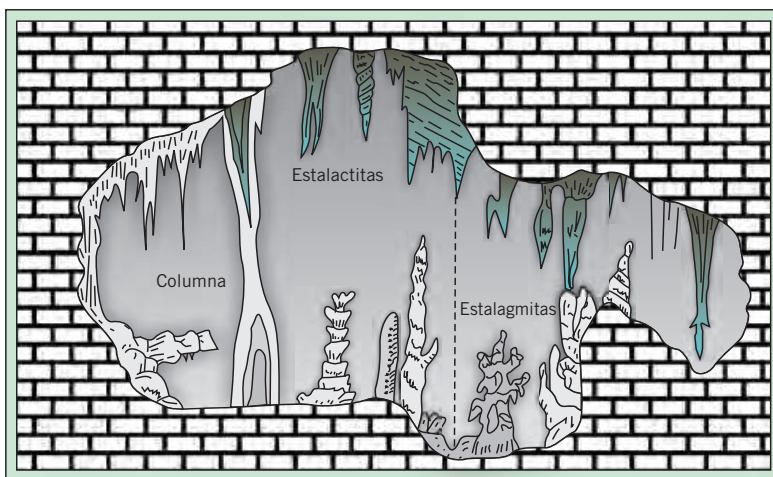
Sima GESM. Anohes Moral Tello.



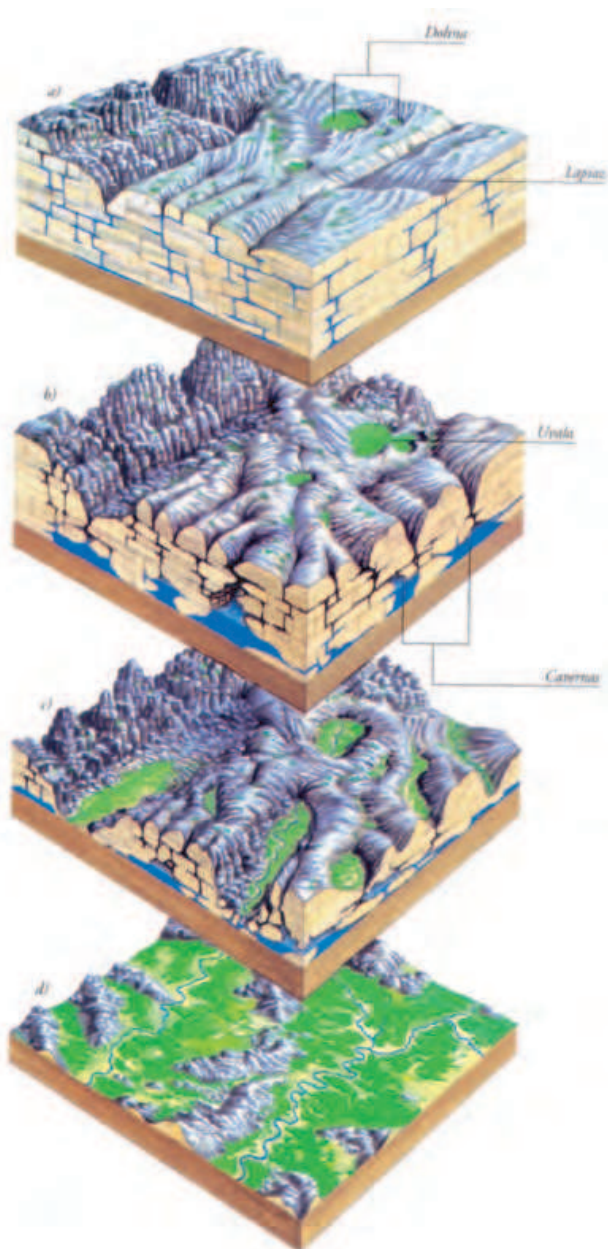
*Espeleotemas de la Cueva de Doña Trinidad.
Manuel J. González Ríos.*

Son formas originadas por la disolución y erosión de la roca a favor de los cursos de agua subterránea. Se consideran activas cuando circula agua por ellas, y fósiles o muertas cuando se sitúan por encima del nivel del acuífero. Según su morfología y dimensiones se denominan corredores, cuando son largas y estrechas, galerías, cuando son muy altas, o salas, cuando son muy amplias.

Los espeleotemas son depósitos de material carbonatado (calcita y aragonito) sobre la superficie de las cuevas. Las más habituales son las estalactitas, que son concreciones que enraízan en el techo, estalagmitas, que se disponen sobre del suelo, columnas, que son estalactitas y estalagmitas unidas, y cortinas, formadas por unión lateral de columnas, etc.



*Depósitos carbonatados endokársticos
(Según Selby, 1985).*



a) Fase Embrionaria

El agua de lluvia y la nieve actúan sobre la superficie caliza, disolviéndola, dando lugar a un paisaje kárstico incipiente. La presencia de fracturas favorece la disolución. En esta fase el proceso dominante es la disolución y la erosión del material carbonatado.

b) Fase de Juventud

La circulación y la infiltración de agua por todo el cuerpo calizo va a incrementar la disolución de las calizas, desarrollando más formas superficiales y subterráneas.

c) Fase de Madurez

El paso del tiempo va acentuando las formas del relieve, dando lugar a modelados muy singulares. En esta fase se forman los primeros espeleotemas en el interior de las cavidades.

d) Fase de Senilidad

La superficie caliza es prácticamente eliminada, salvo pequeños islotes que se resisten a la disolución, generándose una superficie más o menos plana cubierta de sedimentos. Además, las cavidades subterráneas comienzan a rellenarse hasta terminar colmatándose. En esta última etapa los procesos dominantes son la sedimentación y la fosilización.

4.2.2. Sistema Lacustre

Los lagos son masas de agua continentales aisladas que deben su existencia a que el balance de las entradas (lluvia, ríos, etc.) y salidas (evaporación, infiltración, etc.) de agua en una determinada cuenca es positivo. Las cubetas lagunares andaluzas, que se desarrollan generalmente sobre los materiales arcillosos del Triásico o de las unidades olitostromicas del Guadalquivir, responden casi siempre al modelo de pequeñas cuencas endorreicas muy poco profundas, asentadas sobre materiales de baja permeabilidad. Están alimentadas, en mayor o menor medida, por agua de lluvia y escorrentía superficial y asociados a descargas difusas de acuíferos.

► 4.3. Localidades de interés

► 4.3.1. Complejo de las Motillas (483)

El Cerro de las Motillas presenta uno de los sistemas kársticos subterráneos más extensos e interesantes de Andalucía. Desde 1975, el grupo espeleológico GLEX ha estado trabajando en este complejo, aportando gran parte de la información de la que hoy se dispone. Hasta el momento, se conocen 6 km de galerías distribuidas a diferentes niveles y 9 entradas a distinta altura, por lo que constituye un excelente modelo de espeleogénesis. Una de las entradas más características es la Cueva de las Motillas. Situada en la vertiente nororiental del macizo, es una antigua surgencia, desarrollada cuando el nivel de base del Arroyo de los Arrieros estaba situado más alto (60 m sobre la altura actual). Esta cavidad permanece totalmente seca, lo que favoreció su utilización desde tiempos remotos. Otras entradas, situadas a cotas inferiores, son la Cueva del Agua, el Sumidero de Parralejo y el Sumidero del Ramblazo, que se activan como surgencias sólo en épocas de crecida, cuando los manantiales de descarga habituales no dan abasto para evacuar el caudal que circula por el sistema.

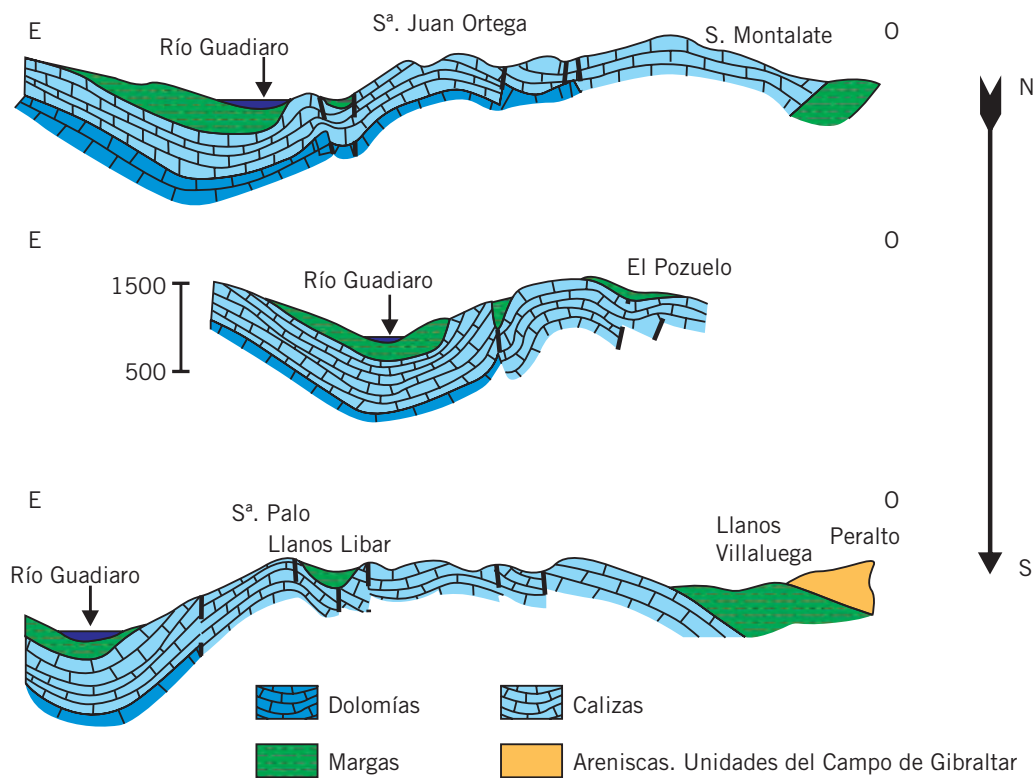


Boca de entrada a la Cueva de las Montillas. A. Santiago Pérez.

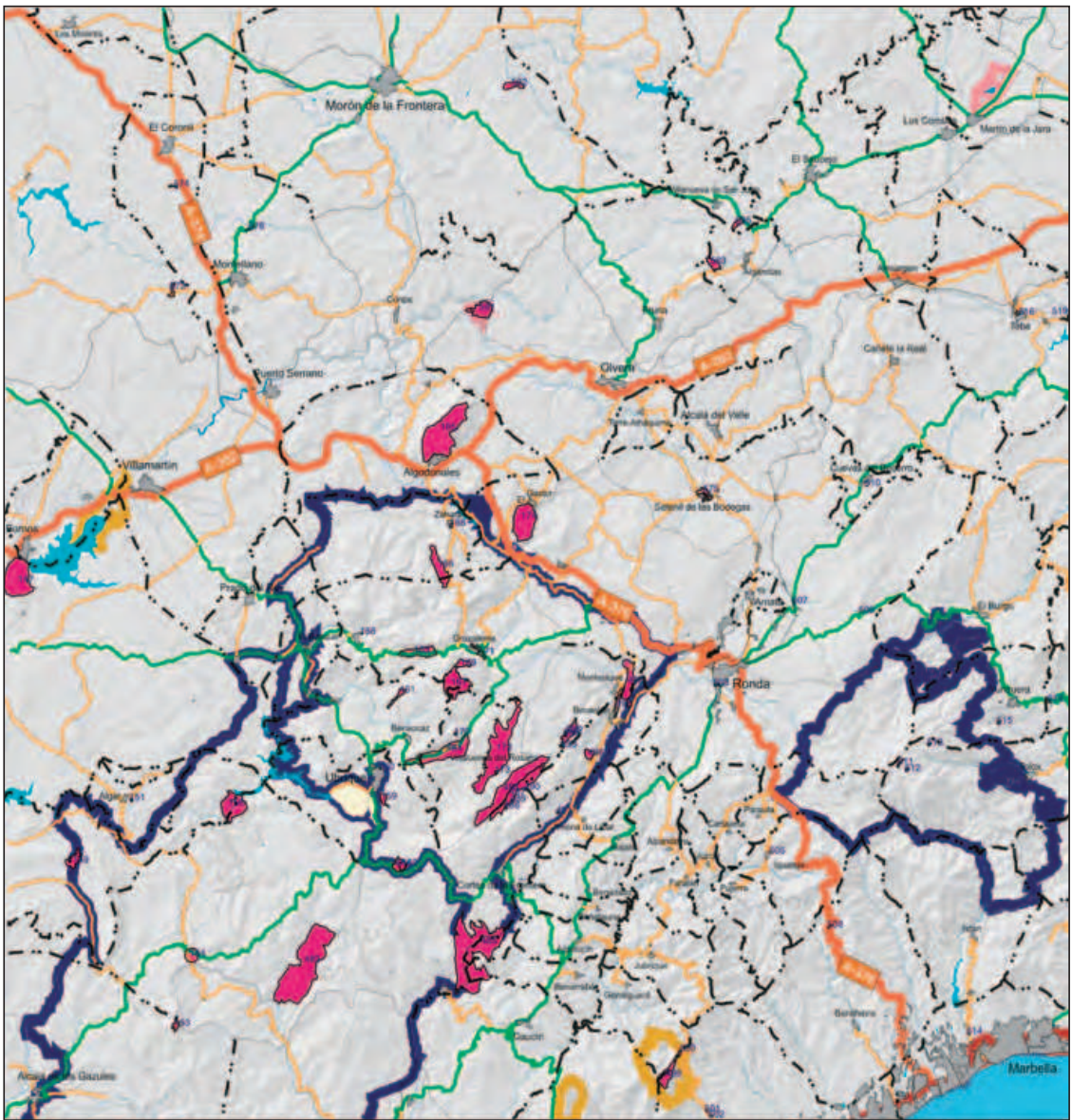
► 4.3.2. Sierra de Líbar (486)

La Sierra de Líbar es el macizo kárstico más oriental de la Sierra de Grazalema, ocupando los municipios de Cortes de la Frontera, Benaolán y Montejaque. Estructuralmente, este relieve está constituido por un pliegue en cofre cortado por un conjunto de fracturas y fallas, que lo dividen en distintos bloques rocosos. Los bloques topográficamente más altos son afectados por la escorrentía superficial, generando un intenso lapiaz, que facilita la incorporación de agua al interior del macizo. En los bloques topográficamente más bajos se desarrollan excelentes ejemplos de poljes. En la vertiente oriental de este sistema kárstico, y bajo la influencia de río Guadiaro, que transcurre por las proximidades, se sitúan dos cavidades muy conocidas, la Cueva de la Pileta y el Complejo Hundidero – Gato, que se describen más adelante.

CORTES GEOLÓGICOS DEL MACIZO DE LA SIERRA DE LÍBAR
 (Tomada de www.club.telepolis.com)



Detalle de los modelados de lapiaz en la Sierra de Líbar. Joaquín Rodríguez Vidal.




Espacios Naturales Protegidos


 Parque Natural


 Paraje Natural

 Reserva Natural

 Monumento Natural


Infraestructuras viarias

 Autopistas y autovías

 Carretera de 1^{er} orden


 Comarcal

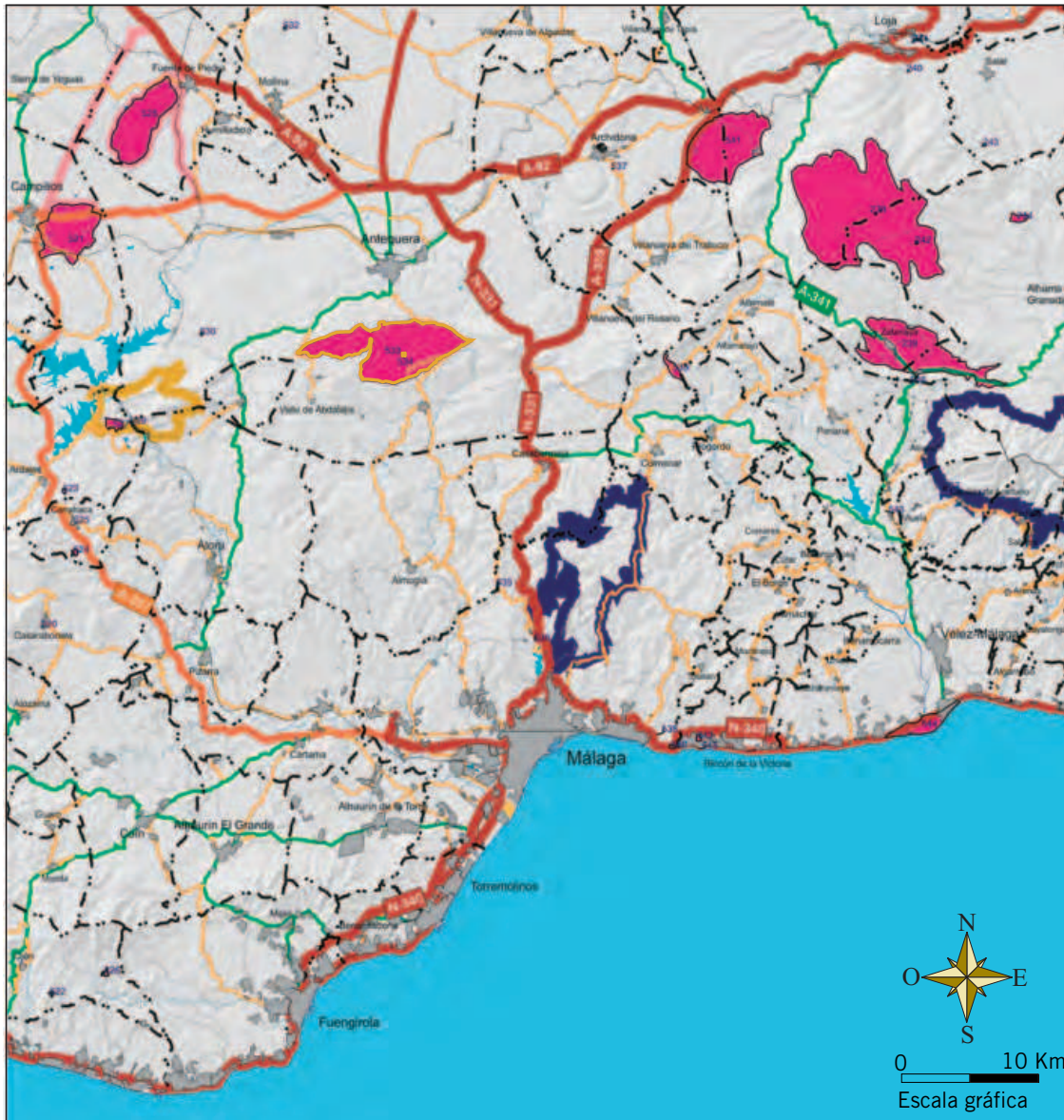
 Local

 Caminos, pistas particulares

Otras

 Red fluvial

 Términos municipales



Mapa de situación de las localidades de interés del eje kárstico Sierra de Grazalema-Torcal de Antequera-Sierra Gorda. Listado de las localidades inventariadas en la página siguiente >>



Código Denominación

153	Pico Aljibe	151	Cueva de los Bermejales
162	Sima Peñón de El Berrueco	154	Corte del Puerto de Gáliz
174	Cerro de Lagarín en El Gastor	155	Montera del Torero en Los Barrios
483	Karst de Las Motillas	156	Tajo de Los Hurones
484	Karst del Peñón de El Berrueco	158	Fuente de Benamahoma
485	Garganta de Buitreras	159	Fallas del Saltadero de Ubrique
486	Karst de la Sierra de Líbar	160	Fuente de Ubrique
487	Polje de los Llanos de Líbar	161	Fallas del Salto del Cabrero en Benaocaz
488	Sima Karst	163	Canchales de la Sierra del Pinar
489	Hoyo de Cortes	164	Manga de Villaluenga
490	Sima del Flaco	165	Karst de la Sierra de Líjar
491	Cueva de Chapi	166	Garganta Verde en Zahara de la Sierra
492	Polje del Pozuelo	167	Karst de la Sierra del Endrinal
493	Sima del Pozuelo (I)	168	Peñón de Zahara de la Sierra
494	Sima del Pozuelo (II)	169	Polje del Endrinal en Grazalema
495	Sima de Manuel Pérez	170	Sima de Cacao
496	Cueva de la Pileta	171	Paleokarst de Grazalema
497	Polje de Benaoján	172	Polje de los Llanos del Republicano
498	Complejo Hundidero-Gato	173	Sima del Republicano
499	Peridotitas de Los Reales-Sierra Bermeja	175	Escarpes del Río Trejo en Setenil
500	Diques anatócticos del Puerto de Peñas Blancas	581	Peñón de Zaframagón
501	Migmatitas de Estepona	238	Karst de Sierra Gorda
502	Rocas cataclásticas de Estepona	239	Polje de Zafarraya
503	Tajo de Ronda	240	Manantial del Manzanil
505	Surgencia del río Genal	241	Infiernos de Loja
507	Areniscas calcáreas del Mioceno de Ronda	242	Complejo Sima Rica-Redil
508	Layering de peridotitas del Puerto del Madroño	243	Serie Jurásica del Cortijo Cardador
509	Paleokarst del Puerto del Viento	244	Serie Jurásica de Venta Quesada
510	Manantial de El Carrizal (Nacimiento)		
511	Dolinas Hoyos de los Pilones		
512	Sima GESM		
513	Sima del Aire		
514	Conglomerados de Marbella		
515	Cueva de Zarzalones		
516	Serie Jurásico Superior de Teba		
517	Balneario de Tolox		
518	Manantial de Jorox		
519	Serie Cretácico superior del río de la Venta		
520	Travertinos del Castillo de Casarabonela		
521	Lagunas de Campillos		
522	Mina de cromo-níquel La Gallega		
523	Cueva de Doña Trinidad		
524	Minas de níquel de Carratraca		
525	Balneario de Carratraca		
526	Minas de vermiculitas de Ojén		
527	Sedimentos miocenos de El Chorro		
528	Laguna de Fuente de Piedra		
529	Desfiladero de los Gaitanes		
530	Sima del Águila I		
532	Sima de El Soldado		
533	Torcal de Antequera		
534	Sima Rasca		
535	Pliegues de la carretera de Casabermeja		
536	Diques basálticos del Guadalmedina		
537	Ofitas de Archidona		
538	Permotrias Maláguide en el Arroyo del Cantal		
539	Deslizamiento de Colmenar		
540	Complejo de La Araña		
541	Karst yesífero de Salinas-Fuente Camacho		
542	Cueva del Tesoro		
543	Cuaternario marino de los Cantales		
544	Delta del río Vélez		
545	Formación de la Viñuela		
546	Cueva del Boquete de Zafarraya		
547	Cueva de la Fájara		
147	La Angostura de Bornos		
149	Garganta de Bogás en Sierra de las Cabras		
150	Ofitas de El Tempul		
151	Cueva de los Bermejales		

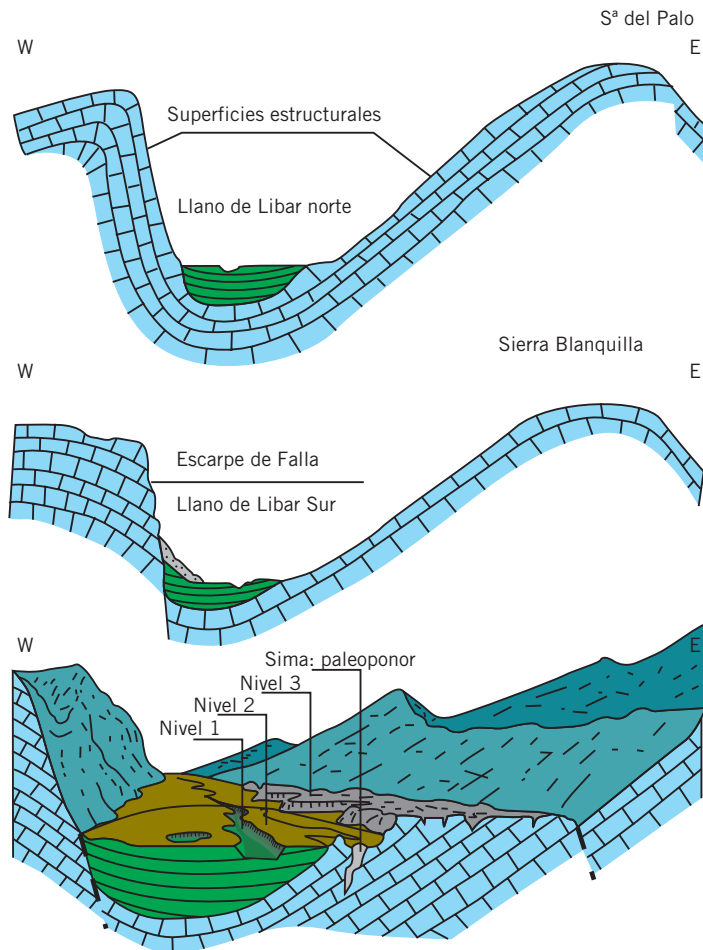


Polje de Lívar. Miguel Villalobos.

► 4.3.3. Polje de la Sierra de Lívar (487)

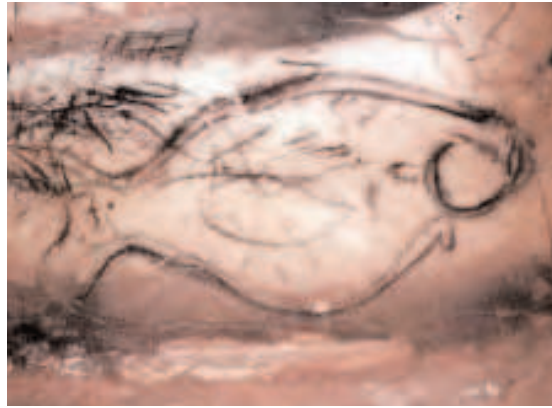
El polje de Lívar constituye una depresión kárstica cerrada entre bloques calizos limitados por fallas, por lo que su orientación y extensión está controlada fundamentalmente por factores tectónicos. Además de ser una de las depresiones kársticas más extensas de todo el macizo de la Sierra de Grazalema (con 4,3 km de longitud y 1,5 km de anchura), el polje destaca por presentar varias superficies situadas a distintas alturas sobre el valle actual, que son interpretadas como antiguos niveles de instalación del polje. En la depresión se sitúa la Sima de Lívar, que representa un paleoponor desarrollado en un antiguo valle del polje.

CORTES GEOLÓGICOS SERIADOS DEL POLJE DE LÍBAR
(Tomado de Delannoy, 1999)



► 4.3.4. Cueva de la Pileta (496)

La Cueva de la Pileta se sitúa en la vertiente oriental de la Sierra de Líbar, al sur de la población de Benaoján. El sistema de galerías que conforman la cueva representa un antiguo sistema de drenaje subterráneo que permitía la circulación de aguas en el interior del macizo de la Sierra de Líbar hacia el cauce del río Guadiaro. Durante aquel periodo, las galerías funcionaban en régimen inundado, es decir, estaban en la zona saturada de



Detalle de una pintura rupestre, en este caso de un pez, en una de las salas interiores de la cueva.

agua. Posteriormente, se produjo el encajamiento del río Guadiaro, provocando el descenso del nivel piezométrico y, con ello, de la zona saturada. De esta forma la red de galerías de la cueva pasa a estar en la zona no saturada, y por tanto deja de estar ocupada por el agua. Sin embargo, su funcionalidad continúa, ya que recibe las aguas que se infiltran en la superficie del macizo, las cuales provocan la construcción de espeleotemas en el interior de las galerías. Los resultados de las dataciones absolutas realizadas sobre estas construcciones ponen de manifiesto que entre los periodos de formación de espeleotemas existen otros de erosión, a través de escoorrentías subterráneas agresivas, que provocan el desgaste de estas formas. La cueva alberga excelentes restos arqueológicos del Paleolítico y Neolítico, con un legado de más de 3000 grabados rupestres e inscripciones. Este hecho la cataloga como una de las cuevas más importantes de España.

► 4.3.5. Complejo Hundidero–Gato (498)

El complejo Hundidero–Gato, situado en el extremo sur de la Sierra de Líbar–Algarrobo, está catalogado como la cavidad de mayor desarrollo de toda Andalucía, con 7.818 m de galerías y 212 m de desnivel. El sistema representa el curso subterráneo del río Guadares, cuyo nacimiento se encuentra en la Sierra del Caíllo. El río se infiltra en la boca de Hundidero, a través de una calizas jurásicas del Dominio Subbético interno, sobre las cuales, en el primer cuarto del siglo XX, se construyó la Presa de Montejaque, con el fin de aprovechar su caudal, función que nunca llegó a cumplir. Tras un recorrido de 4,5 km, el río Guadares sale por la boca de Gato, a cuyo pie circula el río Guadiaro, conectando con éste. El carácter torrencial del curso subterráneo permite el desarrollo de grandes galerías y amplias salas en el interior del sistema. La salida del río Guadares tendría lugar a través de los dos orificios que se observan en la fachada de la boca de Gato, hasta que en el Pleistoceno se produjo el encajamiento del río Guadiaro, que provocó la reestructuración de la red fluvial. Esto influyó en el nivel del río Guadares, que se encajó originando una nueva salida del sistema, que coincide con la que conocemos hoy día.

Actualmente, la cueva alberga una importante población reproductora de murciélagos.

Complejo Hundidero-Gato

Acceso a Boca de Hundidero

Presas de Montejaque



Vista aérea de la entrada a la cueva Hundidero. Miguel Villalobos.



Boca de Gato

Vista general de la salida de la cueva del Gato. Miguel Villalobos.



Galería interior de Hundidero-Gato. CIE de Montejaque.

► 4.3.6. Polje y sima de los Llanos del Republicano (172 y 173)

Los Llanos del Republicano conforman un amplio polje de dirección NE-SO, cuyo fondo está labrado sobre margas, materiales turbidíticos y depósitos aluviales actuales. Por él circulan dos arroyos, Los Álamos, procedente del norte, y Las Merinas, del sur. Ambos cursos confluyen en el sumidero de la sima del Republicano, a través del cual se introducen las aguas en el medio subterráneo. Dicha sima termina en una amplia red de galerías y pozos muy complejos, que llegan a alcanzar la profundidad de -240 m. La red espeleológica conduce a un lago de aguas cristalinas, con un pozo en el fondo que lleva a un sifón, actualmente en exploración espeleológica



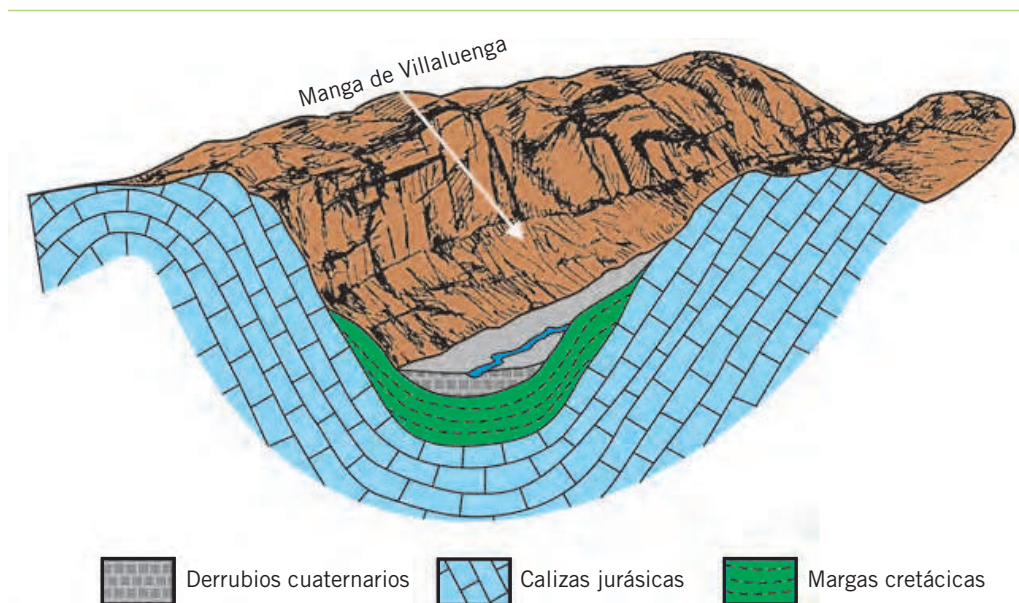
Vista de la boca de entrada a la sima del Republicano. Espeleo Club Karst (EK).

► 4.3.7. Manga de Villaluenga (164)

La Manga de Villaluenga es la depresión alargada que queda entre los relieves de la sierras de Caíllo y el Endrinal, al norte, y Atochar y Chaparral, al sur. Estructuralmente es un corredor sinclinal colgado, muy fracturado y basculado hacia la depresión de Ubrique–Benaocaz. Sus paredes están formadas por calizas jurásicas muy erosionadas y karstificadas, con formas de disolución visibles (lapiaces). El fondo está labrado sobre margocalizas cretácicas, que favorecen el desarrollo de una buena cobertera vegetal. Sobre las paredes calizas, y muy próxima a la localidad de Villaluenga, se localiza la sima del mismo nombre. La boca de la sima, constituida por un cañón cubierto por bloques caídos, conecta internamente con una red de galerías que permiten profundizar hasta -194 metros. En época de lluvia esta red kárstica se inunda de agua, llegando a desaguar a través del manantial de Algarrobal (Ubrique).



Vista parcial de la depresión de la Manga de Villaluenga donde se observa fácilmente la estructura sinclinal de la misma. Joaquín Rodríguez Vidal.

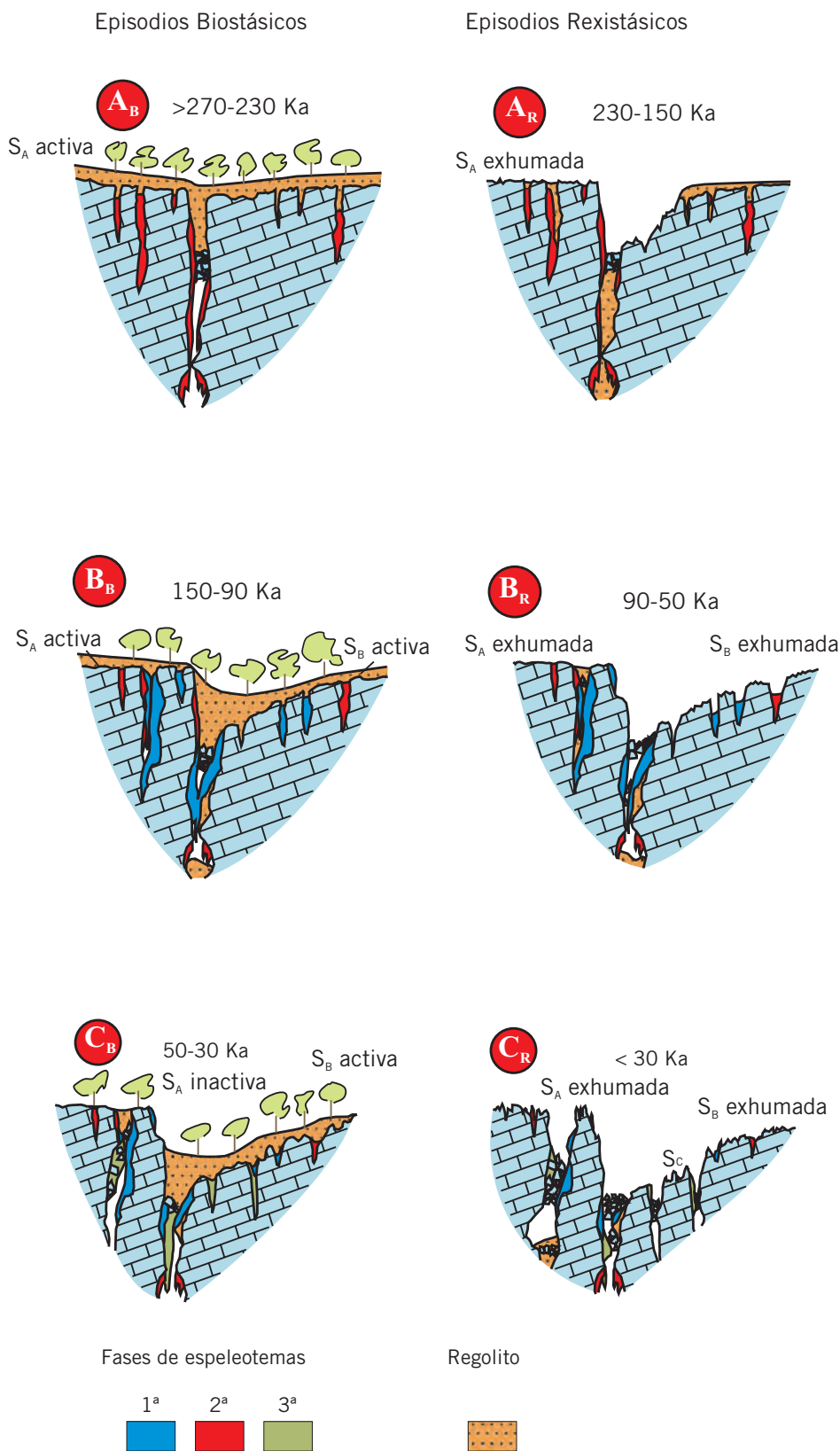


► 4.3.8. Sierra del Endrinal (167 y 169)

La Sierra del Endrinal constituye una amplia plataforma kárstica cuyas formas están relacionadas con la alternancia de periodos fríos y cálidos durante el Cuaternario. Esta plataforma kárstica (1400 metros de altitud) está rodeada por escarpes con un desnivel de entre 100 y 200 m, dando una morfología en “mesa” con una geometría casi circular. Desde el punto de vista estructural, la sierra se compone de un conjunto de pliegues suaves a los cuales se superpone una intensa fracturación, de dirección N-S, que favorece el proceso de karsificación. El modelado kárstico de la Sierra del Endrinal presenta dos tipos de relieve: uno, de laderas suaves y lomas redondeadas, típico de un antiguo karst cubierto, y otro, de superficies esculpidas por lapiazes desnudos típicas de un karst activo libre.



Sierra del Endrinal. Joaquín Rodríguez Vidal.



En el modelado de la sierra se han identificado tres superficies erosivas, las dos primeras relictas y la última funcional. En cada una de estas superficies se suceden episodios de formación de modelados kársticos relacionados con periodos de biostasia local, bajo un clima húmedo, templado o cálido, y episodios de

erosión mecánica, que regularizan el relieve, relacionados con periodos de rexistasia, con menor precipitación y de carácter torrencial en condiciones más frías. Esta alternancia tiene como resultado la modificación del paisaje kárstico a lo largo del Cuaternario.

► 4.3.9. Paleokarst de Grazalema (171)

El paleokarst de Grazalema representa el mejor ejemplo de karst antiguo de la provincia de Cádiz. La presencia de determinadas estructuras permite conocer que el karst se originó durante dos episodios distintos, uno en el Jurásico medio–superior y otro durante el Cretácico inferior. Durante el primer episodio, la superficie caliza sufrió los procesos típicos de kárstificación, con la formación de modelados de disolución. Posteriormente, la superficie fue cubierta por fangos carbonatados del Jurásico superior, los cuales tendieron a rellenar y a fosilizar las distintas formas originadas. En el siguiente episodio, acontecido en el Cretácico inferior, de nuevo el macizo calizo queda expuesto a los procesos kársticos. Tal y como sucedió en el primer episodio, sedimentos más jóvenes, en este caso margas y arcillas del Cretácico medio–superior hasta el Mioceno inferior, rellenan las irregularidades de origen kárstico. Todo el conjunto, posteriormente, es plegado y fracturado debido a la actividad tectónica producida durante la Orogenia Alpina.



Paleokarst en las calizas jurásicas, sobre las que se asienta el pueblo de Grazalema, cubierto por las margas cretácicas. Joaquín Rodríguez Vidal.

► 4.3.10. Desfiladero de los Gaitanes (529)

El desfiladero de los Gaitanes es un cañón fluvio-kárstico originado por la incisión del río Guadalhorce sobre calizas y dolomías jurásicas subbéticas y areniscas y conglomerados del Mioceno. El encajamiento crea una garganta de más de 300 m de desnivel, con una anchura menor a 10 m en algunos puntos.



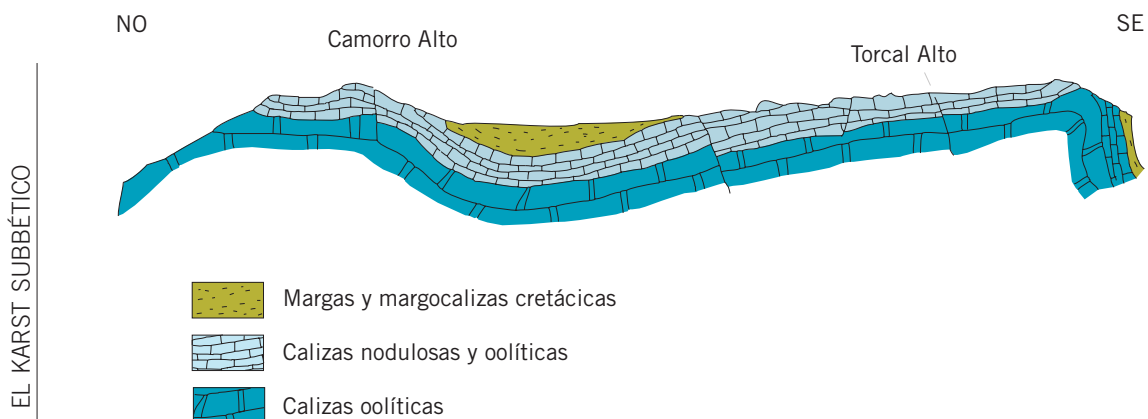
En las paredes se observa un corte natural de los materiales, en los que se distingue su estructura interna, e incluso se reconocen cuevas y abrigos. El tramo más interesante de todo el desfiladero, en cuanto al paisaje, se encuentra en la zona de mayor estrechez, justo donde comienza el conocido “Caminito del Rey”.

Vista del desfiladero en su sector más estrecho, con el “Caminito del Rey” al fondo. Miguel Villalobos.

► 4.3.11. Torcal de Antequera (533)

El Torcal de Antequera es uno de los paisajes kársticos más espectaculares de España. La alineación de los relieves (dirección E-O), la disposición tectónica (pliegue en cofre o champiñón, con una amplia charnela con estratos subhorizontales y flancos breves y abruptos con estratos subverticales, intensamente fracturado por varios juegos de fallas) y la composición litológica de los materiales (formaciones carbonatadas del dominio Penibético de las Zonas Externas), favorecen la formación de este modelado kárstico. Las formas superficial y subterráneas que se desarrollan son numerosas y variadas, y algunas son exclusivas de este karst.

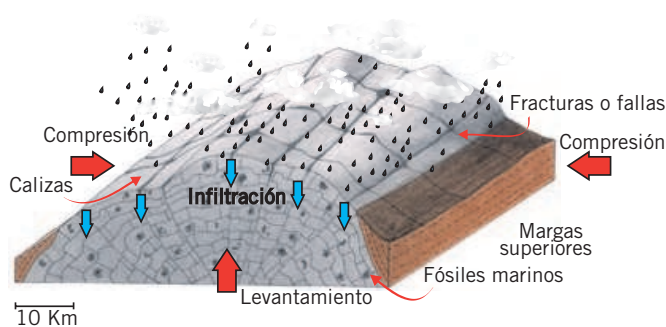
CORTE GEOLÓGICO DEL TORCAL DE ANTEQUERA
(Modificada de Martín Algarra, 1987)



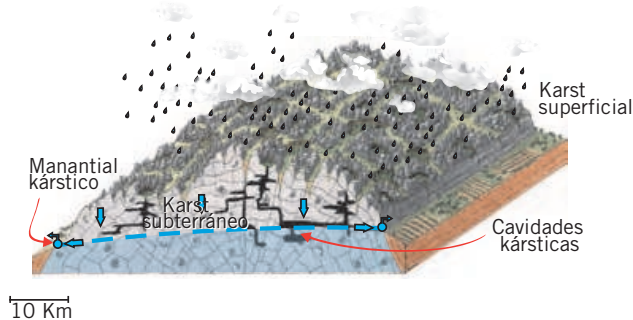
ORIGEN DEL TORCAL DE ANTEQUERA
(Realizado por TECNA S.L.)



Hace unos 200 millones de años, durante el Jurásico, lo que hoy constituye el Torcal era un mar en cuyas aguas vivía una fauna marina muy característica (ammonites, belemnites, etc), que hoy no existe. Cuando los organismos morían, sus esqueletos (conchas, etc.) se depositaban y acumulaban en estos fondos dando lugar a las rocas calizas, que se disponían en estratos hasta alcanzar espesores de miles de metros.

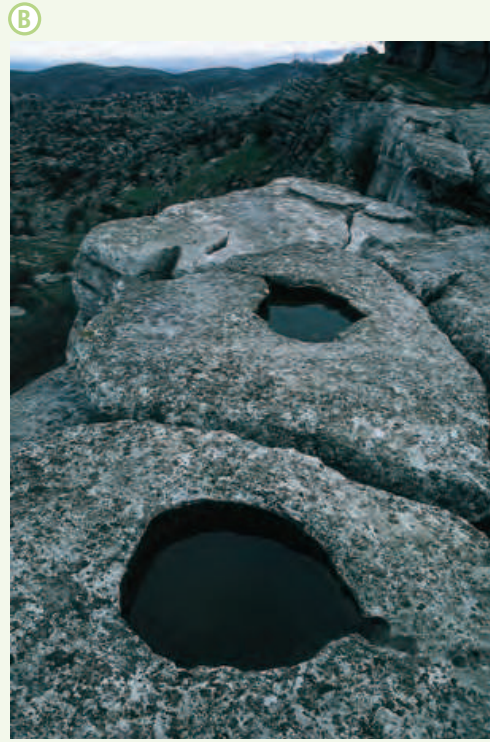


Hace unos 20 millones de años, en el Mioceno, con la Orogenia Alpina las rocas calizas que constituían el fondo del mar, empezaron a comprimirse, deformarse y fracturarse, hasta emerger bajo un proceso lento y continuo, que sigue en la actualidad. Los esfuerzos compresivos y de levantamiento han dado lugar a un pliegue en forma de cofre. La emersión de todo el conjunto favoreció la acción de los agentes geológicos externos (lluvia, nieve y viento).



En el pasado reciente, la estructuración geológica de todo el macizo y la respuesta de las rocas calizas ante la actividad de los diversos agentes geológicos a lo largo del tiempo, ha provocado su disolución y erosión del mismo hasta generar el paisaje kárstico que hoy podemos observar.

Las morfologías kársticas más características se desarrollan sobre la charnela del pliegue, donde se ubica la gran meseta. En ella se originan las dolinas o torcas (llamadas localmente "hoyos" y "corralones"), lapiaces, corredores o bogaces ("callejones"), amontonamientos caóticos de bloques ("agrios"), caménicas ("marmitas de pastor"), piedras caballeras y otras formas residuales. El agua de lluvia en esta plataforma kárstica es rápidamente incorporada al medio subterráneo a través de las diaclasas y fracturas de las calizas, que han dado lugar a numerosos simas, destacando por su profundidad Sima Rasca (-240 m).



A. Caprichosa formación de rocas en forma de tornillo.
B. Caménicas o marmitas del pastor.

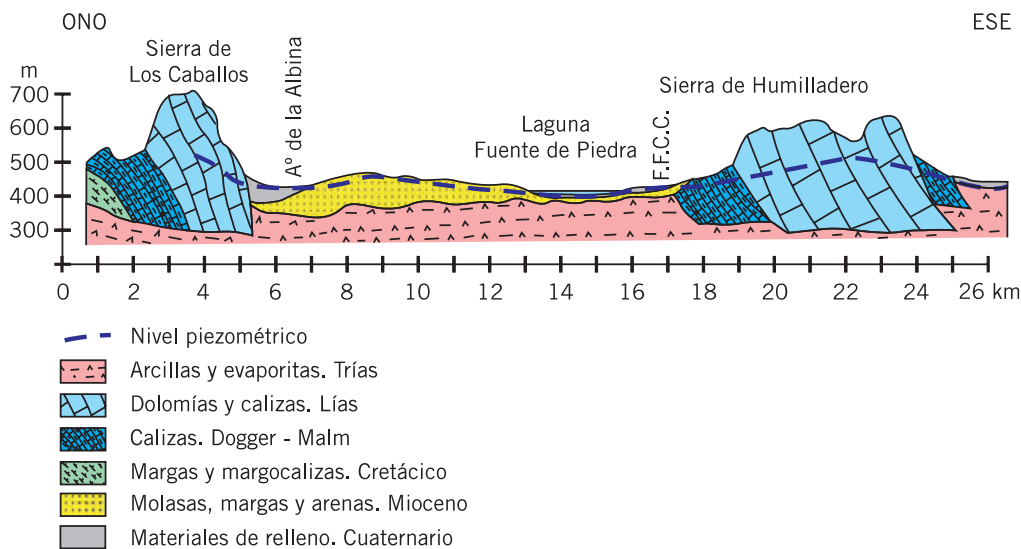
C. Lapiaz o lenar: acanaladuras y crestas angulosas.
D. Paisaje característico del Torcal.

Miguel Villalobos.

4.3.12. Laguna de Fuente de Piedra (528)

La Laguna de Fuente de Piedra es el sistema lagunar más extenso de Andalucía (13 km²), y uno de los complejos salino-lagunares más importantes de España. El vaso lagunar se instala sobre una pequeña cuenca endorreica que se asienta sobre materiales calcareníticos del Mioceno, dispuestos, a su vez, sobre arcillas y evaporitas del Trías. La lámina de agua está condicionada por la presencia del nivel piezométrico regional de la unidad hidrogeológica constituida por diversos acuíferos interconectados hidráulicamente, esencialmente las formaciones calizo-dolomíticas de los relieves de borde (Sierras de Molina, Humilladero y Los Caballos) y las calcarenitas miocenas. El papel hidrogeológico del Trías es ambiguo, aunque es seguro que en determinados sectores está karstificado, adquiriendo una importante permeabilidad. Esta circunstancia, y la propia presencia de manantiales salinos confirman que existe circulación subterránea a través del Trías. La estructura del vaso lagunar podría corresponder, de hecho, a una depresión originada por procesos kársticos desarrollados en el Trías que subyace a todos los materiales de la zona. La escasa columna de agua en la laguna (inferior a 1.5 m) y las condiciones climáticas locales favorecen la evaporación del agua y, con ello, la concentración de sal. La acumulación de este recurso ha sido tan importante que, al menos desde época musulmana, ha sido explotado para su comercialización, finalizada en 1951. La intensa actividad antrópica a la que se ha sometido la laguna ha producido modificaciones en su configuración, perdiendo gran parte de su estado natural. Aun así es, además de una enclave de excepcional valor ecológico, un georrecurso hidrogeológico de notable valor científico y didáctico.

CORTE HIDROLÓGEOLÓGICO DE LA LAGUNA DE LA FUENTE DE PIEDRA.
(Modificado de IGME, 1984)



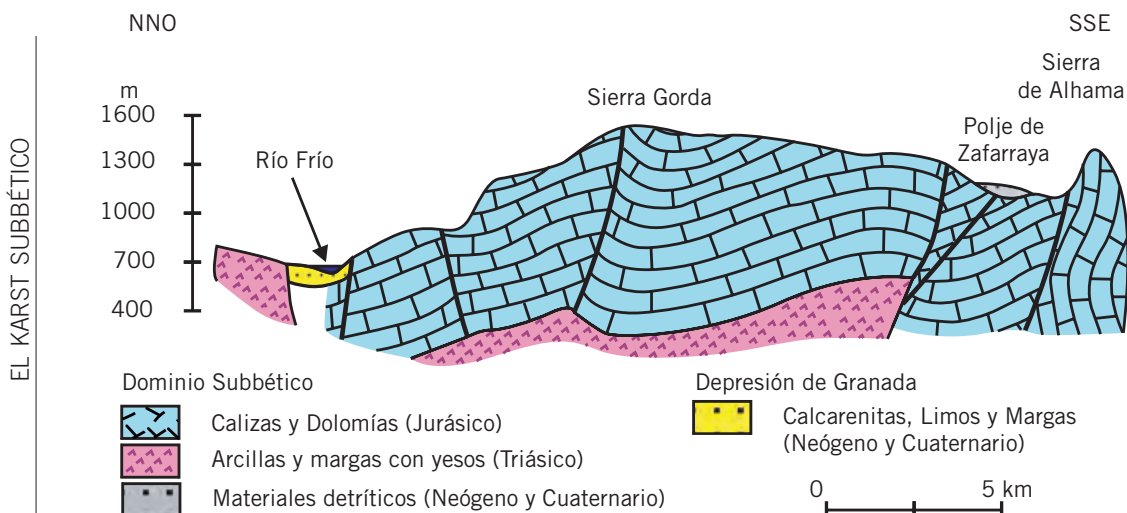


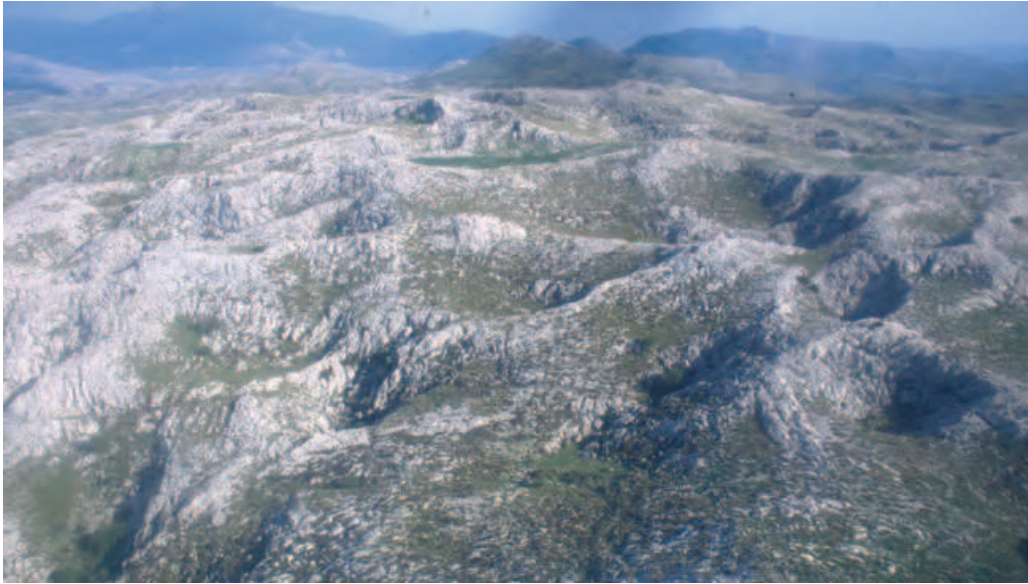
Laguna Fuente Piedra. R. Nuche.

4.3.13. Karst de Sierra Gorda (238)

El macizo de Sierra Gorda, enclavado en el Dominio Subbético, constituye uno de los sistemas kársticos con mayor desarrollo de formas dolínicas de Andalucía. Sus cumbres albergan un extenso campo de dolinas con morfologías muy diversas (artesa, barril, embudo, circulares y elipsoidales, de fondo rocoso abrupto y plano con "terra rossa"). Se distribuyen con una densidad de 8 dolinas/km², conformando una estructura en "caja de huevos". Asociado al macizo se observa uno de los mejores ejemplos del polje: el polje de Zafarraya. Alberga también numerosas formas subterráneas, como galerías y simas. Quizás uno de los ejemplos más representativos sea la Sima de Rica-Redil. Los factores que han favorecido el desarrollo de estas formas son, por un lado, la propia estructura del macizo, constituido por un anticlinal en forma de domo, con una amplia charnela rodeada por escarpes, y, por otro, la naturaleza de sus materiales, calizas blancas-grisáceas del Jurásico.

CORTE GEOLÓGICO DE SIERRA GORDA
(Tomado de Diputación de Granada-IGME, 1988)





Campo de dolinas en la zona alta de Sierra Gorda. Miguel Villalobos.

► 4.3.14. Polje de Zafarraya (239)

Como se ha comentado anteriormente, el polje de Zafarraya representa una de las formas mejor desarrolladas de todo el sistema kárstico de Sierra Gorda. Está catalogado como el polje activo más extenso de toda la Península Ibérica, con una superficie de 30 km², distribuida de manera alargada (12 km de largo por unos 3,5 km de ancho). Presenta un fondo plano, con un sustrato calizo jurásico sobre el que se sitúa una delgada capa de materiales terciarios. Todo ello está recubierto por los sedimentos cuaternarios arrastrados por el Arroyo de la Madre, cuyo cauce acaba perdiéndose en varios ponors o sumideros. La alta disponibilidad de aguas y la riqueza de estos suelos han propiciado que la zona sea muy fértil desde el punto de vista agrícola.



Polje de Zafarraya en primer plano y los relieves de Sierra Gorda al fondo. Miguel Villalobos.

► 4.4. Otras localidades de interés

► 4.4.1. Peridotitas de los Reales-Sierra Bermeja (499)

La Serranía de Ronda constituye el afloramiento de rocas peridotíticas más extenso del mundo, con más de 300 km² de superficie. Son rocas ígneas muy pobres en sílice y ricas en magnesio y hierro, compuestas principalmente de olivino y piroxenos. Su coloración es oscura y su peso específico muy alto. Son un fragmento del manto terrestre, que se encuentra habitualmente debajo de los continentes a varias decenas de kilómetros de profundidad. Este fragmento ha ascendido tectónicamente hasta emplazarse en la superficie de la corteza. Durante el ascenso, las rocas han sufrido transformaciones metamórficas debido al descenso progresivo de la presión y temperatura, al igual que las rocas en las que encajan. Dada su composición mineralógica, las peridotitas pueden sufrir dos tipos de alteración: la serpentización, que produce una coloración verde, y la rubefacción, proceso de alteración del olivino que da como resultado una costra roja. Constituye una localidad geológica de excepcional interés petrológico.



Peridotitas de los Reales-Sierra Bermeja. Joaquín del Val Melus.

► 4.4.2. Tajos del río Alhama y manantiales termales de Alhama de Granada (246 y 247)

La incisión del río Alhama sobre calizas bioclásticas marinas miocenas ha desarrollado un cañón espectacular en el que pueden observarse las estructuras internas de estas rocas (estratificaciones cruzadas de gran escala y superficies de erosión).

Al margen de estas características de interés geomorfológico y sedimentológico, en el sector de Alhama de Granada se sitúan las surgencias termales

conocidas como Baños Viejos y Baños Nuevos. La génesis de estas aguas está relacionada con una fractura profunda de dirección N 70° E, que afecta a unas calizas triásicas y jurásicas dispuestas en un pliegue anticlinal. La falla constituye la vía de salida de aguas profundas y, por tanto, a mayor temperatura. En el caso de Los Baños Nuevos, la surgencia tiene lugar sobre las calizas bioclásticas miocenas, también afectadas por fracturas profundas. Las aguas son aprovechadas en un moderno centro de balnero-terapia.



Tajos del río Alhama. Miguel Villalobos.



Piscina del balneario de Alhama de Granada. Miguel Villalobos.

