

---

“SENDEROS GEOLÓGICOS”

GUÍA DE LUGARES DE INTERÉS GEOLÓGICO  
DE LA PROVINCIA DE ALICANTE

#### IDEA, ESTRUCTURA Y DIRECCIÓN

Alejandro de la Vega de Orduña

#### DIRECCIÓN TÉCNICA

Juan Romero Rivera

#### COORDINACIÓN TÉCNICA

Javier Martín Fernández

#### AUTORES

Pedro Alfaro, José M. Andreu Rodes, José F. Baeza, Juan Carlos Cañaveras, José Manuel Castro, Hugo Corbí, Jaime Cuevas, Antonio Estévez, M<sup>a</sup> Ángeles García del Cura, Javier Martínez Martínez, Carlos Lancis, Mariano López Arcos, Iván Martín, José Antonio Pina, Juan Romero, Jesús M. Soria, José E. Tent-Manclús, Roberto Tomás Jover y Alfonso Yébenes.

#### ILUSTRACIONES

Javier Palacios

#### FOTOGRAFÍAS

**Diario Información:** Figs. 16 y 20 capítulo 1, Fig. 7 capítulo 2, Fig. 6A LIG 1, portada LIG 8, portada LIG 10, Fig. 5 LIG 11, portada LIG 12, Fig. 5 LIG 19. **Fernando Prieto** ([www.linkalicante.com](http://www.linkalicante.com)): Figs. 6 y 13 capítulo 1, Fig. 16 capítulo 2, portada LIG 1, Fig. 5 LIG 3, Fig. 5 LIG 4, Fig. 3b LIG 10, Fig. 1 LIG 12. **Museo Palentológico de Elche** (MUPE): Fig. 12 capítulo II, Fig. 6 LIG 17, Fig. 6 LIG 20. **Vicente Burgos:** Fig. 3 LIG 2. **Javier Castellanas:** Fig. 19 capítulo 2, Fig. 5 LIG 2. **Ana Crespo:** Fig. 10 capítulo 2. **José Carlos Cristóbal:** Fig. 4 capítulo 1, Fig. 11 LIG 11. **Daniel Jiménez de Cisneros:** Fig. 4, LIG 11. **Rafael Durá:** Fig. 9A capítulo 2, Fig. 6 LIG 9. **Pedro López** (GMA): Fig. 13 capítulo 2. **Pedro Mora:** Fig. 15A y B capítulo 2. **José Antonio Ortega:** Fig. 3 LIG 2. **Jesús J. Pérez** (GMA): Fig. 13 capítulo 2. **Pau Renard:** Fig. 3 capítulo 2, Fig. 3 LIG 14. **Alejandro Perales:** Fig. 4, LIG 10. **Juan José Rodes:** Fig. 4 LIG 6, Fig. 5, LIG 7. **José M<sup>a</sup> Rodríguez** (GMA): Fig. 13 capítulo 2. **Juan Manuel Torregrosa:** Figs. 4, 5, 6 y portada LIG 13. **Vicenta Vidal:** Fig. 6 capítulo 2.

Dep. Leg.:

ISBN:

## “SENDEROS GEOLÓGICOS”

## GUÍA DE LUGARES DE INTERÉS GEOLÓGICO DE LA PROVINCIA DE ALICANTE



Para muchos de nosotros resulta desconocida la presencia, en el término municipal de Agost, de evidencias geológicas del impacto del meteorito que supuestamente provocó la extinción de los dinosaurios. O también que en el Montgó, macizo a caballo entre Denia y Jávea, es posible ver la huella geológica dejada por el mayor ascenso del nivel del mar de toda la historia de la Tierra. Más conocidas pueden ser, por haberlas visitado en alguna ocasión, la Cova del Canelobre, en Busot, la Cova de les Calaveres en Benidoleig, o la Cova del Rull en la Vall d'Ebo, acondicionadas para el turismo.

Todos estos lugares y otros muchos constituyen verdaderos tesoros naturales, lugares de interés geológico que tienen gran relevancia nacional e internacional. Este valioso patrimonio, unido al histórico y etnográfico forma parte de nuestro Patrimonio Natural y Cultural, reflejando los más de 200 millones de años de historia de nuestra tierra.

Alicante tiene la suerte de contar con un gran número de estos lugares, que tenemos la obligación de proteger. Esta nueva publicación que os presento, promovida desde la Diputación de Alicante, quiere aportar un granito de arena en la difusión y puesta en valor de nuestro patrimonio geológico.

Se trata de la primera recopilación con carácter divulgativo (y no meramente científico) del patrimonio geológico de la provincia. En sus páginas se han seleccionado algunas de las "Rutas Geológicas" que pueden hacerse en Alicante, destacándolas por su valor científico, divulgativo o paisajístico.

Hay otras muchas rutas y puntos de interés que se citan en el libro y que os animamos a descubrir, en un viaje al pasado que nos ayudará a conocer mejor nuestra tierra y su historia natural, responsables en gran parte de nuestra forma de ser alicantinos.

*José Joaquín Ripoll Serrano*  
Presidente de la Diputación de Alicante



La geología es una de las ciencias más desconocidas para el público en general, pese a estudiar algo tan fundamental como es la propia Tierra y su evolución. Muchas veces nos acordamos de ella cuando tenemos la desgracia de sufrir alguna catástrofe.

En Alicante, no obstante, en los últimos tiempos y gracias a la labor de mucha gente se ha producido un renacer de esta disciplina, surgiendo diversas asociaciones culturales dedicadas a estudiar y difundir el patrimonio geológico de la provincia. Se celebran jornadas geológicas para el gran público, se organizan exposiciones e incluso hay un museo Paleontológico en Elche.

Toda esta actividad científica y divulgativa se apoya en la existencia de un importante patrimonio geológico, de gran valor, que desde el Área de Medio Ambiente que dirijo queremos ayudar a difundir y conservar, gracias a esta publicación de la colección “Senderos”.

Por las limitaciones lógicas de espacio en un libro de estas características se han seleccionado 20 lugares de interés geológico de la provincia, los que consideramos más relevantes, aunque se citan otros muchos, que animamos a visitar.

En el ánimo del departamento y de la Diputación está el que contribuyendo a la difusión de este importante patrimonio geológico logremos también asegurar su conservación, evitando así la pérdida irreversible de una parte de nuestra identidad.

*Juán Molina Beneito*

Diputado Delegado de Medio Ambiente



Si uno visita los Parques Naturales de Estados Unidos encontrará numerosas publicaciones y referencias geológicas que demuestran la importancia que se da a esta disciplina y como han sabido integrarla dentro de la actividad turística. En nuestro País, algunas Comunidades Autónomas han hecho un esfuerzo en esta línea, sacando partido a su patrimonio geológico.

En la Comunidad Valenciana, y en Alicante, estamos todavía empezando a reconocer, valorar y proteger nuestro patrimonio geológico, quizá de los más importantes de toda España y Europa. Por citar un ejemplo, de los 20 contextos geológicos de importancia internacional citados en nuestro país, 3 se encuentran en Alicante.

Por otra parte, este patrimonio geológico es susceptible de utilizarse con fines turísticos, como ya viene haciéndose, por ejemplo, con las cuevas, lo que supone un valor añadido como potencial fuente económica para nuestros municipios.

Todos estos aspectos son los que nos llevaron a plantear la publicación de un libro como el que tienen en sus manos, en el que de una manera muy didáctica y divulgativa se describen 20 puntos de interés geológico de nuestra provincia, explicando sus características, localización, accesos, etc. Todo ello acompañado de fotografías, planos y croquis para que el lector aprecie en todos sus detalles las formaciones geológicas descritas.

En el libro se hace referencia a otros lugares de interés geológico de la provincia, pudiendo el lector encontrar más información sobre ellos en otras publicaciones y catálogos existentes o en Internet.

Esta guía forma parte de la colección “Senderos”, que la Diputación de Alicante, a través de su Área de Medio Ambiente, ha puesto en marcha con una temática común, la descripción de diferentes rutas ambientales por la provincia de Alicante, con el fin de dar a conocer y revalorizar el patrimonio natural alicantino, a la vez que oferta un tipo de turismo alternativo, más sensible y respetuoso con el medio ambiente. Esta colección incluye, junto al presente libro, los siguientes títulos: Senderos bajo el mar, Senderos a pie, Senderos en bici, Senderos de la sal, Senderos de la arena y Senderos de la roca.

Quiero animar al lector, desde estas líneas, a recorrer todas las rutas descritas y aquellas que se citan y no han tenido cabida en el libro. Seguro que descubrirá paisajes únicos de gran belleza y se sorprenderá al conocer la historia geológica de muchas de las tierras que recorre habitualmente.

*Alejandro de la Vega de Orduña*  
Gerente Provincial de Medio Ambiente



A veces se presenta la ocasión de ser justo con uno de nosotros.

Cuando la Diputación Provincial nos propuso a un grupo de geólogos, profesores de la Universidad de Alicante, que estaba interesada en hacer un libro sobre los puntos de interés geológico de nuestra provincia, a todos se nos ocurrió que ese libro tenía que ser el mejor posible, que lo haríamos con todo el cariño del mundo porque ese libro, con el seguro permiso del mecenas, lo dedicaríamos a la memoria de Jesús Caracuel.

Jesús Caracuel vino del sur, vino a ocupar el espacio académico de la Paleontología alicantina, vacío desde Jiménez de Cisneros, y lo ocupó tanto, y con tanto entusiasmo que nos conquistó a todos, a los compañeros de departamento, a los colegas del museo paleontológico de Elche, al equipo decanal de la Facultad del que formaba parte, a aficionados y profesionales. Su criterio científico, sólo era superado por su extremada generosidad, ¡tan escasa hoy día!

Pero se fue, se fue en plena juventud, cuando los dioses quieren que se vayan los que se merecen quedar para siempre en nuestra memoria. Este libro es por tí, compañero.



## AGRADECIMIENTOS

Queremos comenzar este apartado de agradecimientos haciendo justicia con el Área de Medio Ambiente de la Diputación de Alicante. Esta área de la corporación provincial lleva ya varios años con una intensa actividad en la que ha ido abriendo de par en par sus puertas a la Geología. Primero lo hizo con NATURALeSCIENCIA, ciclo de conferencias sobre Medio Ambiente y Ciencia, después con ALICANTE NATURA, salón del Agua y del Medio Ambiente en el pabellón ferial de Alicante, y ahora nos ha abierto otra puerta, la de la colección de divulgación SENDEROS. Queremos agradecer al Área de Medio Ambiente su sensibilidad hacia la Geología y su dinamismo. Especialmente queremos dar las gracias a su gerente, Alejandro de la Vega, y a Juan Romero, cuya “tozudez típica de geólogo” ha hecho posible esta publicación.

Queremos expresar nuestro agradecimiento a las instituciones y personas que nos han facilitado desinteresadamente sus fotografías. Al Diario Información por habernos cedido gentilmente su magnífica colección de fotografías aéreas panorámicas, especialmente a D<sup>a</sup> Eva Soler. A Vicente Burgos, Javier Castellanas, Ana Crespo, José Carlos Cristóbal, Rafael Durá, Grupo Mineralógico de Alicante (Pedro López, Jesús J. Pérez y José M<sup>a</sup> Rodríguez), Pedro Mora, Juan Antonio Ortega, Alejandro Perales, Pau Renard, Juan José Rodes, Juan Manuel Torregrosa y Vicenta Vidal, todos ellos por cedernos sus magníficas fotos. Y un agradecimiento especial a Fernando Prieto, webmaster de [www.linkalicante.com](http://www.linkalicante.com), que ha puesto a nuestra disposición toda su magnífica colección de fotografías de la provincia. Aunque no es una web de Geología, la visita de su web es imprescindible para cualquier amante de la naturaleza de la provincia.

A nuestros amigos José Carlos Cristóbal, César Doménech, Jaume Ramírez, Rafa Sebastià y Vicenta Vidal, por habernos permitido descubrir algunos lugares “escondidos”.

A Javier Palacios, ilustrador de las figuras del libro, por su infinita paciencia en las revisiones de las revisiones de las revisiones. Gracias, gracias, gracias.

A los miembros del Museo Paleontológico de Elche (MUPE) que con su ilusión y entusiasmo supieron transformar el diminuto local del barrio del Toscar en uno de los mejores museos paleontológicos de nuestro país, con renombre a nivel internacional. La visita de su colección de fósiles de la provincia de Alicante es imprescindible para conocer nuestro patrimonio geológico. Desde aquí nuestro agradecimiento, nuestro ánimo y deseos de que las diferentes administraciones locales, provinciales y autonómicas apoyen vuestro apasionante proyecto.

A los miembros de la Asociación Mineralógica y Paleontológica de San Vicente del Raspeig, del Grupo Mineralógico de Alicante y de la Asociación Paleontológica Alcoyana ISURUS, por su intenso programa de actividades de divulgación geológica, mineralógica y paleontológica.

A los ayuntamientos de Busot, Benidoleig y Vall d’Ebo, así como al personal de estas cavidades por habernos facilitado la realización de los reportajes fotográficos.

A las personas anónimas que han hecho posible, con su esfuerzo desinteresado, la mejora legislativa del patrimonio geológico español, especialmente a los miembros de la Junta Directiva de la Comisión de Patrimonio Geológico de la Sociedad Geológica de España. Particularmente queremos dar las gracias a Francisco Guillén Mondéjar, a Enrique Díaz,



Luis Nieto y Luis Carcavilla, por habernos resuelto las numerosas dudas que les hemos ido planteando durante estos dos últimos años.

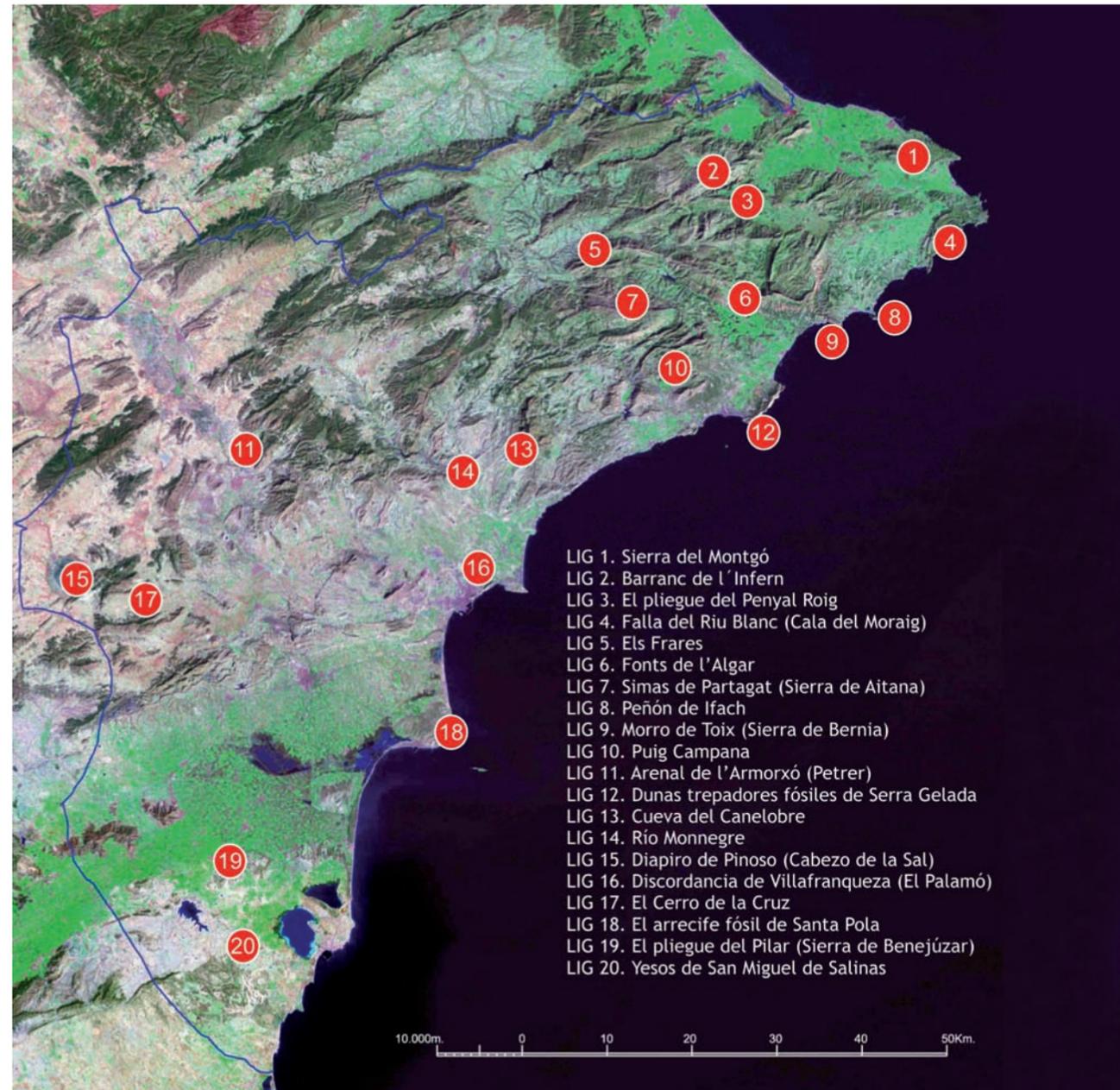
Y GRACIAS a las personas que con su buen quehacer nos han ido transmitiendo el gusanillo de la divulgación de la Geología. Comenzando por Paco Anguita, pionero en nuestro país, que ha sido una guía para varias generaciones. A Juan José Durán Valsero que desde hace muchísimos años, allá por el Mioceno Medio aproximadamente, ya trabajaba concienzudamente en la defensa y protección del Patrimonio Geológico de nuestro país. A la escuela aragonesa, por sus cursos de verano de Teruel, su parque geológico, Geolodías, Dinópolis, y tantas y tantas actividades de difusión y divulgación de la Geología. Gracias a José Luis Simón y Luis Alcalá por todas las facilidades que últimamente nos han dado. También queremos agradecer a los autores del libro Guía Geológica del Parque Natural del Alto Tajo su magnífico libro, que nos ha servido de orientación. Por supuesto, también a la AEPECT, a los miembros de sus Juntas Directivas, por haber hecho posible el milagro de esta asociación; gracias por su infatigable labor de defensa de la enseñanza de la Geología. Y por supuesto, a todos los entusiastas de la Geología de este país.

## ÍNDICE

<b>Prólogos</b> .....	<b>7</b>
<b>Agradecimientos</b> .....	<b>15</b>
<b>Presentación</b> .....	<b>23</b>
<b>Geología de la provincia de Alicante</b> .....	<b>29</b>
<i>Pedro Alfaro, Antonio Estévez, Iván Martín y Jesús M. Soria.</i>	
<b>Patrimonio geológico de la provincia de Alicante</b> .....	<b>53</b>
<i>Pedro Alfaro, José M. Andreu Rodes, José F. Baeza, Juan Carlos Cañaveras, José Manuel Castro, Hugo Corbí, Jaime Cuevas, Antonio Estévez, M<sup>a</sup> Ángeles García del Cura, Javier Martínez Martínez, Carlos Lancis, Mariano López Arcos, Iván Martín, José Antonio Pina, Juan Romero, Jesús M. Soria, José E. Tent-Manclús, Roberto Tomás Jover y Alfonso Yébenes.</i>	
<b>Lugares de Interés Geológico de la provincia de Alicante</b>	
<b>Sierra del Montgó</b> .....	<b>79</b>
<i>José M. Andreu Rodes y José Manuel Castro.</i>	
<b>Barranc de l'Infern</b> .....	<b>89</b>
<i>Iván Martín.</i>	
<b>El pliegue del Penyal Roig</b> .....	<b>99</b>
<i>Iván Martín y Antonio Estévez.</i>	
<b>Falla del Riu Blanc (Cala del Moraig)</b> .....	<b>109</b>
<i>Pedro Alfaro.</i>	
<b>Els Frares</b> .....	<b>119</b>
<i>Iván Martín.</i>	
<b>Fuentes del Algar</b> .....	<b>129</b>
<i>José Miguel Andreu Rodes.</i>	
<b>Las Simas de Partagat</b> .....	<b>139</b>
<i>Pedro Alfaro y Roberto Tomás Jover.</i>	
<b>Peñón de Ifach</b> .....	<b>149</b>
<i>Mariano López Arcos y Antonio Estévez.</i>	

<b>Morro de Toix (Sierra de Bernia)</b> .....	<b>159</b>
<i>José Miguel Andreu.</i>	
<b>Puig Campana</b> .....	<b>169</b>
<i>Antonio Estévez y Mariano López Arcos.</i>	
<b>Arenal de L'Almorxò (Petrer)</b> .....	<b>179</b>
<i>José E. Tent-Manclús y Jesús M. Soria.</i>	
<b>Dunas trepadoras fósiles de Serra Gelada</b> .....	<b>189</b>
<i>Alfonso Yébenes.</i>	
<b>Cueva del Canelobre (Cabeçó d'Or)</b> .....	<b>199</b>
<i>José M. Andreu Rodes, Juan Carlos Cañaveras y Jaime Cuevas.</i>	
<b>Río Monnegre</b> .....	<b>209</b>
<i>José A. Pina, Hugo Corbí y Alfonso Yébenes.</i>	
<b>Diapiro de Pinoso (Cabezo de la Sal)</b> .....	<b>219</b>
<i>M<sup>a</sup> Ángeles García del Cura y Javier Martínez Martínez.</i>	
<b>Discordancia de Villafranqueza</b> .....	<b>229</b>
<i>José A. Pina, Jesús M. Soria y José E. Tent.</i>	
<b>El Cerro de la Cruz</b> .....	<b>239</b>
<i>José F. Baeza y Carlos Lancis.</i>	
<b>El arrecife fósil de Santa Pola</b> .....	<b>249</b>
<i>Hugo Corbí, Alfonso Yébenes y José A. Pina.</i>	
<b>El pliegue del Pilar (Sierra de Benejúzar)</b> .....	<b>259</b>
<i>Pedro Alfaro.</i>	
<b>Yesos de San Miguel de Salinas</b> .....	<b>269</b>
<i>Jesús M. Soria, Hugo Corbí y Carlos Lancis.</i>	
<b>Para saber más</b> .....	<b>279</b>

## PRESENTACIÓN



Cuando Alejandro de la Vega y Juan Romero, del Área de Medio Ambiente de la Diputación de Alicante, nos encargaron este libro, nos explicaron que formaría parte de la colección SENDEROS. Insistieron, con razón, que se trataba de una colección de divulgación dirigida a todos los alicantinos y que no era conveniente que realizásemos una publicación para especialistas, para geólogos.

Para los autores de este libro, habituados a escribir trabajos en revistas científicas dirigidas a especialistas, no ha sido precisamente fácil. Sintetizar algo más de 200 millones de años en menos de 300 páginas ha resultado ser una ardua tarea. Hemos intentado aclarar, ayudándonos de los textos, las ilustraciones y las fotografías, la mayoría de términos científicos. El resultado final no es un libro para especialistas, sino un libro dirigido a los amantes de la Naturaleza (entre los que lógicamente se incluyen los apasionados por la Geología). Es un libro para que los alicantinos descubran una faceta muchas veces olvidada de su tierra, para que comprendan cómo se han formado las montañas y valles que contemplan día tras día, para que disfruten de su tierra, de sus costas arenosas, de sus imponentes acantiladas, pero lo hagan sabiendo algo más.

El libro, a petición de la Diputación de Alicante, es como un álbum fotográfico que recorre casi todos los rincones de la provincia. A veces, no sin cierta resistencia, hemos sacrificado fotografías con un alto contenido científico por otras que muestran con más claridad la riqueza y variedad de nuestro patrimonio geológico.

El libro tiene dos capítulos de introducción. El primero de ellos explica los principales rasgos de la geología de la provincia. Intenta contar, de forma sencilla, la larga historia de más de 200 millones de años, mientras que el segundo capítulo realiza un repaso del variado patrimonio geológico de nuestra provincia. En él se analizan diversos aspectos, incluyendo la nueva situación legislativa en la que se encuentra el patrimonio geológico español. También se proponen algunas estrategias de futuro para poner en valor esta geodiversidad.

Después de estos dos capítulos de introducción se incluye el tercer capítulo, el que da título al libro, que contiene una selección de 20 Lugares de Interés Geológico. En uno de los capítulos de introducción ya advertimos que "Son todos los que están pero no están todos los que son". Por fortuna, la provincia posee más de 20 LIGs de gran interés y aunque se citan algunos más, también son varios los que faltan. Para un libro de estas características ha primado por encima de todo el criterio paisajístico, pero este libro no es un catálogo de LIGs de la provincia de Alicante. Esperamos que las diversas administraciones locales, provinciales, autonómicas y estatales, lo consideren como un documento de complemento, como una ayuda, pero nunca como un catálogo, porque no es el propósito de esta publicación. Si así fuese, se quedarían en el camino varios LIGs de gran interés. ¡Sería además de un error, una lástima!

Para diseñar la estructura del libro nos hemos adaptado a la petición expresa de la Diputación de Alicante. También nos hemos inspirado, y mucho, en la Guía Geológica del Parque Natural del Alto Tajo. Este magnífico libro de Luis Carcavilla, Rafael Ruiz y Esaú Rodríguez nos ha indicado el camino a seguir en la divulgación de la Geología. Por cierto, enhorabuena a los autores por el reciente premio conseguido en el concurso Ciencia en Acción en la modalidad "Trabajos de divulgación científica en soporte papel".

Cada uno de los 20 LIGs tiene la siguiente estructura:

#### ¿Cómo llegar?

Con una fotografía aérea en color y un breve texto se explica el acceso a cada uno de los LIGs, indicando las zonas de aparcamiento, las mejores panorámicas, los accesos a pie, etc.

### Interés geológico

En este apartado resaltamos el elemento o elementos que hacen especialmente interesante este LIG. De forma gráfica, hemos valorado en una escala de una a cinco estrellas, su interés científico, didáctico y paisajístico.

### ¿Dónde se ubican geológicamente?

Aquí indicamos, desde un punto de vista geológico, en qué dominio de la Cordillera Bética está situado cada LIG. Para comprender bien este apartado se recomienda leer el primer capítulo de introducción de este libro dedicado a la Geología de la provincia de Alicante. En él se explican los significados de Zona Interna, Zona Externa (Prebético, Subbético), entre otros.



Como complemento, hemos añadido en cada LIG un pequeño cuadro, en el que de forma muy resumida se indica el tipo de roca, la edad, la estructura y el proceso que ha generado cada uno de los 20 elementos geológicos.

### Descripción geológica

Es el apartado más importante de cada LIG. En él se describen sus características geológicas. Además de la fotografía de portada, hemos elegido al menos otra fotografía característica de cada LIG (suele ser la figura 1), que se complementa con una ilustración que intenta, de forma sencilla, explicar su origen (suele ser la figura 2). Dependiendo de la naturaleza de cada LIG, hemos incluido algunas fotografías más sin seguir un esquema rígido.

Nos sabía a muy poco describir y contar la historia geológica de sólo 20 LIGs. Por ese motivo, hemos incluido en la mayoría de LIGs dos nuevos apartados:

### Puedes encontrar algo parecido en:

Aquí hemos incluido ejemplos similares en la provincia de Alicante.

### Otros lugares de interés geológico próximos...

Éste ha sido el cajón de sastre que nos ha permitido mostrar a los lectores del libro muchos más lugares de interés geológico. De esta forma, aunque hacemos mayor énfasis en la selección de 20 LIGs, las fotografías de este apartado nos ha permitido que la muestra fuese más representativa y completa. Aún así, un buen número de afloramientos se han quedado esperando otra oportunidad.

Por otra parte, el libro está salpicado de pequeñas rupturas con el título **Sabías que...?**, que hemos aprovechado para contar curiosidades, anécdotas,... con el fin de que hagan más atractiva la publicación.

El libro termina con un capítulo PARA SABER MÁS. Para escribir este libro los diecinueve autores nos hemos alimentado del trabajo de centenares de investigadores tanto nacionales como internacionales, de sus publicaciones. En una publicación de estas características, con el único propósito de agilizar la lectura, no hemos querido hacer referencia a estos trabajos tan específicos, difícilmente accesibles al público en general. Pedimos a todos estos autores que nos sepan disculpar y aprovechamos la ocasión para agradecerles el trabajo de investigación que han realizado en nuestra provincia que ha servido para enriquecernos culturalmente. En este capítulo nos hemos limitado a reflejar una selección de publicaciones dirigidas a un público más amplio.

La versión en papel de este libro se complementa con una versión digital de libre acceso incluida en la página web de la Diputación de Alicante. El área de Medio Ambiente ha publicado los materiales de la colección Senderos (a pie, en bici, de la arena, bajo el mar, de la sal, vías verdes, ecuestres) al que se suma esta publicación de Senderos geológicos.

Finalizamos esta presentación con un deseo. Esperamos, modestamente, que este libro sea para los alicantinos como un “despertador”, un despertador de curiosidades, un despertador que conciencie a los alicantinos de su rico y variado patrimonio geológico, un despertador que convenga a los alicantinos de la necesidad de proteger y preservar para futuras generaciones este valioso patrimonio natural y cultural.

*Los autores*

## GEOLOGÍA DE LA PROVINCIA DE ALICANTE

## INTRODUCCIÓN

El rico y variado patrimonio geológico de la provincia de Alicante, tal y como muestran los 20 lugares de interés geológico seleccionados en este libro, es resultado de una larga historia de más de 200 millones de años. Este capítulo pretende contar, de forma muy resumida, esta historia y explicar cómo se han formado nuestras montañas, nuestros valles, y nuestra costa. Lógicamente, condensar más de 200 millones de años en unas pocas páginas nos ha obligado a centrarnos en los aspectos más relevantes, dejando a un lado los detalles.

Para tal fin, en la primera parte de este capítulo narraremos los momentos más relevantes de la historia geológica de la nuestra provincia para, a continuación, describir los principales dominios geológicos que en ella podemos encontrar. Para finalizar, hemos incluido un capítulo que relaciona el actual relieve de nuestra provincia con esta historia geológica.

**Las rocas hablan, nos cuentan historias.** En una escena de la película “Un lugar en el Mundo” (Adolfo Aristarain, 1992) el personaje Hans, un geólogo caracterizado por José Sacristán, está dando una pequeña clase a un grupo de niños a los que les dice “... para hablar con las piedras primero hay que conocer su idioma, pero también pasa eso con la gente ¿o no? Esta piedra ¿de qué me habla a mí esta piedra? A ver, a ti ¿te dice algo a ti la piedra?” – los niños no contestan- “Yo si la oigo porque conozco su idioma, me cuenta historias, me habla de millones de años ...” En eso consiste parte del trabajo de los geólogos, en descifrar la historia de millones de años que encierran las rocas.



**Figura 1. Los secretos de las rocas.** Vistos al microscopio, los sedimentos y las rocas exhiben sus componentes fundamentales, que nos dan la clave para conocer dónde y cuándo se formaron. En esta imagen aparecen, además de granos de cuarzo transparentes, diferentes tipos de microfósiles típicos de ambientes marinos (son los de color blanquecino de forma aproximadamente esférica) típicos de ambientes marinos y que vivieron durante el Terciario en nuestra provincia.

## HISTORIA GEOLÓGICA DE LA PROVINCIA DE ALICANTE

En las rocas de la provincia de Alicante está escrita una parte de la historia geológica de los últimos 240 millones de años (figura 1). Puede parecer mucho tiempo, pero en realidad este intervalo sólo constituye aproximadamente un 5% del total de la vida de nuestro Planeta, ya que la Tierra tiene una edad de 4600 millones de años. A continuación intentamos, a través de los ojos de un geólogo, contar esta larga historia.

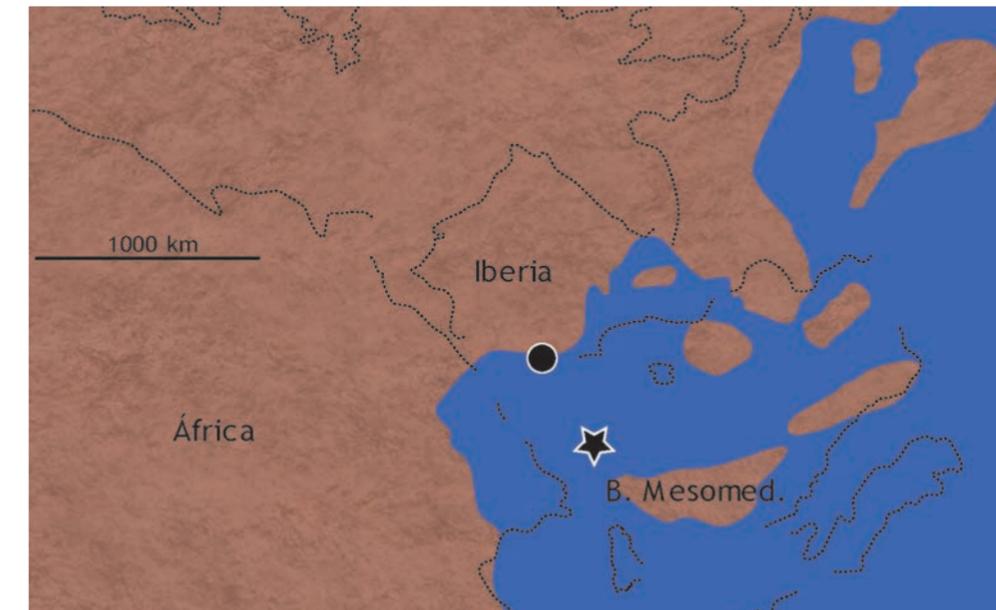
### (1) LAS ROCAS MÁS ANTIGUAS DE ALICANTE (ENTRE 240 Y 200 MILLONES DE AÑOS)

Como ya hemos dicho, la historia geológica de la provincia de Alicante comienza en el Triásico, hace unos 240 millones de años. En ese momento la geografía de nuestro Planeta era muy distinta a como la vemos hoy día (figura 2). Casi todos los continentes estaban unidos, formando una única masa de tierra emergida que se conoce con el nombre de Pangea. Al sur de la Pangea, aproximadamente en el lugar que hoy ocupa el Mar Mediterráneo se situaba un océano actualmente desaparecido, conocido como Tethys. El Tethys estaba salpicado por islas, una de las cuales se conoce como bloque Mesomediterráneo.

Pues bien, en nuestra provincia afloran rocas del Triásico que tienen, tal y como veremos en el siguiente apartado, aspectos muy diferentes. Esto es debido a que se formaron en dos lugares distintos: uno al sur de Iberia, es decir, en los márgenes de Pangea y dos, en el mar próximo al bloque Mesomediterráneo.

### Al sur de Iberia, en el continente

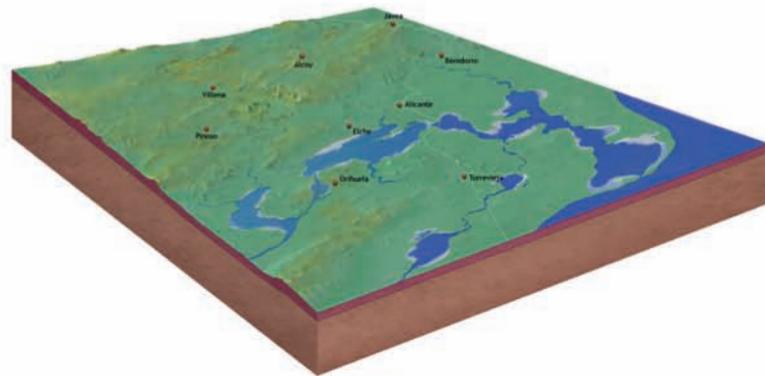
En estos momentos la parte central de Iberia estaba ocupada por una cadena de montañas (conocida como Orógeno Hercínico o Varisco). Estas montañas estaban surcadas por grandes ríos que las iban erosionando paulatinamente. Estos ríos, al llegar a zonas más



**Figura 2.** Mapa de la geografía del Triásico (mapa paleogeográfico) en el que se muestra la posición de Iberia y del Bloque Mesomediterráneo. Con una estrella se indica la posición aproximada donde se depositaron los sedimentos que, con posterioridad, formaron las rocas de la Sierra de Orihuela y Callosa de Segura. En azul se señalan las zonas cubiertas por el Océano de Tethys. Con un círculo se indica la posición de los sedimentos que, con posterioridad, formaron las rocas triásicas que afloran ampliamente en la mitad norte de la provincia de Alicante.

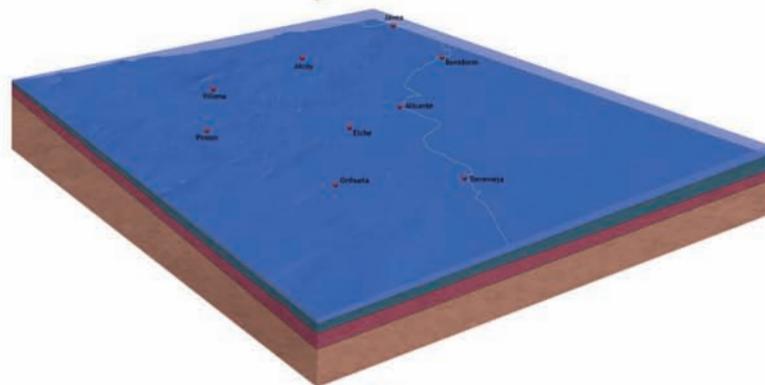
① TRIÁSICO  
(hace 220 m.a.)

- Basamento Paleozoico (Iberia)
- Triásico



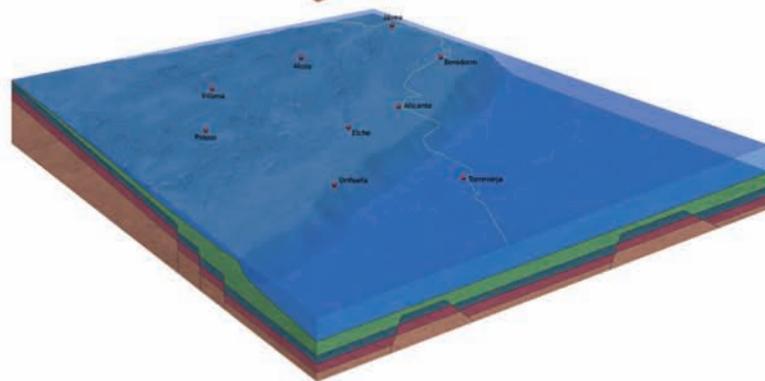
② JURÁSICO INFERIOR  
(hace 180 m.a.)

- Basamento Paleozoico (Iberia)
- Triásico
- Jurásico



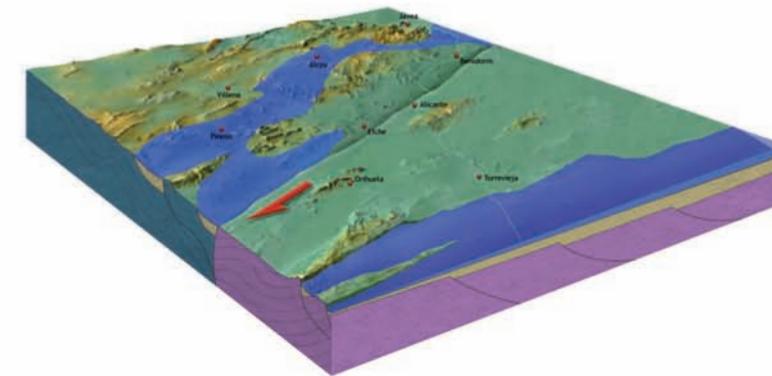
③ CRETÁCICO  
(hace 100 m.a.)

- Basamento Paleozoico (Iberia)
- Triásico
- Jurásico
- Cretácico



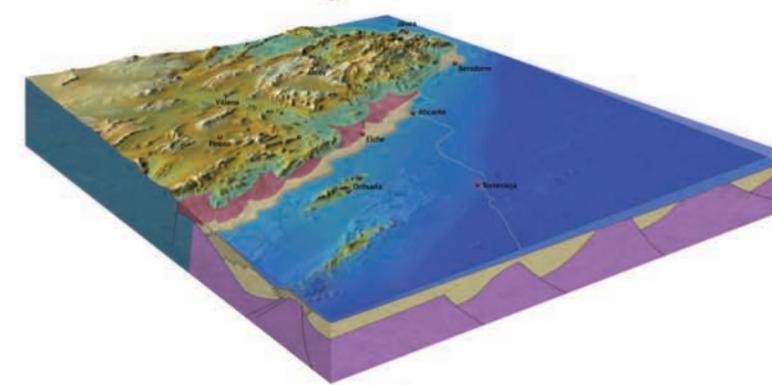
④ MIOCENO INFERIOR  
(hace 18-15 m.a.)

- Iberia
- Continente Mesomediterráneo
- Sedimentos marinos

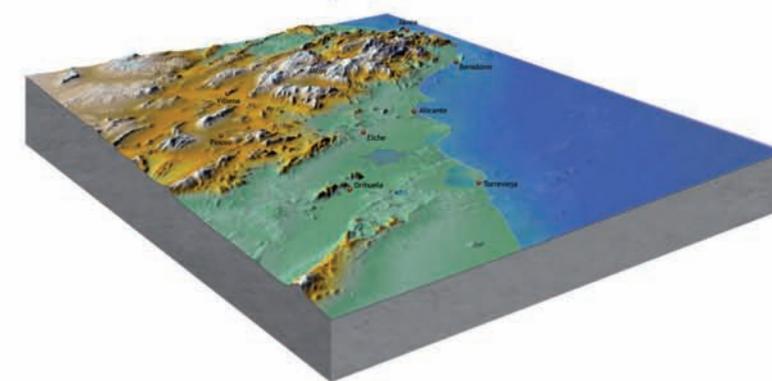


⑤ MIOCENO SUPERIOR  
(hace 8 m.a.)

- Cordillera Bética (Zona Externa)
- Cordillera Bética (Zona Interna)
- Sedimentos marinos
- Sedimentos Continentales



⑥ ACTUALIDAD



**Figura 3.** Estos bloques paleogeográficos muestran seis momentos de la evolución geológica de nuestra provincia. En ellos se explica de forma gráfica que: (A) la Zona Externa está constituida por rocas que originariamente se depositaron en el sur de Iberia. Nótese en el bloque 3, como durante el Cretácico, en el borde sur de Iberia varias fallas hundieron el fondo del mar creando algo más al SE una zona más profunda. Este talud marino separó un mar poco profundo adosado a Iberia (PREBÉTICO), de un mar algo más alejado, donde se depositaron sedimentos pelágicos

(SUBBÉTICO). (B) la Zona Interna (color violáceo) está formada por rocas que proceden de un pequeño Continente, el Continente Mesomediterráneo. En el bloque 4 vemos cómo este continente colisionó con el Sur de Iberia durante el Mioceno Inferior. Tras la colisión, como vemos en el bloque 5, se generaron tanto sobre la Zona Interna como sobre la Externa, cuencas rellenas por rocas sedimentarias.

llanas depositaban los sedimentos que arrastraban (arcillas, limos y arenas). Además, en las zonas costeras de Iberia existían multitud de pequeñas lagunas costeras, en las que se depositaban, al evaporarse el agua marina, distintos tipos de sales, como por ejemplo yeso y halita (sal común). Por este motivo las rocas generadas por dichas sales reciben el nombre de evaporitas. (figura 3, bloque 1).

En la provincia de Alicante existen magníficos afloramientos de estos materiales cuyo origen son los ríos y lagunas saladas triásicas. Estos materiales son fácilmente identificables por sus intensos y variados colores. Aunque dominan los tonos rojizos (figura 4) con manchas blanquecinas de las sales, se intercalan colores verdosos, negros, anaranjados, etc. En el siguiente apartado veremos que estas rocas se encuentran en los dos tercios septentrionales de nuestra provincia.



**Figura 4.** Rizaduras (ripples) en areniscas de edad Triásico, en el río Monnegre. Estos sedimentos se depositaron en zonas aluviales y costeras, junto a lagunas donde se acumuló gran cantidad de evaporitas (halita y yeso) (ver bloque 1 de la figura 3). Fotografía cortesía de José Carlos Cristóbal.

#### En las proximidades del bloque Mesomediterráneo, en el Tethys

La otra zona en la que se formaron las rocas triásicas de la provincia de Alicante se situaba alrededor del bloque Mesomediterráneo (figura 5). En torno a esta gran isla se desarrolló una extensa plataforma continental poco profunda. En dicha plataforma se depositaban fangos carbonatados, similares a los que hoy día se están depositando en los mares tropicales. Estos lodos dieron lugar a rocas carbonatadas (calizas y dolomías), con un aspecto muy diferente a las que se depositaban al sur de Iberia. Estas calizas y dolomías afloran en la actualidad en el sur de la provincia de Alicante.

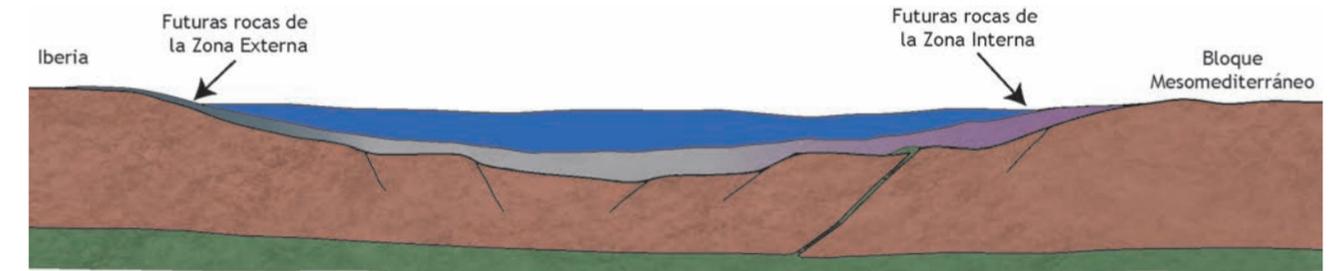
#### (2) IBERIA Y EL OCÉANO TETHYS ENTRE 200 Y 70 MILLONES DE AÑOS

Esta larga etapa de la historia de nuestro Planeta, de más de 100 millones de años de duración, sólo está representada en nuestra provincia en su parte septentrional. Por ese motivo, en este apartado nos vamos a centrar en todo lo que aconteció al sur de Iberia, apartando de momento lo que ocurría en el bloque Mesomediterráneo.

**¿De qué están compuestas las rocas de Alicante?** En las plataformas del antiguo Tethys se depositaban principalmente dos componentes: arcilla y carbonato cálcico. La arcilla procedía de la erosión de los relieves emergidos al norte, en Iberia. El carbonato cálcico procedía en su mayor parte de caparazones de pequeños organismos planctónicos que se acumulaban en el fondo. En la actualidad, los sedimentos que tienen estas características se les denominan “fangos de globigerinas” porque en ellos abundan los caparazones de estos organismos planctónicos. La mezcla de estos dos componentes en diferentes proporciones da lugar a diferentes tipos de rocas sedimentarias carbonatadas que, con mucha diferencia, son las más abundantes de la provincia de Alicante (calizas, calizas margosas, margas, margocalizas, etc.).

#### La subida del nivel del mar del Jurásico inferior (hace aproximadamente 200 millones de años)

Al inicio del Jurásico, las aguas del Tethys inundaron las tierras emergidas del sur de Iberia (donde previamente, durante el Triásico, se situaban los ríos y lagunas costeras) (figura 3, bloque 2). Se formó una plataforma marina de grandes dimensiones donde se depositaron lodos carbonatados que con el paso del tiempo se transformaron en calizas y dolomías (figura 6). En ocasiones, cuando los lodos carbonatados se mezclaban con arcillas o arenas procedentes del continente (Iberia), se formaban calizas margosas, margocalizas, margas (carbonato cálcico y arcilla en distintas proporciones) o calizas arenosas (carbonato cálcico y arena). Así continuó la historia durante muchos millones de años, desde el Jurásico hasta finales del Paleógeno. El resultado de este proceso fue una acumulación de varios miles de metros de capas de rocas. Estas rocas carbonatadas marinas constituyen casi la totalidad de las sierras alicantinas, a excepción de las de Orihuela y Callosa que tienen un origen diferente.



**Figura 5.** Corte esquemático en el que se ha representado el mar triásico. En él se señalan los dos sectores donde se depositaron las rocas triásicas de la Zona Interna (Sierras de Callosa de Segura y Orihuela, Isla de Tabarca) y las rocas triásicas de la Zona Externa, ampliamente representadas en la mitad septentrional de la provincia (ver LIG 14 Monnegre, LIG 15 Diapiro de Pinoso). En color verde se señala la salida hacia el exterior, sin alcanzar la superficie, del material subvolcánico a favor de algunas fallas. Forma unas rocas de color verde oscuro llamadas ofitas que afloran ampliamente en la Isla de Tabarca, o en el cerro del Oriolet (Orihuela), en la cantera inactiva situada junto al túnel de la carretera N-340 que separa el Monte de San Miguel del resto de la Sierra.

**Las páginas del libro de la Historia de la Tierra.** Las rocas sedimentarias se caracterizan por presentarse en capas o estratos. Un estrato es un nivel de roca limitado por dos superficies en general planas. Cada estrato se ha depositado en unas condiciones sedimentarias determinadas más o menos constantes. Cuando estas condiciones cambian o se interrumpe la sedimentación se forman estas superficies de estratificación. Estos estratos son como las páginas de un inmenso libro en el que está escrita una larga historia de varios miles de millones de años.



**Figura 6.** Detalle de una caliza de edad jurásica de la Sierra de Fontcalent. Las incrustaciones de tonos anaranjados y rojizos son nódulos de sílex. En el mar jurásico (ver bloque 2 de la figura 3), además del depósito de carbonatos, también se acumulaban los restos de organismos con esqueletos silíceos (por ejemplo, las esponjas). Cuando los sedimentos carbonatados con restos silíceos diseminados se transformaron en roca, éstos últimos se reagruparon formando estos nódulos de sílex. Fotografía cortesía de Fernando Prieto, <http://www.linkalicante.com>.

**De sedimento a roca.** Los sedimentos, con el paso del tiempo, se convierten en rocas sedimentarias. El lodo calcáreo se transforma en calizas y margas. Durante este cambio, conocido como diagénesis, el sedimento original pierde porosidad, se compacta y, en ocasiones, en sus poros precipitan sustancias disueltas en los fluidos intersticiales. Todo ello provoca un endurecimiento del material hasta convertirlo en roca. Los restos más resistentes de los organismos que poblaban el fondo del mar terminan convirtiéndose en fósiles.

#### La apertura del Océano Atlántico y el Océano de Tethys

Pero 100 millones de años es demasiado tiempo para que no ocurra nada significativo en nuestro planeta. Efectivamente, mientras se producía el depósito de los estratos que antes mencionábamos, en el Jurásico inferior (hace unos 190 millones de años) el océano Atlántico comenzó a abrirse. A la vez, el Tethys, que hasta ese momento había sido un mar relativamente pequeño y poco profundo, comenzó a crecer, convirtiéndose en un auténtico océano. Este proceso hizo que la plataforma marina situada al sur de Iberia se rompiera a favor de fallas originando un relieve escalonado del fondo marino (figura 3, bloque 3). De esta forma, la plataforma quedó dividida en dos grandes sectores: (1) el Prebético, situado en las proximidades de Iberia, es decir, más cerca de la costa; este sector continuó siendo una plataforma con un mar poco profundo (figura 7); (2) el Subbético, situado al sur, más alejado de la costa, en el que se depositaban sedimentos marinos pelágicos a diferentes profundidades.

Mientras tanto, el Bloque Mesomediterráneo permaneció más estable (al menos parte de él); levantándose zonas que previamente habían estado sumergidas. Esto trajo consigo que no se depositaran sedimentos en el intervalo de tiempo que va desde el Jurásico al Cretácico.

#### LA FORMACIÓN DE LA CORDILLERA BÉTICA (ENTRE 70 MILLONES DE AÑOS Y LA ACTUALIDAD)

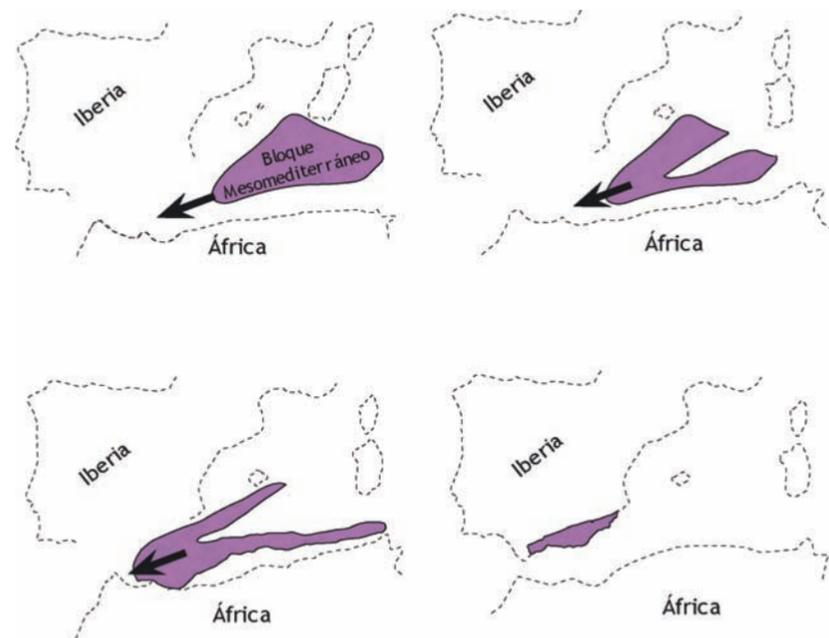
##### La aproximación de África, el Continente Mesomediterráneo y Eurasia

Hace aproximadamente 70 millones de años se produjo un cambio muy significativo en el movimiento de las placas litosféricas de nuestro Planeta. África, que hasta entonces se estaba separando de Eurasia, comenzó a desplazarse hacia el norte. O lo que es lo mismo, África comenzó a acercarse a Eurasia y también a Iberia (figura 8). Como consecuencia de todo esto, el mar de Tethys que separaba ambos continentes comenzó a cerrarse lentamente. El acercamiento entre África y Eurasia provocó además que el continente Mesomediterráneo, situado entre ambas, fuera expulsado lateralmente hacia el oeste (figura 8).

En un determinado momento del proceso que acabamos de describir, las rocas del fondo oceánico se hundieron debajo de los continentes, a favor de lo que se conoce en Geología como zona de subducción (figura 9). En las zonas de subducción las rocas son sometidas a un incremento de presión y temperatura, que provoca su transformación por un proceso conocido como metamorfismo. En una de esas zonas de subducción se hundieron también las rocas que constituían las zonas costeras del Bloque Mesomediterráneo, ya que éste se desplazaba hacia el oeste. Esto hizo que las rocas sedimentarias se transformaran en rocas metamórficas. Algunas de estas rocas metamórficas las podemos observar actualmente formando las sierras de Orihuela y Callosa.

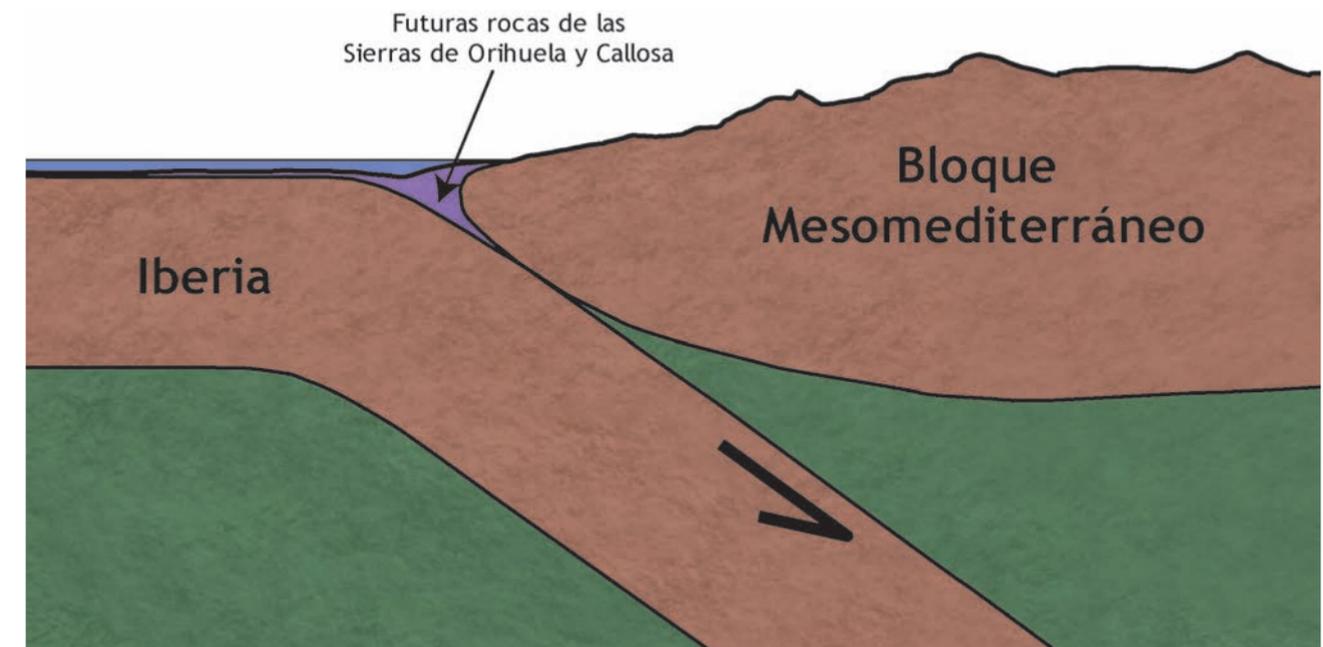


**Figura 7.** Panorámica desde el mar de Serra Gelada con el Faro del Albir en primer término. Se observan las capas de las rocas de edad Cretácico inclinadas unos 30° hacia el Noroeste (en la imagen hacia la derecha). Estas rocas se depositaron en un mar marino poco profundo (Prebético).



**Figura 8.** Esquema en el que se indica cómo el Continente Mesomediterráneo se desplazó hacia el oeste más de 300 km hasta colisionar con Iberia. En el último mapa paleogeográfico (situación actual), vemos como parte de ese continente se adosó a la Península Ibérica. Es lo que se conoce como Zona Interna de la Cordillera Bética. En nuestra provincia la Zona Interna está representada por las sierras de Callosa de Segura y Orihuela, y por la isla de Tabarca. Estas zonas están por tanto formadas por rocas que proceden de este Continente Mesomediterráneo, situado originalmente en las inmediaciones de la actual isla de Cerdeña.

**¿Mármoles o calizas y dolomías?** Se tiene constancia de que las rocas de la sierra de Orihuela han sido sometidas a condiciones metamórficas en algún momento de su historia geológica. Algunas investigaciones indican que alcanzaron aproximadamente 360°C (se considera que el metamorfismo comienza a los 200°C) y 9 kilobares de presión; estos datos reflejan que las rocas que hoy vemos en la superficie en las sierras de Orihuela y Callosa estuvieron bajo tierra a más de 20 km de profundidad. Si las condiciones geológicas hubiesen sido las habituales, las rocas carbonatadas de la sierra de Orihuela deberían haberse transformado en mármoles, y tendrían un grado de recristalización o cristalinidad como, por ejemplo, los mármoles de Macael en la provincia de Almería o los de Carrara en Italia. Sin embargo, se tuvieron que dar unas condiciones muy especiales porque estas rocas carbonatadas siguen teniendo un aspecto similar al de rocas sedimentarias como las calizas y las dolomías. Por tanto, nos encontramos ante un caso curioso en el que las rocas carbonatadas que han sufrido condiciones metamórficas (deberían ser mármoles) todavía mantienen el aspecto original de las rocas sedimentarias. De ahí que en algunas publicaciones sobre la Sierra de Orihuela se clasifiquen sus rocas carbonatadas como calizas y/o dolomías, y en algunas ocasiones se les añade el adjetivo marmóreas para indicar que tienen un grado de recristalización algo mayor que el de una roca sedimentaria típica.



**Figura 9.** Corte esquemático que representa como hace unos 50 millones de años Iberia se introducía bajo el Continente Mesomediterráneo, proceso que recibe el nombre de subducción. En este esquema se representa como durante la subducción las actuales rocas de las sierras de Orihuela y de Callosa de Segura alcanzaron gran profundidad (unos 30 kilómetros), por lo que sufrieron grandes presiones (de hasta 9 kilobares) y temperaturas (360°C). Esto hizo que las rocas sedimentarias originales se transformaran en rocas metamórficas. Por eso, las rocas carbonatadas que vemos en las Sierras de Callosa y Orihuela tienen un aspecto diferente a las rocas carbonatadas que hay en la mitad norte de la provincia.

**La desecación del Mar Mediterráneo.** Sobre el fondo rocoso de las llanuras abisales de la cuenca mediterránea se han localizado importantes acumulaciones de evaporitas (yesos, halita y otras sales) de edad Messiniense. El singular acontecimiento paleoceanográfico que condujo a su formación recibe el nombre de "Crisis de Salinidad Messiniense". En la provincia de Alicante, la "Crisis de Salinidad Messiniense" ha quedado bien registrada en la cuenca del Bajo Segura. En el margen norte de esta cuenca se reconocen dos superficies de discontinuidad que representan dos eventos erosivos asociados a dicha crisis. La primera de ellas corresponde a una modesta caída del nivel del mar, que provocó la formación de las evaporitas (fundamentalmente yesos) del margen sur de la cuenca. La segunda, de mayor envergadura, sería sincrónica con el depósito de las evaporitas del centro de la cuenca mediterránea y con la formación de cañones submarinos en sus márgenes. Sobre esta superficie de discontinuidad aparecen materiales margosos del Plioceno inferior que representan la restauración de las condiciones marinas en todo el Mediterráneo.

### La colisión del Continente Mesomediterráneo e Iberia

El continente Mesomediterráneo, al desplazarse hacia el oeste, terminó por encontrarse con Iberia, contra la que colisionó. Esto ocurrió hace 19-20 millones de años. Las rocas que había en la zona de colisión de ambos ámbitos, tanto las del sur de Iberia como las del continente Mesomediterráneo, se deformaron intensamente, plegándose y fracturándose (figura 3, bloque 4). Fue entonces cuando estas rocas comenzaron a elevarse y a emerger progresivamente formando la cadena de montañas que se conoce como Cordillera Bética. El desplazamiento del Continente Mesomediterráneo continuó hasta hace aproximadamente 8 millones de años, cuando se detuvo, quedando en parte soldado definitivamente al sur de Iberia (figura 3, bloque 5; figura 8). Este fragmento del continente Mesomediterráneo soldado a Iberia es lo que actualmente se conoce como Zona Interna de la Cordillera Bética (figura 8) y sus rocas constituyen, entre otras, los relieves de las sierras Nevada, Filabres, Gádor, Lújar, Tejeda, Almenara, etc., además de las sierras de Callosa y de Orihuela y la Isla de Tabarca. A la vez que todo esto ocurría en el sur de Iberia, el Océano del Tethys se fue cerrando de forma paulatina, ya que la Placa Africana se desplazaba poco a poco hacia el norte.

### El final... por el momento (desde hace aproximadamente 8 millones de años hasta la actualidad)

Tal y como se ha comentado anteriormente, hace aproximadamente 8 millones de años, durante el Mioceno Superior, se producen dos nuevos cambios en el movimiento de las placas tectónicas que va a tener consecuencias muy importantes sobre el relieve del sur de la Península Ibérica en general y en el de nuestra provincia en particular. Por un lado el continente Mesomediterráneo detiene su desplazamiento hacia el oeste. En estos momentos este continente se suelda y queda fijado al resto de la Península Ibérica, Europa y Asia (pasando a formar parte de la Placa Euroasiática) (figura 8). Por otro lado, la placa Africana, que poco a poco se ha ido desplazando hacia el norte, comienza a colisionar con la placa Euroasiática. Este proceso continúa hoy día, ya que ambas placas siguen acercándose a una velocidad de aproximadamente 5 mm/año. En toda la región, el choque de placas produce esfuerzos que generan pliegues de gran radio y fallas. Algunos de estos pliegues los podemos observar en la Sierra de Crevillent, el Pantano de Elche, Santa Pola, La Marina o Guardamar, entre otros lugares. Estos pliegues, a pesar de ser más

**Las oscilaciones pleistocenas del nivel del mar.** Durante el Pleistoceno (es decir durante el período comprendido entre 2,6 y 0,01 millones de años) las alternancias climáticas frías (episodios glaciares) y cálidas (episodios interglaciares) produjeron importantes oscilaciones del nivel del mar, relacionadas con las variaciones del volumen de agua almacenada como hielo en los casquetes polares. En toda la costa de Alicante abundan las terrazas marinas que registran los eventos de alto nivel del mar (interglaciares), fundamentalmente los del Pleistoceno superior. En algunos casos, como en el anticlinal de La Marina, la actividad tectónica reciente ha favorecido la elevación y preservación de terrazas pleistocenas más antiguas. En el relieve de la provincia de Alicante tiene especial significación la última subida del nivel del mar (conocida como transgresión flandriense). Hace unos 18.000 años, durante el último episodio glacial, el nivel del mar se encontraba entre 100 y 150 m por debajo de su posición actual. La fusión de los casquetes polares produjo un rápido ascenso del mar en todo el Planeta que alcanzó, hace unos 6.000 años, un nivel similar al actual. En ese momento, el mar invadió el antiguo valle fluvial del río Segura, generando un pequeño golfo en el que el dominio marino penetraba varios kilómetros hacia el oeste. El cierre posterior de este golfo, por medio de un cordón litoral, dio lugar a una laguna litoral muy somera que cubría una amplia superficie de la Vega Baja del Segura. Desde entonces esta laguna se ha ido colmatando progresivamente, tanto por procesos naturales como por acciones antrópicas (desechaciones llevadas a cabo desde el siglo XVIII) hasta quedar reducida a dos pequeños humedales: la laguna del Hondo y las Salinas de Santa Pola.

suaves que los producidos en etapas anteriores, son en buena medida los responsables del relieve actualmente observable en la provincia de Alicante, especialmente en su mitad meridional.

### ALICANTE EN LA CORDILLERA BÉTICA

Desde un punto de vista geológico, la provincia de Alicante se sitúa en una cadena montañosa conocida como Cordillera Bética (figura 10). Esta cordillera se extiende desde la provincia de Cádiz hasta las Islas Baleares, estando en parte sumergida entre Alicante y estas islas. La Cordillera Bética es resultado de la colisión durante millones de años de las placas Africana y Euroasiática.

Desde un punto de vista geológico la Cordillera Bética se divide en dos grandes zonas: la Zona Externa al norte y la Zona Interna al sur. En el mapa geológico de la figura 11 se puede observar cómo el límite que separa ambas zonas discurre aproximadamente por una línea imaginaria que une las poblaciones de Alicante, Elche, Crevillent y Abanilla, ésta última ya en la provincia de Murcia.

En la Geología de la Cordillera Bética se hace esta diferenciación entre Zona Externa e Interna porque sus rocas han sufrido una historia geológica muy diferente, que ha quedado grabada en ellas.

En la Zona Externa se incluyen las rocas sedimentarias que se formaron al sur de Iberia, en un primer momento en una zona emergida y después en el Océano de Tethys. Por el contrario, en la Zona Interna se incluyen las rocas que originalmente también se depositaron en el Océano de Tethys, pero en una zona más alejada de Iberia, en las inmediaciones del continente Mesomediterráneo. Como se ha comentado en el apartado anterior, este continente se desplazó hasta colisionar con Iberia y sus rocas se unieron a la actual Península Ibérica. Durante este proceso, parte de los materiales de la Zona Interna sufrieron altas presiones y temperaturas transformándose en rocas metamórficas.

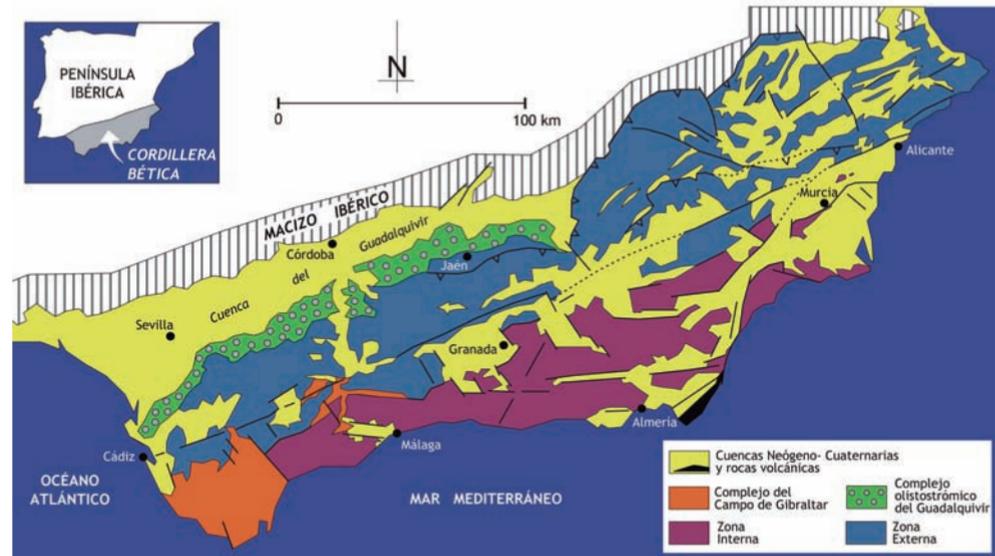
Además, desde el Mioceno hasta la actualidad, tanto sobre la Zona Externa como sobre la Zona Interna se desarrollaron pequeñas cuencas sedimentarias que se rellenaron en un principio con sedimentos marinos y finalmente con sedimentos continentales. Estas rocas sedimentarias más jóvenes se agrupan en un tercer dominio de la Cordillera Bética conocido como Cuencas Neógeno-Cuaternarias.

Finalmente, en la Cordillera Bética existe otro cuarto dominio: las unidades del Campo de Gibraltar, que no está representado en nuestra provincia.

A continuación veremos una breve descripción de cómo están representados los tres dominios (Zona Externa, Zona Interna y Cuencas Neógeno-Cuaternarias) en la provincia de Alicante.

### ZONA EXTERNA

En la Zona Externa se diferencian dos dominios, el Prebético y el Subbético, en función de su paleogeografía más o menos alejada de Iberia. El Prebético está constituido por las rocas depositadas más próximas a Iberia, en una plataforma marina poco profunda. El Subbético, por el contrario, está constituido por rocas sedimentarias pelágicas que se depositaron en un mar algo más profundo que el del Prebético y más alejado de la costa de Iberia. La Zona Externa es la mejor representada en Alicante ya



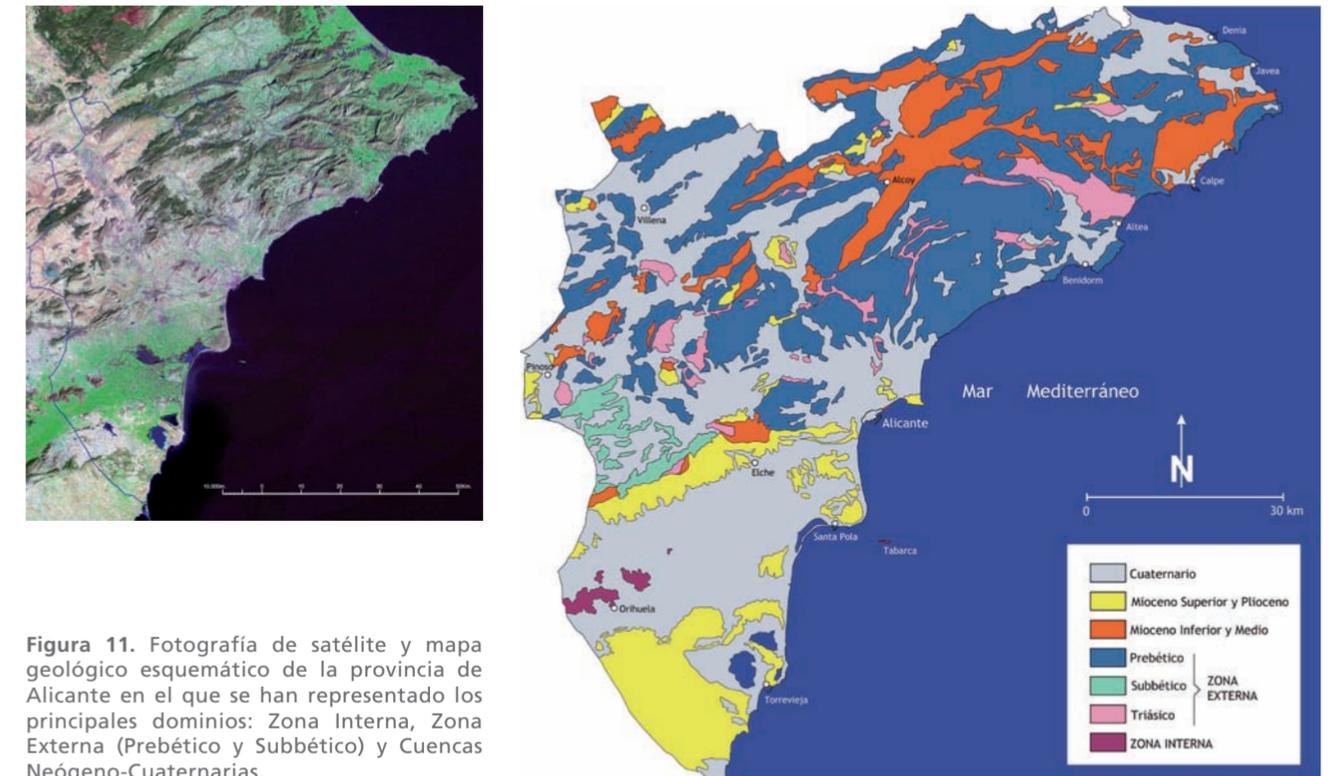
**Figura 10.** Modelo digital del terreno (cortesía de ANAYA Educación) de la Cordillera Bética. En la parte inferior se incluye un mapa geológico de la Cordillera con sus principales dominios: Zona Interna, Zona Externa (Prebético y Subbético), Cuencas Neógeno-Cuaternarias y Unidades del Campo de Gibraltar (este último dominio no está representado en la provincia de Alicante). El complejo olistotrómico corresponde a deslizamientos que se produjeron en la cuenca del Guadalquivir, cuando ésta estaba ocupada por el mar.

que ocupa más de dos tercios de su extensión. Especialmente extenso es el Prebético, que en nuestra provincia tiene uno de los mejores ejemplos de toda la Cordillera Bética, lo que ha hecho incluso que se acuñe el término Prebético de Alicante.

**Prebético**

Las rocas más antiguas del Prebético son rocas sedimentarias continentales y litorales del Triásico. Debido a la gran cantidad de evaporitas (que son rocas poco densas), estos materiales han llegado a salir a superficie a favor de fracturas, perforando las rocas más modernas situadas encima. Estas extrusiones de materiales reciben el nombre de diapiros. Los diapiros más significativos de Alicante son los de Pinoso (Cabezo de la Sal, desde donde se extraen salmueras que se utilizan en las salinas de Torre Vieja), el de Altea y los localizados a lo largo del valle del Vinalopó. Otros afloramientos destacados de materiales triásicos son los situados al sur de la Sierra de Crevillent, en Agost, en el río Monnegre (figura 5) o en Jalón.

Atendiendo a su edad, los siguientes materiales son los del Jurásico, los cuales están formados por rocas carbonatadas que afloran de manera muy reducida en núcleos de pliegues o a favor de fallas con importante salto en vertical y en dirección (Cabeçó d’Or, Fontcalent- figura 6-, Puig Campana, etc.).



**Figura 11.** Fotografía de satélite y mapa geológico esquemático de la provincia de Alicante en el que se han representado los principales dominios: Zona Interna, Zona Externa (Prebético y Subbético) y Cuencas Neógeno-Cuaternarias.



**Figura 12.** Panorámica desde el sur de las rocas carbonatadas que forman la Sierra de Callosa (Zona Interna). En primer término observamos una zona llana que constituye la cuenca del Bajo Segura rellena de sedimentos. En profundidad, bajo estos sedimentos, se encuentra un sustrato rocoso de la misma naturaleza que las rocas de las sierras de Callosa y Orihuela (estas sierras son reductos de las rocas de ese continente Mesomediterráneo que todavía no han sido totalmente erosionadas).

La siguiente etapa de la historia de la Tierra, el Cretácico (entre 144 y 65 millones de años) es la mejor representada en la provincia de Alicante. Los materiales del Cretácico afloran ampliamente dando importantes relieves montañosos (como las sierras de Mariola, Serrella, Aixorta, Alfaro, El Cid, Gelada-figura 7, Salinas, Solana, Peñarrubia, El Cid, Maigmó, Ventós, Onil, La Grana, Orcheta, Castellet, Ponoig, Bernia, Ferrer, Carrascal de Parcent, Mediodía, Montgó, Segaria, Mustalla, etc.). Estas rocas del Cretácico son mayoritariamente calizas organógenas (ricas en fósiles), destacando entre ellas las calizas con rudistas y las calcarenitas de orbitolinas.

Las rocas del Paleógeno (es decir con una edad comprendida entre los 65 y los 23 millones de años) de la provincia de Alicante consisten en gran medida en calizas arrecifales con alveolinas y nummulites que ocupan, por ejemplo, las cumbres de las sierras Serrella, Bernia y Aitana, entre otras. En el Coto (norte de Algueña) estas calizas se explotan como piedra ornamental, la cual recibe el nombre comercial de “crema marfil”. En áreas más meridionales estas calizas no afloran y en su lugar aparecen margas ricas en foraminíferos planctónicos, con intercalaciones de turbiditas.

#### **Subbético**

El Subbético está mucho menos representado en la provincia de Alicante. Aflora exclusivamente en el sector occidental de la provincia, al oeste del valle del Vinalopó entre las poblaciones de Pinoso y Crevillent. Sus principales afloramientos los encontramos en las sierras de Reclot, Algayat y Crevillent, que constituyen el extremo oriental de los afloramientos subbéticos de la Cordillera Bética. Está caracterizado por varios tipos de rocas carbonatadas con ammonites, braquiópodos y crinoides, de edades comprendidas entre el Jurásico y el Cretácico. En el Subbético también afloran los materiales del Triásico a favor de fracturas.

#### **ZONA INTERNA**

En la Zona Interna se incluyen aquellas rocas que proceden de sedimentos que, aunque también se depositaron en el Océano de Tethys, lo hicieron en una zona mucho más alejada de Iberia que los de la Zona Externa. Estas rocas se depositaron alrededor del continente Mesomediterráneo. En el caso particular de la provincia de Alicante, sólo encontramos rocas del Triásico. Además, estas rocas han sufrido una larga y compleja historia geológica ya que los sedimentos originales se transformaron en rocas sedimentarias y, muchos millones de años después, fueron sometidas a elevadas presiones y temperaturas que las transformaron finalmente en rocas metamórficas.

En la actualidad las rocas de la Zona Interna se extienden al sur de la línea Alicante-Crevillent ocupando el tercio meridional de la provincia. Sus afloramientos son muy escasos, destacando las Sierras de Callosa (figura 12) y Orihuela, si bien existen otros de menor entidad como el de Catral o el de la isla de Tabarca. Este último afloramiento constituye el testigo más oriental de la Zona Interna.

Esta zona está constituida en general por rocas metamórficas, si bien dentro de nuestra provincia el efecto del metamorfismo es ligero, por lo que se llegan a reconocer bien los rasgos originales, sedimentarios o ígneos, de sus materiales. Se trata de cuarcitas y filitas en la base, coronadas por una potente serie de carbonatos (calizas y dolomías algo recristalizadas con algunos niveles de yeso). En este conjunto aparecen intrusiones de rocas ígneas básicas (cantera de Orihuela).

#### **CUENCAS SEDIMENTARIAS NEÓGENO-CUATERNARIAS**

Sobre las rocas de estos dos dominios (Zona Externa y Zona Interna) se apoyan un conjunto de cuencas sedimentarias que están rellenas por rocas de edad más reciente (aproximadamente de los últimos 25 millones de años). Estas rocas más jóvenes las

podemos encontrar en el sector septentrional en cuencas como las de Alcoy, Tibi (figura 13), el valle del Vinalopó o el norte de la provincia de Alicante (figura 14). En el sector meridional de la provincia se encuentra la cuenca más importante de todas, la del Bajo Segura.



**Figura 13.** Capas carbonatadas del Mioceno medio apoyadas sobre materiales rojizos del Triásico en el embalse de Tibi. Obsérvese la gran inclinación de las capas carbonatadas que ha sido producida por la colisión entre el Continente Mesomediterráneo e Iberia. En estas capas carbonatadas se apoya la Presa de Tibi, una de las maravillas arquitectónicas de nuestra provincia ya que sus obras comenzaron en 1580 (es uno de los embalses más antiguos de Europa). Fotografía cortesía de Fernando Prieto, <http://www.linkalicante.com>.

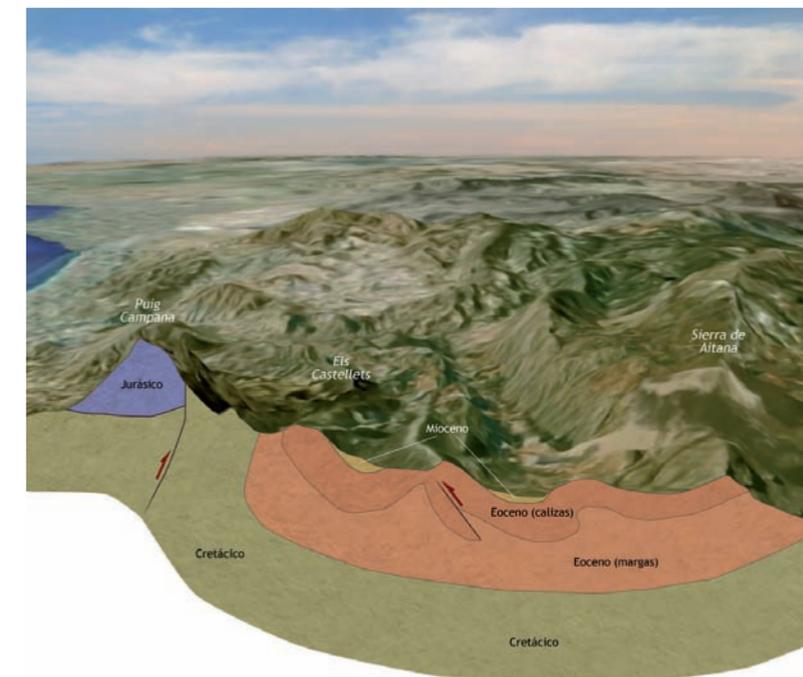
## EL RELIEVE ACTUAL DE LA PROVINCIA DE ALICANTE

La provincia de Alicante, aunque no posee cumbres demasiado elevadas (el techo es Aitana con 1556 m), es un territorio muy montañoso. Los desniveles son bastante considerables y en poca distancia pasamos del nivel del mar a cumbres que superan el millar de metros. Otra característica singular es que la provincia de Alicante se encuentra dividida en dos zonas con muy distinto relieve: la zona situada al sur de la línea imaginaria que une las poblaciones de Alicante-Elche-Crevillent-Abanilla (esta última población ya en la provincia de Murcia) tiene un relieve muy suave, ya que está dominada por la Vega Baja del Segura y el Campo de Elche. Por el contrario, la zona que queda al norte de dicha línea es mucho más montañosa y escarpada. Esta diferencia topográfica también se deja sentir en la costa. Desde los alrededores de la ciudad de Alicante hacia el norte, domina una costa acantilada (Pueblo acantilado, Serra Gelada, Morro de Toix, Penyal d'Ifac, Punta de Moraira-Cabo de la Nao, Cabo de San Antonio, ...) mientras que hacia el sur son mucho más frecuentes las largas playas arenosas (San Juan, Arenales, Gran Playa-Playa Lisa, La Marina-Guardamar-La Mata, ...).

El relieve de cualquier territorio, y no podía ser menos el de la provincia de Alicante, tiene mucho que ver con su historia geológica. Son muchos los rasgos topográficos que podríamos explicar a continuación, y muchas las curiosidades.



**Figura 14.** Costa acantilada situada al sur de Cala Blanca (Jávea), en las proximidades del Cabo de la Nao. Estos acantilados están modelados en rocas de color blanquecino que corresponden a margas y calizas margosas del Mioceno Medio (en la provincia de Alicante se las conoce como "tap"). Los hidrogeólogos acuñaron el término "tap" porque estos materiales arcillosos son impermeables y actuaban de "tapón" (tap en valenciano) de los acuíferos carbonatados de rocas más antiguas (fundamentalmente de edad Paleógeno, Cretácico y Jurásico).



**Figura 15.** Corte geológico esquemático de la zona de Puig Campana-Ponoig-Sierra de Aitana que muestra cómo las rocas de edad jurásica, cretácica y eoceno están intensamente plegadas y fracturadas. Obsérvese la relación entre los pliegues y las montañas y valles del sector (ver figura 19).



**Figura 16.** Fotografía panorámica aérea de la zona de Puig Campana-Ponoig-Sierra de Aitana que muestra cómo las rocas están intensamente plegadas y fracturadas. Obsérvese la relación entre los pliegues y las montañas y valles del sector (ver figura 15). Fotografía cortesía del Diario Información.



**Figura 17.** Rocas plegadas de edad Paleógeno al sur de Pueblo Acantilado (entre El Campello y Villajoyosa). Obsérvese cómo a la izquierda de la torre vigía las capas están verticales mientras que a la derecha están casi horizontales. Estos pliegues han sido producidos por la colisión entre el Continente Mesomediterráneo e Iberia.

Hemos escogido, como muestra, tres elementos singulares del relieve que están condicionados por esa larga historia geológica de más de 200 millones de años.

#### LAS MONTAÑAS Y VALLES DEL NORTE DE LA PROVINCIA DE ALICANTE

En una imagen de satélite o de Google Earth se observa uno de los rasgos topográficos más destacados de nuestra provincia: la alternancia de pequeñas sierras y valles alargados en su mayoría en la dirección casi este-oeste (en realidad tienen una dirección media N70E). ¿Cómo se han formado? En el primer apartado de este capítulo explicábamos que en el Mioceno Inferior el Con-

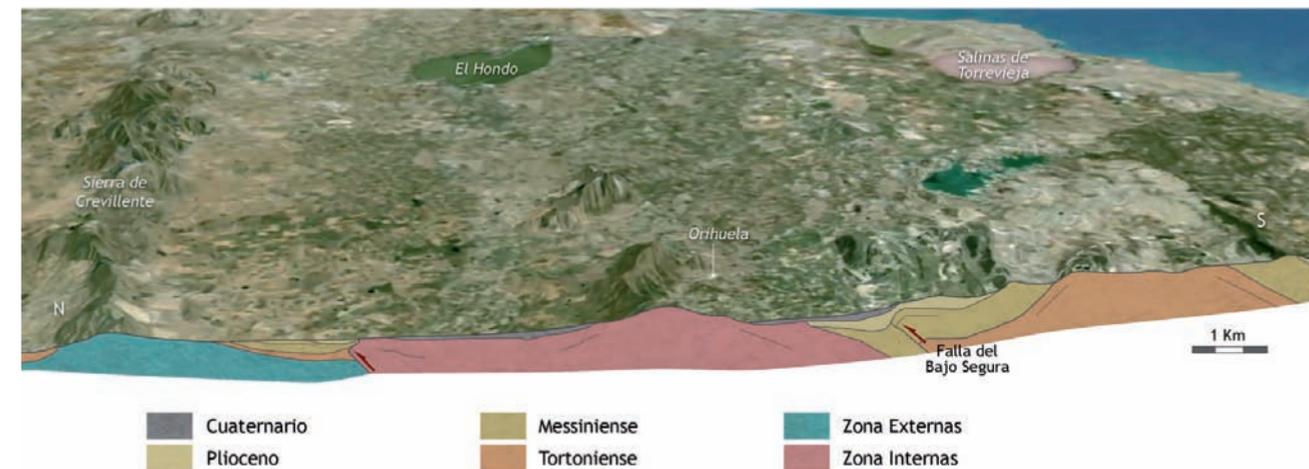


**Figura 18.** Fotografía de una discordancia angular (ver LIG 16 Villafranca) en el Barranco Blanco (Agost). Las capas inclinadas son de edad Mioceno Superior, mientras que la capa horizontal corresponde a los sedimentos depositados por el arroyo de Barranco Blanco durante el Cuaternario. Estas capas más jóvenes del Cuaternario no están plegadas en esta zona porque la colisión entre las placas Africana y Euroasiática, en nuestra provincia, está siendo en estos momentos especialmente activa en el sector más meridional de ésta.

tinente Mesomediterráneo colisionó con el sur de Iberia. Todas las rocas sedimentarias generadas en el margen meridional de Iberia durante el Mesozoico (Triásico, Jurásico y Cretácico) y durante el Paleógeno, comenzaron a plegarse y a fracturarse (figuras 15, 16 y 17). Se formó un tren de pliegues en el que se sucedían crestas (pliegues antiformes) y senos (pliegues sinformes). En general, con muy pocas excepciones, las sierras se sitúan allí donde tenemos pliegues antiformes y los valles donde hay pliegues sinformes (figuras 15 y 16).

#### ¿POR QUÉ ES MÁS MONTAÑOSA LA PARTE SEPTENTRIONAL DE LA PROVINCIA?

Los terremotos se producen cuando las rocas se deforman (por ejemplo al fracturarse bruscamente). Si hacemos un poco de memoria comprobaremos que la mayor parte de los terremotos que ocurren en nuestra provincia se producen en el sur. Por ejemplo, la falla del Bajo Segura (ver LIG nº 19) ha producido un buen número de terremotos entre los que destaca el terremoto de Torrevieja de 1829, que tuvo una magnitud 6.5 en la escala Richter y una intensidad X en la escala Mercalli, y que causó casi 400 víctimas mortales. Esta actividad sísmica indica que la deformación de las rocas de nuestra provincia se concentra en su mitad meridional. ¿Cómo explicamos esta paradoja? ¿por qué las montañas más altas están en el norte que actualmente es la zona menos activa de la provincia? Hay que aclarar que cuando el Continente Mesomediterráneo comenzó a colisionar con Iberia, los primeros pliegues se formaron al norte; en un momento dado estos pliegues dejaron de ser activos y comenzaron a plegarse las rocas situadas algo más al sur. Durante los últimos millones de años se ha estado produciendo esta migración de la deformación. Es decir, las montañas del norte de la provincia son ya antiguas, en general han dejado de elevarse y en los últimos tiempos (geológicos por supuesto) están siendo erosionadas (figura 18). Sin embargo, en el sur, se están formando nuevos relieves que en el futuro formarán montañas más elevadas. Es decir, las montañas del sur de la provincia son más bajas porque son más jóvenes y



**Figura 19.** Corte geológico esquemático sobre una imagen de Google Earth de la zona sur de la provincia de Alicante. Se observan las rocas de la Zona Externa al norte y la Zona Interna al sur, los sedimentos de edad Mioceno Superior a Cuaternario de la cuenca del Bajo Segura. Nótese cómo estas rocas más jóvenes están plegadas. Es en esta zona de la provincia de Alicante donde los movimientos de las placas tectónicas están dejando su impronta. Con el paso de los millones de años estos relieves del sur de nuestra provincia serán más elevados.

todavía están creciendo. Por ejemplo, la Sierra de Crevillent, elevada algo más de 1000 metros sobre el nivel del mar no existía hace tan solo 8 millones de años, o las sierras de Santa Pola, La Marina o Guardamar son relieves muy jóvenes formados en los últimos 3 ó 4 millones de años (figura 19). En definitiva, con el paso del tiempo “geológico”, en los próximos millones de años, el relieve montañoso del norte de la provincia de Alicante se irá erosionando progresivamente y surgirán nuevas montañas más elevadas en la parte meridional. También aumentará la extensión de la provincia por el sur, emergiendo nuevos relieves ahora sumergidos. Los trabajos de investigación realizados bajo el mar han descubierto cómo los sedimentos marinos se están plegando y dentro de poco tiempo (unos pocos millones de años) emergerán formando sierras similares a La Marina o Santa Pola.

#### ¿CÓMO SE HAN FORMADO LOS ACANTILADOS DEL NORTE DE LA PROVINCIA?

Uno de los rasgos paisajísticos de los que más puede presumir nuestra provincia es su costa acantilada. Por ejemplo, en Serra Gelada se encuentra uno de los acantilados verticales más altos de Europa (con algo más de 400 m). La formación de esta costa acantilada está ligada a los “últimos coletazos” de la formación del Mar Mediterráneo y, en concreto, a la formación del Golfo de Valencia y sus vestigios en el norte de nuestra provincia. En este capítulo hemos hecho especial énfasis en la aproximación de las placas de África y Eurasia (con el Bloque Mesomediterráneo en medio). Mientras que en la zona sur de Iberia se producía esta colisión continental, algo más al este comenzaba la apertura del actual Mar Mediterráneo. En esa zona del planeta las rocas de la corteza comenzaron a estirarse, generando una serie de fallas. Estas fallas dieron lugar al hundimiento progresivo de rocas generando un relieve escalonado (como los peldaños de una gigantesca escalera). En la provincia de Alicante tenemos ejemplos de estas fallas, en cuyos escalones el agua del mar ha ido lentamente modelando la imponente costa acantilada comprendida desde Pueblo Acantilado, entre El Campello y Villajoyosa, hasta el cabo de San Antonio, entre Denia y Jávea (figura 20). En el LIG nº 4 de este libro, dedicado a la falla del Riu Blanc en la Cala del Moraig, se explica con mayor detenimiento la relación entre estas fracturas y los acantilados.



**Figura 20.** Fotografía panorámica aérea de la espectacular costa acantilada del norte de la provincia, entre Punta Moraira (a la izquierda) y el Cabo de la Nao (a la derecha). El relieve más elevado situado en primer término es el Puig de la Llorença y el que hay al fondo es el Montgó. Fotografía cortesía del Diario Información.

## PATRIMONIO GEOLÓGICO DE LA PROVINCIA DE ALICANTE

## INTRODUCCIÓN

La provincia de Alicante puede presumir de tener un patrimonio geológico sobresaliente. En ella han realizado sus tesis doctorales y numerosos trabajos de investigación geólogos de varios países europeos, americanos, asiáticos y de varias universidades españolas. También ha sido elegida para que estudiantes de numerosas universidades realicen sus prácticas de campo. Y en ella se han celebrado varios congresos geológicos entre los que destacan el *15th International Sedimentological Congress* (1998), el *11th MAEGS (Meeting of the Association of European Geological Societies)* (1999), el V Congreso Geológico de España (2000), el XIII Simposio de Enseñanza de la Geología (2004), el Simposio Homenaje a D. Daniel Jiménez de Cisneros (2004), la XXV Reunión de la Sociedad Española de Mineralogía (2005), el Simposio Internacional sobre el Uso Sostenible de las Aguas Subterráneas ISGWAS (2006), entre otros.

### ¿Y qué es lo que la hace interesante desde un punto de vista geológico?

Su intensa y convulsa historia geológica de más de 200 millones de años es realizada por magníficos afloramientos que podemos disfrutar gracias a la escarpada orografía, en parte recortada en espectaculares acantilados, y a una cobertera vegetal poco densa. Este hecho hace que en Alicante encontremos afloramientos geológicos de gran calidad, que tienen interés regional, nacional e, incluso, internacional. En este trabajo describimos los principales valores del patrimonio geológico alicantino.

## GEODIVERSIDAD DE LA PROVINCIA DE ALICANTE

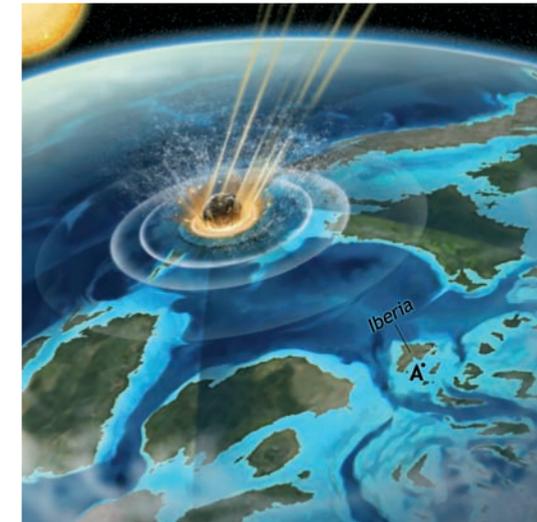
La variedad de acontecimientos que se han sucedido en nuestra provincia durante más de doscientos millones de años explican su gran riqueza geológica.

En la actualidad, de los 20 contextos geológicos de relevancia internacional definidos en España, al menos tres están presentes en nuestra provincia: (1) Series mesozoicas de las cordilleras Bética e Ibérica, (2) Secciones estratigráficas del límite Cretácico/Terciario y (3) Episodios evaporíticos messinienses (crisis de salinidad mediterránea).

Por otra parte, en el listado de 142 Geosites (lugares de especial interés geológico) en nuestro país, sólo dos son de la provincia de Alicante: (1) El Montgó (punto número 36 del catálogo, Geosite MZ-02) que destaca por aspectos estratigráficos, en particular por la existencia de plataformas de carbonatos del Cretácico (se le ha dedicado un capítulo específico en este libro, el LIG nº 1), y (2) Las Lomas de la Beata en Agost (punto número 70 del catálogo, Geosite KT-03), que también destaca por su interés estratigráfico, ya que existe un nivel de arcilla del límite K-T. En este límite K-T (Cretácico-Terciario) se produjo la extinción de numerosas especies, entre ellas los grandes reptiles, por el posible impacto de un gran meteorito en la península de Yucatán (México), hace aproximadamente 65 millones de años (figuras 1 y 2).

Como se puede comprobar en el actual listado de Geosites, del tercer contexto geológico de relevancia internacional que hace referencia a la Crisis de Salinidad Messiniense, no hay ningún Geosite descrito en nuestra provincia a pesar de que en ella se encuentran los niveles de yesos de San Miguel de Salinas, algunas capas de estromatolitos de gran espectacularidad o varias secciones estratigráficas en la Cuenca del Bajo Segura, donde hay evidencias de la desecación que sufrió el Mar Mediterráneo hace algo más de 5 millones de años.

Pero la provincia de Alicante tiene otros muchos lugares de interés geológico con gran relevancia regional y nacional, e incluso algunos de relevancia internacional que no figuran actualmente en el listado de Geosites. Por fortuna, y tal como indica el Insti-



**Figura 1.** Caracterización del impacto del asteroide que se produjo en la Península de Yucatán (México) hace 65 millones de años. Se indica la posición que ocupaba Iberia y, con la letra A, el sector donde se depositaban los sedimentos de esa edad que actualmente encontramos en la localidad de Agost transformados en rocas.



**Figura 2.** Representación esquemática del mar situado al sur de Iberia donde se depositaban sedimentos arcillosos a finales del Cretácico. El impacto del asteroide expulsó a la atmósfera gran cantidad de material tanto de las rocas que había entonces en la zona de impacto, como del propio cuerpo extraterrestre. Este material en suspensión, que formó una densa nube alrededor de todo el Planeta, cayó como una fina lluvia depositando una capa delgada. Este nivel, que contiene pequeñas cantidades de elementos de origen extraterrestre, se conserva al norte de la localidad de Agost (ver detalle). En este momento se produjo una extinción faunística masiva (la más conocida es la de los dinosaurios), que ha sido utilizada para definir en 65 millones de años el final de la era Mesozoica (vida media) y el inicio de la era Cenozoica (vida reciente). En particular se conoce como límite K-T (K de Cretácico y T de Terciario).



**Figura 3.** La isla de Tabarca posee, en una pequeña extensión, una variada geodiversidad, ideal para el diseño de actividades didácticas con estudiantes de diferentes niveles educativos. En la fotografía se observa un detalle de la Falla de La Virgen. Las rocas de color verde oscuro que hay a la derecha de la fotografía, son ofitas, rocas que se formaron por la solidificación de un magma muy cerca de la superficie. Fotografía cortesía de Pau Renard.

tuto Geológico y Minero de España (IGME) en su página web [www.igme.es](http://www.igme.es); (visitar sección dedicada a Patrimonio Geológico y Minero), éste es un listado abierto, y en los próximos años deberán incorporarse unos cuantos lugares más de interés geológico.

Por limitaciones lógicas de espacio, a continuación vamos a destacar sólo algunos de los ejemplos más importantes por su interés científico, didáctico y/o paisajístico. Como se suele decir en estos casos "*Son todos los que están pero no están todos los que son*". Se trata de una selección en la que faltan muchos otros puntos de interés geológico de la provincia. En cualquier caso, en un futuro inmediato será necesario desarrollar un proyecto de investigación específico sobre el patrimonio geológico de nuestra provincia.

Habitualmente, un lugar de interés geológico (LIG) es interesante, en mayor o menor medida, por la suma de varios aspectos pero en este capítulo hemos decidido agruparlos en función de su mayor interés científico, didáctico o paisajístico. Su inclusión en uno u otro epígrafe es subjetiva y sólo pretende destacar su mayor relevancia. Además, los puntos que hemos escogido sólo son la punta de lanza de un variado y nutrido repertorio de lugares de interés geológico diseminados a lo largo y ancho de nuestra provincia.

#### LUGARES DE INTERÉS GEOLÓGICO QUE DESTACAN POR...

##### ...SU INTERÉS CIENTÍFICO

Entre los lugares de interés geológico que destacan por su interés científico hay que resaltar los dos Geositios catalogados oficialmente en nuestra provincia: el Montgó y el límite K-T de Agost. Otros puntos sobresalientes que no forman parte de ese listado son el arrecife messiniense de Santa Pola, los yesos de San Miguel de Salinas, el Cerro de la Cruz, el Diapiro de Pinoso o las estructuras sedimentarias de deformación de la Cañada del Judío en las proximidades de San Miguel de Salinas.

El Montgó cuenta con un registro sedimentario completo de los materiales que se depositaron durante la transgresión que tuvo lugar hace 96 millones de años (Cretácico), y que representa el mayor ascenso del nivel del mar de la historia de la Tierra registrado a escala global, y que sumergió la mayor parte de la Península Ibérica bajo las aguas marinas. Más información sobre el Montgó se encuentra en el LIG nº 1 de este libro.

En las proximidades de Agost se encuentra una de las manifestaciones asociadas a la caída del meteorito que causó la gran extinción faunística de finales del Cretácico, responsable de la desaparición, entre otros, de los dinosaurios. Los restos de aquel impacto han quedado registrados en una delgada capa de arcilla de color oscuro que contiene una alta concentración de Iridio y otros elementos de origen fundamentalmente extraterrestre. Esta pequeña capa se denomina límite K-T porque sirvió para establecer el límite entre el Cretácico (K) y el Terciario (T) (figuras 1 y 2).

La Sierra de Santa Pola es un arrecife de coral fósil que, a pesar de haberse formado hace ya entre 6 y 5 millones de años (Messiniense), todavía preserva de forma sorprendente muchos de sus elementos originales. Su excepcional estado de preservación lo convierten en un lugar privilegiado para el estudio de arrecifes. Los aspectos más interesantes de esta Sierra se desarrollan en el LIG nº 17.

En los alrededores de San Miguel de Salinas existen varios afloramientos de yeso. La principal importancia de estos yesos es su relación con la etapa de precipitación de evaporitas que ocurrió a finales del Mioceno, durante el Messiniense, en numerosas cuencas del Mediterráneo. Yesos similares se han reconocido en las cuencas de Almería (Sorbas y Níjar), además de

Sicilia, los Apeninos, Grecia y Chipre. Esta amplia distribución de los yesos ha sido la clave para definir la “Crisis de Salinidad del Messiniense” como un acontecimiento singular y único en la evolución del Mediterráneo. El LIG nº 20 de este libro está dedicado a estos yesos.

El entorno del Cerro de La Cruz, en La Romana, destaca por su interés paleontológico, debido a la abundancia, diversidad y excelente estado de preservación de fósiles de invertebrados marinos pertenecientes a diversos grupos: braquiópodos, crinoides, ammonites, belemnites... Posee también un significativo interés científico y didáctico por la continuidad de los materiales de la serie del Jurásico Inferior alicantino, siendo un magnífico ejemplo de las relaciones entre los ambientes de depósito de los fósiles y los propios restos. Información más detallada sobre el Cerro de la Cruz se encuentra en el LIG nº 17 de este libro.

En Pinoso se encuentra el Cabezo de la Sal que constituye un magnífico ejemplo de diapiro salino. En general, los diapiros salinos han sido sometidos a intensos procesos de meteorización y erosión, generando relieves negativos, por lo que es muy raro en-



**Figura 4.** Estudiantes de Ingeniería Geológica de la Universidad de Alicante realizando una actividad de campo en el Cabo de las Huertas.

contrar en similares latitudes aflorando los materiales salinos que encontramos en Pinoso. El LIG nº 15 de este libro está dedicado íntegramente a esta “montaña de sal”.

En la Cañada del Judío, aproximadamente dos kilómetros al sur de la población de San Miguel de Salinas se localizan afloramientos de estructuras sedimentarias deformadas por la acción del oleaje de tormenta. Estos afloramientos son, desde un punto de vista científico, excepcionales por ser uno de los primeros ejemplos descritos a nivel mundial en el que se observan deformaciones “fósiles” en el sedimento producidas por el oleaje.

#### ...SU INTERÉS DIDÁCTICO

Desde hace más de 20 años se vienen realizando prácticas de campo de diversas asignaturas relacionadas con la geología en titulaciones universitarias como Ingeniería Geológica, Biología, Educación Infantil y Primaria, Ingeniería de Caminos, Canales y Puertos, Ciencias Ambientales, etc. También muchos centros de enseñanza secundaria de la provincia aprovechan las posibilidades geológicas de su entorno para realizar itinerarios geológicos con los alumnos de Bachillerato y ESO. Una colección de estos itinerarios ha sido publicada en el libro “Itinerarios geológicos por la Provincia de Alicante”, editado por la Universidad de Alicante, en el que colaboraron estrechamente profesores universitarios y profesores de enseñanza secundaria.

Entre los muchos itinerarios geológicos utilizados por el profesorado, tal vez los más usados por su peculiar interés didáctico hayan sido los de la Isla de Tabarca (figura 3), el Cabo de las Huertas (figura 4), las Lomas del Garbinet (figura 5) y la Sierra de Benejúzar. La gran variedad temática de sus afloramientos (de interés estratigráfico, geomorfológico, mineralógico, paleontológico, petrológico, tectónico, etc.), junto a la calidad de exposición, hace que tengan un gran potencial didáctico. Las Lomas del Garbinet y la Sierra de Benejúzar son tratadas en los LIGs nº 16 y 19 respectivamente.

#### ...SU INTERÉS PAISAJÍSTICO

Los lugares de interés geológico incluidos en este apartado tienen, además de su valor científico y didáctico, un valor añadido gracias a su atractivo paisajístico. Su singularidad y belleza hace que algunos de estos lugares sean aprovechados como recurso turístico.

Entre estos lugares se encuentra la mayor parte del litoral provincial. El paisaje litoral de Alicante constituye un importante valor de nuestro patrimonio geológico. A él pertenecen formaciones geológicas tan relevantes como los cordones dunares y las lagunas costeras del sur de la provincia y los grandes acantilados y calas del norte. Estos grandes acantilados son aprovechados por varias empresas turísticas para la realización de diversas rutas, aunque todavía no se ha aprovechado el contenido cultural de las mismas, incluido el espectacular patrimonio geológico que poseen (figura 6). Pero, de entre todos estos elemen-



**Figura 5.** Estudiantes de Ingeniería Geológica de la Universidad de Alicante realizando medidas geológicas con brújula junto a la discordancia de Villafranqueza (LIG nº 16 de este libro).



**Figura 6.** Panorámica de un grupo de participantes del Geolodía 08 celebrado en el Parc Natural de la Serra Gelada. Los itinerarios en barco o catamarán son habituales en la costa acantilada de nuestra provincia. El patrimonio geológico, junto a otros valores culturales, es un valor añadido al atractivo paisajístico de estas rutas. Fotografía cortesía de Vicenta Vidal.

tos destacan, pese a su pequeña extensión y representatividad espacial dentro de la geología de la provincia, las playas, cuya influencia en la economía local es más que notable. Actualmente hay catalogadas 166 playas (Página web oficial del Ministerio de Medioambiente y Medio Rural y Marino) que se extienden desde la más septentrional (Playa de Els Poblets, Denia) hasta la más meridional (Playa del Mojón, Pilar de la Horadada) (figura 7).

Otro recurso geoturístico destacado de nuestra provincia son sus cavidades kársticas. Hay que tener en cuenta, que la mayor parte de los relieves de la provincia están constituidos por rocas carbonatadas. La karstificación (disolución, erosión mecánica,...etc.) superficial y/o subterránea de este tipo de rocas localmente se traduce en la formación de sistemas jerarquizados de conductos y cavidades (espeleogénesis), que en muchos casos son accesibles y visitables. Así, la provincia de Alicante presenta el mayor número de cavidades acondicionadas para la visita turística de la Comunidad Valenciana como la Cova del Canelobre (LIG nº 13 de este libro), Cova de les Calaveres y la Cova del Rull. Estas cavidades, auténticas maravillas de la naturaleza, forman parte del patrimonio natural provincial presentando un alto valor como recurso geológico, medioambiental y cultural. Decenas de miles de visitantes al año disfrutan de este acercamiento al mundo subterráneo alicantino, constituyendo un recurso socioeconómico muy notable para la región, y convirtiéndose en auténticos centros de generación y transmisión del medio natural (o de la geodiversidad). Existe un catálogo de cuevas (decreto 65/2006, de 12 de mayo, del Consell), por el que se desarrolla el régimen de protección de las cuevas y se aprueba el Catálogo de Cuevas de la Comunidad Valenciana.

También existen otros parajes naturales, entre los que destaca el curso alto del Río Algar, en donde es posible realizar un pequeño itinerario en el que se observan manantiales, saltos de agua y una vegetación exuberante que confieren a este paraje un gran atractivo paisajístico. En el LIG nº 6 de este libro se encuentra más información sobre este turístico lugar.

En este apartado de interés paisajístico también es obligado hacer mención a los espacios naturales protegidos. En la actualidad, a pesar de que la legislación contempla la protección de espacios naturales por sus valores geológicos, paleontológicos, y geomorfológicos, no se ha declarado ninguna figura de protección en la Comunitat Valenciana atendiendo a estos aspectos geológicos. No obstante, parte del Patrimonio Geológico de la provincia de Alicante incluido en esta publicación están englobados dentro de alguna de las diferentes figuras de los Espacios Naturales Protegidos: en Parques Naturales (El Montgó, Penyal

### SABÍAS QUE...?

El suelo de la explanada de Alicante es un mosaico con más de 6 millones de teselas que simulan las olas del mar. Estas teselas están formadas por tres tipos de roca diferentes que otorgan los colores característicos del suelo de este paseo: rojo, beige y negro. Se trata de tres tipos de calizas fosilíferas con diferentes porcentajes de hierro el cual a su vez aparece en diferentes estados de oxidación (de ahí los tonos rojo- beige-negro, éste último reforzado por la presencia de materia orgánica). Dos de estas variedades son rocas ornamentales que se explotan en la provincia de Alicante: las teselas rojas corresponden al Rojo Alicante (extraído en Cavarrasa, Monóvar, en terrenos del Mesozoico) y las beiges al Crema Marfil (procedente de las canteras del Coto, en Pinoso, en materiales del Paleógeno). Las teselas negras se han traído desde las canteras del País Vasco en las que se explota la variedad comercial Negro Markina, en materiales mesozoicos.



**Figura 7.** Fotografía de la playa de San Juan, con el Cabo de las Huertas en primer término. Fotografía cortesía del Diario Información.

d'Ifac, dunas fósiles de Serra Gelada, Salinas de Santa Pola, Ullals de la Marjal de Pego-Oliva, Serra de Mariola), en Parajes Naturales Municipales (El Arenal de l'Amorxó, Pliegues de la Sierra de Callosa y Orihuela, Els Arcs de Castell de Castells) o en Paisajes Protegidos (Anticlinal de la Serra de Bernia, Serra de Ferrer, Serra de Bernia, Puig Campana, Barranc de l'Encantá).

Esperamos y deseamos que esta publicación sirva, por una parte, para poner en valor los recursos geológicos que muchos de estos espacios naturales protegidos poseen y, por otra, para que los diferentes niveles de protección establecidos por la ley 11/94 del 27 de diciembre sobre Espacios Naturales Protegidos de la Comunitat Valenciana, como Parques Naturales, Parajes Naturales Municipales, Reservas Naturales, Monumentos Naturales, Sitios de Interés o Paisajes Protegidos, permitan incluir aquellos otros que todavía carecen de protección.

Mención aparte se merecen los senderos de pequeño recorrido que presenta la provincia de



**Figura 8.** Grupo de profesores participando en una actividad de formación en el río Monnegre organizada por la Asociación Española para la Enseñanza de las Ciencias de la Tierra (AEPECT) y la Universidad de Alicante.



**Figura 9.** Izquierda: panorámica de los acantilados de Serra Gelada desde Torre Seguro (Benidorm). Al pie de los acantilados se observan las dunas fósiles (eolianitas). Fotografía cortesía de Rafael Durá. Derecha: costa acantilada al norte de la Cala del Charco (con la Isla de Benidorm al fondo). La línea inclinada hacia el mar que separa dos conjuntos de roca diferentes es una falla. Los estratos plegados que se observan en estas rocas se formaron en grandes deslizamientos marinos ocurridos durante el Paleógeno.



**Figura 10.** Panorámica y detalle de Rambla Salada, situada en la Sierra de Crevillent, al norte de Albufera, una de las maravillas del patrimonio geológico de la provincia. El Ayuntamiento de Albufera ha elaborado el Sendero cultural "Canal de la Rambla Salada-Los Lagos". Fotografías cortesía de Ana Crespo.



**Figura 11.** Panorámica de una de las fracturas abiertas de la Llibreria (Jijona), en el sector de las Peñas de Roset. La enorme fractura está relleniéndose de bloques desprendidos de las paredes. Esta espectacular zona de fracturas abiertas recuerda a las Simas de Partagat en la sierra de Aitana (LIG 7). Fotografía cortesía de José Carlos Cristóbal.

Alicante y que permiten contemplar y disfrutar de una gran diversidad de paisajes. A lo largo de estos senderos, cuyas características y recorrido se pueden consultar en las recientes publicaciones de la Diputación de Alicante “Senderos a Pie”, “Senderos de la Sal”, y “Senderos en Bici” se pueden reconocer algunos de los lugares geológicos más emblemáticos y singulares de nuestra provincia, entre los que se encuentran las Simas de Partagat, Els Frares, los Acantilados en la comarca de la Marina Alta, el Puig Campana, el Barranc de l’Infern y el Río Monnegre (figura 8). En concreto, para la celebración del Geolodía 2009 se eligieron por su valor didáctico y paisajístico dos de estos senderos: el PR.CV-21 y el PR.CV-10, que recorren la Sierra de Aitana.

#### OTROS LUGARES DE INTERÉS GEOLÓGICO

Como se ha comentado anteriormente, estos puntos sólo son una pequeña muestra del rico y diverso patrimonio geológico de la provincia. Otros puntos interesantes son los pináculos del Castell de Perputxent de l’Orxa, la sima de Pedreguer, las dunas fósiles de Jávea, los arcos en roca del norte de la provincia (Serrella, Aitana, Penáguila –arcos de Santa Lucía y Pont dels Gats-, Puig Campana, Cabeço d’Or, ...), la cala de la Granadella, el anticlinal de la Sierra de Bernia, los ammonites de la Querola (Concentaina), travertinos del Salt y Els Canalons en Alcoy, los grandes bloques deslizados de la cuenca de Tár-bena, las pistas fósiles del Albir (Serra Gelada), los acantilados de Serra Gelada (figura 9A), los pliegues angulares del embalse del Amadorio, los deslizamientos marinos de Villajoyosa-Benidorm (figura 9B), los paredones calizos de Els Castelletts, la cuenca endorreica de Salinas, la rambla Honda (El Llosar), el domo del Racó de Cortés, los manantiales salinos del Valle del Vinalopó, los manantiales termales del Cabeço d’Or (secos desde la década de los sesenta), el paleokarst Cretácico del Cabeço d’Or, fracturas abiertas de la Llibreria en Jijona (figura 11), los oolitos ferruginosos de Busot, el barranco Blanco de Agost, el monte Benacantil, las mineralizaciones de clinozoisita en la Sierra de Crevillent, los yacimientos de macrovertebrados de Crevillent, Monteagudo (Sierra de Crevillent), las salinas de Santa Pola, las icnitas en El Porquet (Alicante), los estromatolitos de la Sierra del Colmenar, la discontinuidad estratigráfica mio-plioceno del borde norte de la cuenca del Bajo Segura, la rambla Salada (Albatera) (figura 10), el arrecife de Elche, las microfallas de la cantera Serra Grossa, los pliegues de las sierras de Callosa de Segura y Orihuela, las diatomitas con peces fósiles del Embalse de la Pedrera, los terrenos tirrenienses de la mitad sur de la provincia, el cordón de dunas actuales y fósiles del Carabasi, las estratificaciones cruzadas del Cabo Cervera, los niveles del Tirreniense del sur de la provincia, entre otros.

#### OTROS ASPECTOS RELACIONADOS CON EL PATRIMONIO GEOLÓGICO

Otros aspectos a destacar relacionados con el Patrimonio Geológico de nuestra provincia son el patrimonio geológico denominado “mueble”. En la provincia de Alicante destaca el joven y dinámico Museo de Paleontología de Elche (MUPE). Este museo abrió sus puertas en el año 2004, fruto del esfuerzo y dedicación, durante más de 20 años, de los miembros del Grupo Cultural Paleontológico de Elche. Esta institución está dedicada a la comunicación, conservación e investigación del patrimonio paleontológico y geológico. Este museo, situado en la Plaça de Sant Joan, tiene en su planta alta una representación espectacular del patrimonio paleontológico de nuestra provincia (figura 12).

Cabe destacar la importancia de algunas colecciones mineralógicas y paleontológicas privadas como la colección perteneciente a D. Daniel de Jiménez de Cisneros que incluye más de diez mil ejemplares de fósiles y minerales, mayoritariamente de Alicante y Murcia, y que ha podido ser estudiada durante los últimos años a través de distintos proyectos de investigación y gracias a la labor de conservación realizada por sus herederos.

## EL FUTURO DEL PATRIMONIO GEOLÓGICO ANTE LA NUEVA LEGISLACIÓN

### LEY DE PATRIMONIO NATURAL Y BIODIVERSIDAD

El 14 de diciembre de 2007 se publica en el B.O.E. nº 299 la ley 42/2007 sobre Patrimonio Natural y Biodiversidad. Aunque esta ley todavía no ha colmado las aspiraciones de la comunidad geológica en cuanto a defensa del patrimonio geológico de nuestro país, ha significado un avance muy destacado. En esta nueva ley se incluyen, por primera vez, varios artículos específicos sobre



**Figura 12.** Colección de piñas y hojas fósiles del Plioceno expuesta en el Museo Paleontológico de Elche. Es imprescindible su visita para conocer la extraordinaria colección de fósiles de la provincia ([www.cidarismpe.org/](http://www.cidarismpe.org/)). Plaça de Sant Joan,3, 03202, Elche, Tfno: 965 45 88 03. Fotografía cortesía de MUPE.

la puesta en valor, defensa y protección del patrimonio geológico. Díaz-Martínez *et al.* (2008) relatan detalladamente todos los logros de esta nueva norma entre los que destacamos los siguientes: (1) La protección de la geodiversidad es un deber de las Administraciones Públicas (Art. 5.2.f); (2) Es obligatorio la realización de un "Inventario de Lugares de Interés Geológico representativo de, al menos, las unidades y contextos geológicos recogidos en el Anexo VIII de la Ley (Art. 9.2.10); (3) Uno de los objetivos de los Planes de Ordenación de los Recursos Naturales (PORN) es definir el estado de conservación e identificar la capacidad e intensidad de uso de la geodiversidad y de los procesos geológicos, previendo y promoviendo su conservación y restauración (Art. 17.b, c y f); (4) Entre los criterios para definir los espacios naturales protegidos están el "Contener sistemas o elementos ... de especial interés ... geológico" (es decir, contener patrimonio geológico), y la "protección y mantenimiento de ... la geodiversidad" (Art. 27.1); (5) Un criterio para utilizar la figura de Parque para un espacio natural protegido (ENP) es su diversidad geológica (Art. 30.1); (6) Establece la figura de Monumento Natural para proteger "las formaciones geológicas, los yacimientos paleontológicos y mineralógicos, los estratotipos y demás elementos de la gea que reúnan un interés especial por la singularidad o importancia de sus valores científicos, culturales y paisajísticos (Art. 33.2).

Por otra parte, la ley hace especial referencia al término Lugar de Interés Geológico (LIG). En la página web del IGME, en su sección dedicada a patrimonio geológico ([www.igme.es/internet/patrimonio/principal.htm](http://www.igme.es/internet/patrimonio/principal.htm)), se incluye la siguiente definición de LIG: *En su acepción más amplia, se considera que los LIGs pueden presentar interés científico, cultural y/o educativo, e incluso un interés paisajístico o recreativo. Pero lo que se suele valorar fundamentalmente es el valor científico, es decir, la información que ese lugar proporciona a la hora de recomponer la historia geológica de la zona o ilustrar el funcionamiento de un determinado*

Tal y como se demuestra en estas páginas, la provincia de Alicante tiene un rico y variado patrimonio geológico. Sin embargo, es justo reconocer la escasez de yacimientos minerales importantes desde el punto de vista del coleccionismo o del uso industrial. Únicamente poseen un elevado valor económico en la provincia las rocas ornamentales (tanto por su explotación actual como por sus reservas). Los yacimientos minerales más destacados de la provincia son los correspondientes a **Ocres**, **Epidota**, **Celestina**, **Yesos** y **Halita** (figura 13).

El **Ocre** es el nombre genérico con el que se designaban a los óxidos (hematites) e hidróxidos de hierro. Han sido un recurso de interés económico en la provincia de Alicante, explotándose para pinturas, desde el último tercio del siglo XIX hasta el último tercio del siglo XX. Estas explotaciones se realizaban en las minas de "La Justa" "Felicidad" y "El Sabinar" en el término de Mutxamiel y "El Sabinar Segundo" en el término de San Vicente del Raspeig, existiendo otras antiguas explotaciones en l'Alfàs del Pi y Busot, entre otras.

La **Epidota** (silicato de calcio, hierro y aluminio) se encuentra, con ejemplares de interés coleccionista, asociada a las diabasas de Albatera (Cabezo Negro) habiéndose encontrado buenos ejemplares en la cantera de áridos de "Los Serranos".

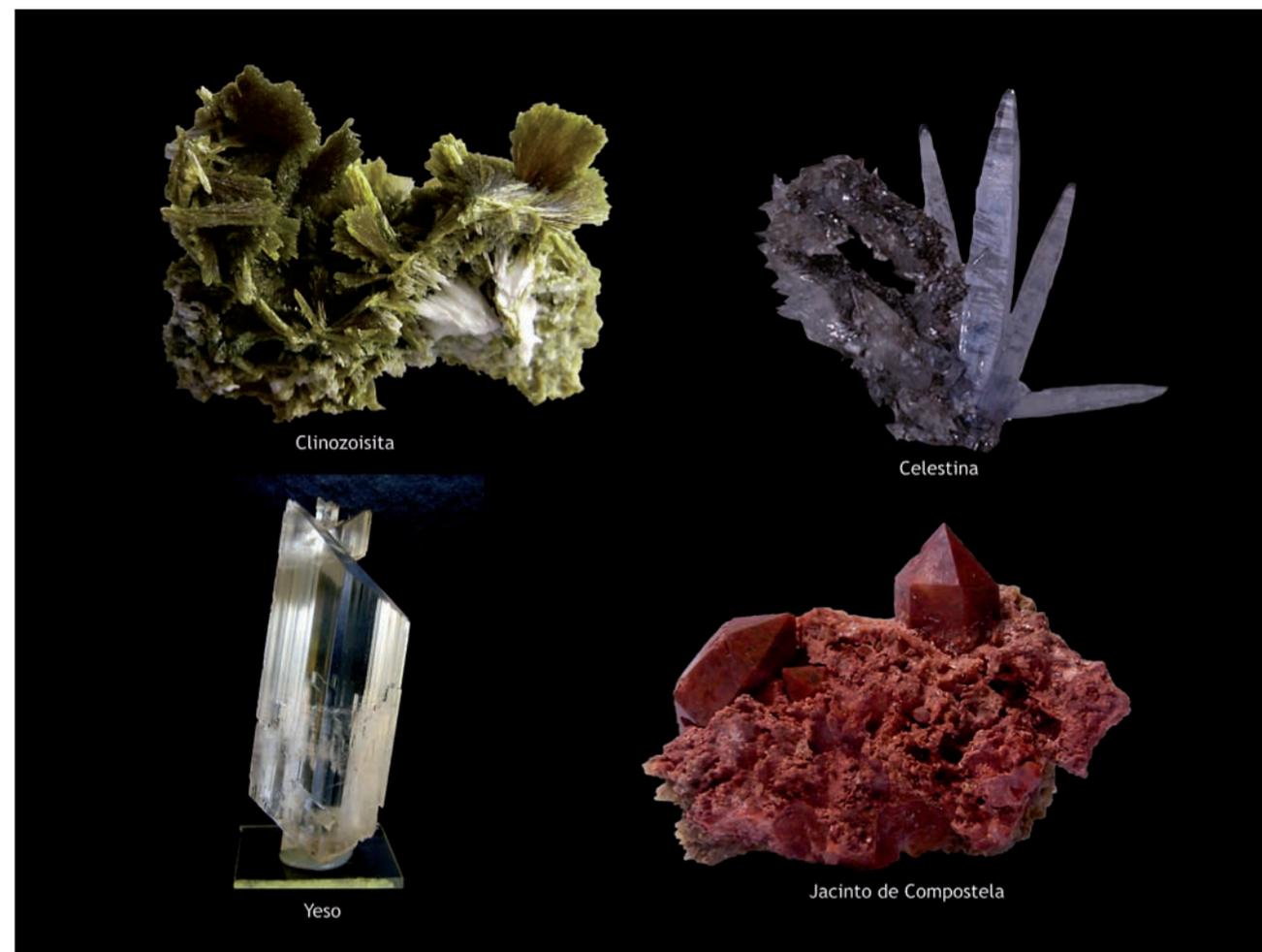
La **Celestina** (sulfato de estroncio) se encuentra con relativa frecuencia en el Cretácico del Prébetico Interno de la Provincia de Alicante. Se han encontrado bellos ejemplares de cristales en la zona de Agost-San Vicente del Raspeig- Alicante, principalmente en las canteras de Rabasa, El Verdegás y Agost, así como en las minas de "ocre" de la región. Este mineral (la celestina) llegó a explotarse en las minas del Cabeçò d' Or.

Los yacimientos de **Yeso** y **Halita** de la provincia de Alicante destacan tanto por su interés industrial como coleccionista. Dichos yacimientos se localizan en San Miguel de Salinas (Yeso) y Pinoso (Halita), y se explican detalladamente en los capítulos de este libro dedicados a los lugares de interés geológico nº 15 (Diapiro de Pinoso) y nº 20 (Yesos de San Miguel de Salinas).

proceso geológico. Por eso se suele valorar su rareza, escasez, singularidad o representatividad dentro de la geología de la zona, entre otros criterios de valoración.

#### LEY DE DESARROLLO SOSTENIBLE DEL MEDIO RURAL

Gracias a las propuestas de la Comisión de Patrimonio Geológico de la Sociedad Geológica de España (ver Díaz-Martínez *et al.*, 2008), esta nueva Ley 45/2007, de 13 de diciembre, de Desarrollo Sostenible del Medio Rural, especifica que “Se incluirán ini-



**Figura 13.** Colección de minerales más representativos de la provincia de Alicante. Fotografías cortesía de Grupo Mineralógico de Alicante (Pedro López, Jesús J. Pérez y José M<sup>a</sup> Rodríguez).

ciativas para el conocimiento, protección y uso sostenible del patrimonio geológico, minero y biológico como recurso científico, cultural y turístico”.

Además, para incentivar la diversificación económica, propone el uso de recursos geológicos que existan en el entorno rural y que puedan ser utilizados para un desarrollo sostenible, dando prioridad a la conservación del medio ambiente, el paisaje y el patrimonio natural y cultural (Art. 20 g, capítulo VI).

#### LEY DEL PATRIMONIO CULTURAL VALENCIANO

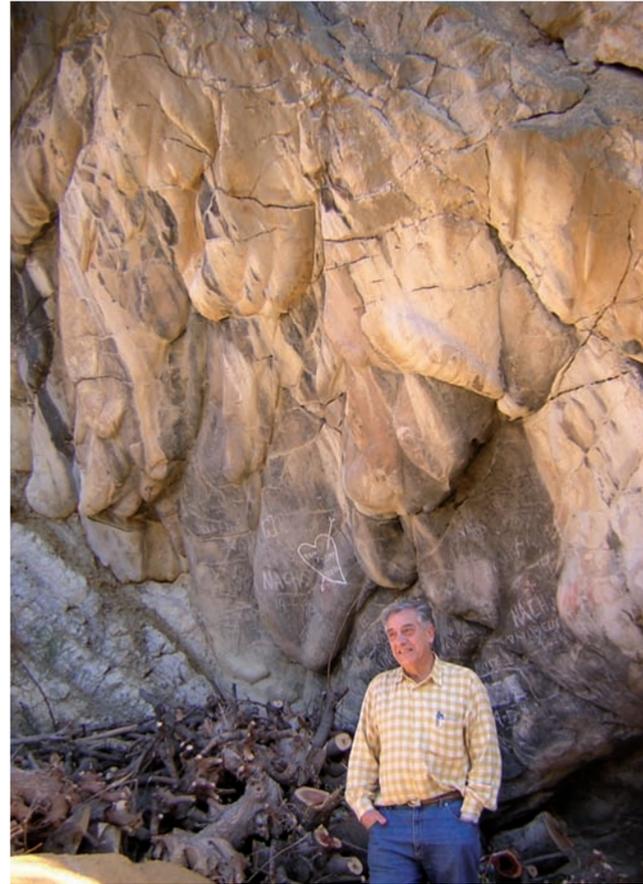
Uno de los elementos patrimoniales más expoliados en nuestro entorno geológico ha sido el patrimonio paleontológico. Los fósiles, registro natural de la historia de la vida en nuestro planeta, acapararon la atención de los naturalistas desde el siglo XIX. Desde entonces hasta ahora, los gabinetes de historia natural y los museos de ciencias en todo el mundo se han llenado de colecciones de fósiles. Mucho es lo que se ha estudiado, pero mucho también es lo que falta por estudiar, razón por la que es imprescindible proteger este legado de la naturaleza, que constituye en sí mismo un objeto cultural.

Nuestra provincia es rica en yacimientos paleontológicos. Su nombre está ligado a ilustres paleontólogos que estudiaron su fauna fósil: Lucas Mallada, René Nickles, Vilanova i Piera, Jiménez de Cisneros, G. Cotteau y tantos otros, por lo que no es extraño encontrar equinodermos, ammonites o bivalvos cuyo nombre específico es *alicantensis*, *lucentinus*, *ilicitanus*, *contestanus* etc. Además del mundo académico que ha seguido estudiando nuestros fósiles (especialmente las universidades de Granada, Complutense, París, Toulouse, Valencia y Alicante), un conjunto de sociedades surgidas en esta tierra, también lo hacen. De ellas, cabe destacar la Asociación Paleontológica Alcoyana y el Grupo Cultural Paleontológico de Elche. Este último ha sido el promotor del MUPE (Museo Paleontológico de Elche) que con el ayuntamiento de esta ciudad sostienen un museo de primera línea en el ámbito paleontológico nacional y europeo.

Las circunstancias descritas aquí se repiten, en términos parecidos, en las provincias hermanas de Valencia y Castellón, y es la razón por la que el Consell, con el asesoramiento de los paleontólogos de la universidad, considerase en el texto del anteproyecto de Ley del Patrimonio Cultural la protección de los yacimientos paleontológicos. La Ley, aprobada por las Cortes Valencianas el 11 de junio de 1998, mejora y adecua a nuestro ámbito territorial la ley del estado de 1985. Es una ley pensada para conservar y proteger el patrimonio cultural valenciano (arquitectónico, artístico, arqueológico, etc), por lo que inicialmente hay que considerar a los fósiles un bien de interés cultural, aunque éstos y sus yacimientos son elementos naturales, por lo que algunos piensan (y otros, no) que sería una ley de patrimonio natural, su marco legislativo adecuado. Desde nuestro punto de vista, da igual, lo importante es que la paleontología valenciana esté protegida.

La ley clasifica los Bienes de Interés Cultural y establece la Zona Paleontológica como el lugar donde existe un conjunto de fósiles de interés científico o didáctico relevante. Su declaración, delimitación, inventario, conservación, prospección, excavación, estudio, etc. son objeto del desarrollo normativo de la ley.

En nuestra provincia, y también en nuestro país, nos queda todavía mucho camino por recorrer, pero estas nuevas leyes pueden significar un hito en la defensa y protección de nuestro patrimonio geológico. Mientras llegan “tiempos mejores” en los que los ciudadanos sepan valorar su patrimonio natural, los especialistas, con ayuda de la administración, podemos protegerlo amparándonos en estas nuevas leyes. El patrimonio geológico es un recurso natural muy frágil, ya que no es renovable y si perdemos



**Figura 14.** Al norte de Relleu, en la carretera a Torremanzanas, se observan estas espectaculares estructuras sedimentarias. En el Eoceno, la provincia de Alicante estaba cubierta por un mar relativamente profundo. Procedentes del talud, se generaban ocasionalmente corrientes que arrastraban gran cantidad de sedimentos y los depositaban al pie del talud, en el fondo del mar. Estas corrientes de gran energía iban erosionando el fondo marino dejando a su paso huellas como las que se observan en esta fotografía, que tienen un elevado interés geológico. Es necesario concienciar al ciudadano y poner en valor este patrimonio para evitar que estos afloramientos sufran el deterioro como el que muestra esta fotografía que, en la mayoría de las ocasiones, es fruto del desconocimiento. Antonio Estévez en primer término de la fotografía.

algún afloramiento de interés, lo hacemos para siempre. A día de hoy es imprescindible esa protección legal ya que nos encontramos muy lejos de esa situación ideal en la que son los propios ciudadanos los que lo protegen.

### LA DIVULGACIÓN DEL PATRIMONIO GEOLÓGICO DE LA PROVINCIA

Hay una expresión que dice “Sólo se ama lo que se conoce” y el patrimonio geológico es desconocido por la inmensa mayoría de los ciudadanos. Queda mucho camino por recorrer y una de las claves es la EDUCACIÓN, ya que sin educación no es posible la conservación (Theodossiou-Drandaki, I., 2000). Esto no es una utopía porque en otros lugares del Mundo se consiguió hace ya muchos años y la Geología, junto a otros muchos aspectos, forma parte del patrimonio natural de esos países. Por ejemplo, si uno visita un centro de interpretación de un Parque Nacional como Death Valley en California (Estados Unidos) puede encontrar una estantería con más de 30 publicaciones específicas sobre Geología, tanto de ese parque como de otros de Estados Unidos. Por fortuna, en nuestro país la situación está mejorando y ya han surgido numerosas iniciativas para poner en valor el patrimonio geológico en los diferentes parques nacionales, así como en otros espacios naturales protegidos. En la Comunidad Valenciana todavía no se ha iniciado esta tarea pero esperamos que pronto comience una labor de inventario y, especialmente, de puesta en valor de los principales elementos de su rico y variado patrimonio geológico (figura 14).

En cuanto a actividades de divulgación relacionadas con la Geología durante los años 2008 y 2009 se han realizado itinerarios geológicos, Geolodías (iniciativa que surgió en Teruel en 2005), con la colaboración de diferentes entidades locales, provinciales, comunitarias y estatales, a fin de mostrar al público entusiasta de la naturaleza los extraordinarios parajes naturales y paisajísticos que encierran aspectos claves para el conocimiento de la Geología de nuestra provincia.

Estas jornadas de puertas abiertas han estado acompañadas de una gran asistencia de público. Así en octubre del año



**Figura 15.** Fotografía superior. José Antonio Pina explicando a un grupo de asistentes al Geolodía 08 Alicante, celebrado en el Parc Natural de Serra Gelada, cómo se han formado las montañas de nuestra provincia. Fotografía inferior. Alfonso Yébenes atendiendo a los medios de comunicación en el catamarán que recorrió los imponentes acantilados de Serra Gelada durante el Geolodía 08. Más información sobre la actividad en [www.aepect.org/geolodia.htm](http://www.aepect.org/geolodia.htm). Fotografías cortesía de Pedro Mora.

La historia de la Tierra, como cualquier historia, no es un continuo absoluto, al menos por lo que hace referencia a los archivos conservados. Posee hitos especialmente significativos en el tiempo, y lugares o puntos que reflejan procesos de especial interés, que el hombre tiene derecho a conocer y, consecuentemente, la obligación de conservar. Esta serie de elementos geológicos singulares, representativos de la Historia geológica de cada región en particular, y de la Tierra en su conjunto, constituye el patrimonio geológico.

El patrimonio geológico es un bien común, perteneciente a cada individuo, a cada comunidad y, en último término, al conjunto de la humanidad. Su destrucción es casi siempre irreversible y conlleva la pérdida de una parte de la memoria de la Tierra, dejando a las generaciones futuras sin la posibilidad de conocimiento directo de parte de su evolución y de su historia.

El patrimonio geológico, adecuadamente gestionado, puede llegar a constituir una pieza fundamental del bienestar social y económico de su entorno. Además contribuye eficazmente al desarrollo sostenible de los ambientes rurales donde, generalmente, se localiza y sirve para avanzar en el camino de un mayor entendimiento entre el hombre y la Naturaleza. Igualmente, el patrimonio geológico es un elemento necesario para la educación ambiental.

Por último, es necesario que los responsables de las diferentes Administraciones Públicas, Centros de Investigación, técnicos, científicos, investigadores, ambientalistas, naturalistas, ecologistas, periodistas y educadores, se movilicen activamente en una campaña de sensibilización del conjunto de la población a fin de lograr que el patrimonio Geológico, indudable cenicienta del patrimonio, deje de serlo, en beneficio de todos.

**TABLA 1.** Algunos extractos de la Declaración de Girona sobre Patrimonio Geológico. El texto de la declaración aparece publicado en Durán *et al.* (1998).

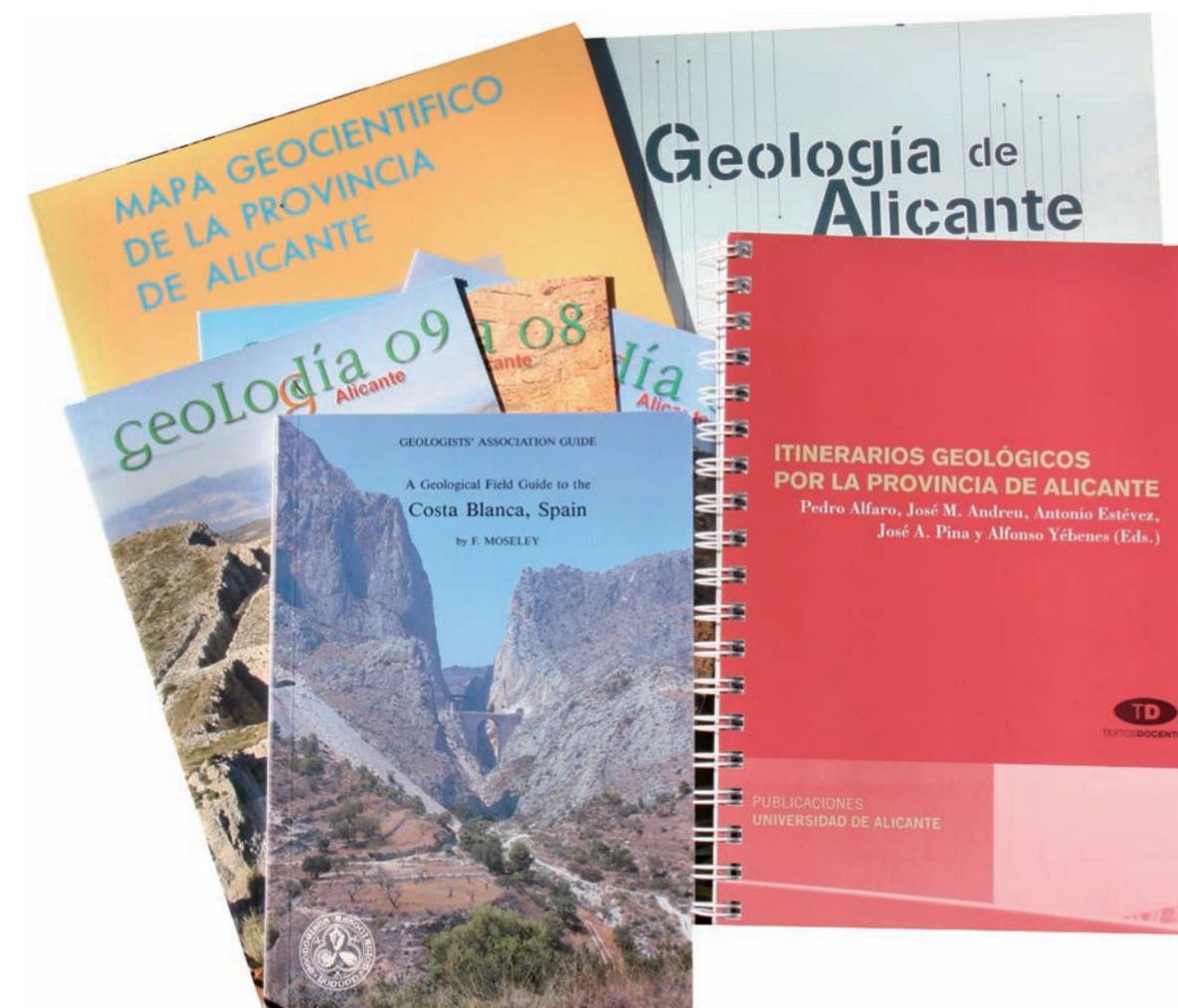
2008 se celebró el primero de los Geolodías, con la participación de más de 600 personas, en el marco del extraordinario paraje marítimo-terrestre del Parque Natural de Sierra Gelada (figuras 6 y 15). Incluía dos trayectos, uno marítimo en un catamarán que recorrió los acantilados de la Sierra y otro terrestre que se iniciaba en la playa del Albir y llegaba hasta el faro. El segundo de los Geolodías se celebró el domingo 4 de octubre de 2009, con asistencia de más de 800 personas atendidas por 25 monitores, la mayoría profesores del Departamento de Ciencias de la Tierra y del Medio Ambiente de la Universidad de Alicante. Incluía un recorrido de 8,5 km que se iniciaba en la Font del Partagat y discurría por uno de los senderos más emblemáticos de la provincia de Alicante (figura 16). A los que amamos la naturaleza, de la que la Geología es una parte más, este tipo de actividades de divulgación, que constituyen un hito no solo en la provincia sino también a nivel nacional, nos parecen fundamentales para extender el conocimiento y valoración de la misma; por ello es nuestra intención seguir desarrollándolas en el futuro.

Además del Grupo Cultural Paleontológico de Elche, del que surge el MUPE, en el año 2002 surgió la Asociación Mineralógica Paleontológica San Vicente del Raspeig, en el 2004, la Asociación Paleontológica Alcoiana ISURUS, y recientemente, en el 2008 el Grupo Mineralógico de Alicante. Todas estas asociaciones realizan un extenso programa de actividades relacionadas con la mineralogía y la paleontología, realizando una labor constante de divulgación de la geología. Son los semilleros de las que surgen las vocaciones de las profesiones relacionadas con las Ciencias de la Tierra.



**Figura 16.** Grupo de asistentes al Geolodía 09 celebrado en la Sierra de Aitana, con el Puig Campana al fondo. Más información sobre la actividad en [www.aepect.org/geolodialicante\\_09.htm](http://www.aepect.org/geolodialicante_09.htm). Fotografía cortesía de Fernando Prieto, [www.linkalicante.com](http://www.linkalicante.com).

En cuanto a los libros de divulgación de la geología de la provincia cabe destacar los libros "Geología de Alicante" (2004), "Itinerarios geológicos por la provincia de Alicante para su utilización en bachillerato" (2004) e "Itinerarios geológicos por la provincia de Alicante" (2008). Finalmente, mencionar la guía "A Geological Field Guide to the Costa Blanca, Spain" de F. Moseley (1990), de divulgación para los estudiantes extranjeros que visitan la provincia (figura 17).



**Figura 17.** Varias publicaciones sobre la Geología de la provincia de Alicante.

En la red destaca la página [www.geoalicante.com](http://www.geoalicante.com) referente de la geología de la provincia con secciones de fotografías geológicas, recursos educativos e itinerarios por la provincia. Las asociaciones mineralógicas y paleontológicas de la provincia tienen páginas web muy activas donde anuncian sus múltiples actividades (figura 18).

Finalmente, esta publicación, promovida por el Área de Medio Ambiente de la Diputación Provincial de Alicante, que constituye la primera obra divulgativa sobre el Patrimonio Geológico de nuestra provincia.

## CONCLUSIONES

La provincia de Alicante posee un magnífico patrimonio geológico. Este patrimonio, unido al biológico, arqueológico, histórico, etnológico, ... forma parte de nuestro patrimonio cultural. Es deber de todos los alicantinos (Administraciones Públicas, Centros de Investigación y Universidades, naturalistas, ecologistas, periodistas, educadores, entre otros) ejercer acciones para conocer, proteger, difundir y poner en valor el Patrimonio Geológico de nuestra provincia.

A día de hoy, a diciembre de 2009, el patrimonio geológico de nuestra provincia es minusvalorado, muy poco o nada conocido y apenas está protegido. Los escasos lugares de valor geológico protegidos se incluyen en espacios naturales que lo están por otro tipo de valores naturales, principalmente biológicos.

En el listado Geosites, de los 142 lugares de interés geológico, sólo dos pertenecen a la provincia de Alicante: el Montgó por su serie estratigráfica de calizas del Cretácico y Agost por el nivel de arcillas del límite K-T.

En definitiva, hay mucho trabajo por hacer. Entre otros, es imprescindible desarrollar, ante la nueva situación legislativa, un proyecto de investigación específico de un inventario detallado del patrimonio geológico de la provincia. Este proyecto debería ser complementado con otro de puesta en valor de aquellos LIGs que tengan suficiente potencial para integrarse en la divulgación del patrimonio cultural y natural de nuestra provincia, especialmente en los entornos rurales.

La educación es, con diferencia, la principal herramienta para conseguir que este patrimonio geológico forme, tal y como ocurre en otros países del Mundo, parte de nuestro Patrimonio Natural. Este libro, gracias a la iniciativa del Área de Medio Ambiente de la Diputación de Alicante, pretende despertar las conciencias y el interés de los alicantinos. Preservar nuestro patrimonio natural, del que forma parte inseparable el patrimonio geológico, es un acto de generosidad hacia las futuras generaciones. Queremos finalizar este capítulo con el lema del último Geolodía celebrado el domingo 4 de octubre de 2009 en Aitana: Geodiversidad de Alicante ¡DISFRÚTALA! (figura 19).

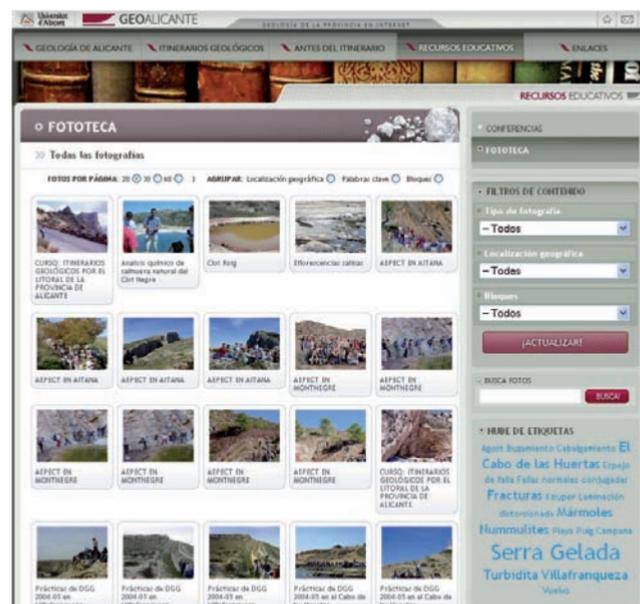


Figura 18. Fototeca de la página web [www.geoalicante.com](http://www.geoalicante.com), actualmente en elaboración.



Figura 19. Asistentes al Geolodía 09 en la Sierra de Aitana. Geodiversidad de Alicante ¡DISFRÚTALA! Fotografía cortesía de Javier Castellanas.

LUGARES DE INTERÉS GEOLÓGICO  
DE LA PROVINCIA DE ALICANTE



SIERRA DEL MONTGÓ



### ¿CÓMO LLEGAR?

La Sierra del Montgó es un emblemático relieve situado en el noreste de la provincia de Alicante, concretamente entre las depresiones de Ondara-Denia y Gata de Gorgos-Jávea. Esta sierra, que separa las poblaciones de Jávea y Denia, y la llanura de Gata del mar, es visible desde amplios sectores del noreste de la provincia. El acceso a este relieve puede realizarse desde diversos puntos, y a lo largo del mismo hay diversas sendas y rutas. Destaca la carretera comarcal CV-736 que une las localidades de Denia y Jávea y atraviesa el Montgó de norte a sur. Desde el punto más alto de esta carretera (paraje denominado Les Planes) parte el camino del Cap de Sant Antoni que permite llegar hasta el faro y el propio acantilado.

### INTERÉS GEOLÓGICO

Además de las singularidades, geográficas, geomorfológicas y paisajísticas que hacen del Montgó un entorno inigualable, desde el punto de vista geológico este relieve presenta un especial interés. El Montgó cuenta con un registro sedimentario completo de los materiales que se depositaron durante la transgresión que tuvo lugar hace unos 96 millones de años (Albiense superior-Cenomaniense), y que representa el mayor ascenso del nivel del mar de la historia de la Tierra, registrado a escala global, y que sumergió la mayor parte de la Península Ibérica bajo las aguas marinas.

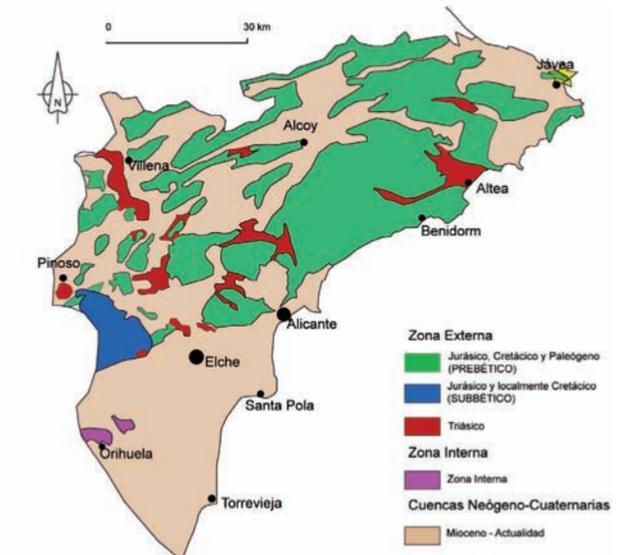
Didáctico	★★★★★
Científico	★★★★★
Paisajístico	★★★★★★

### ¿DÓNDE SE UBICA GEOLÓGICAMENTE?

La Sierra del Montgó se localiza en las Zonas Externas de la Cordillera Bética, y más concretamente en el Prebético.

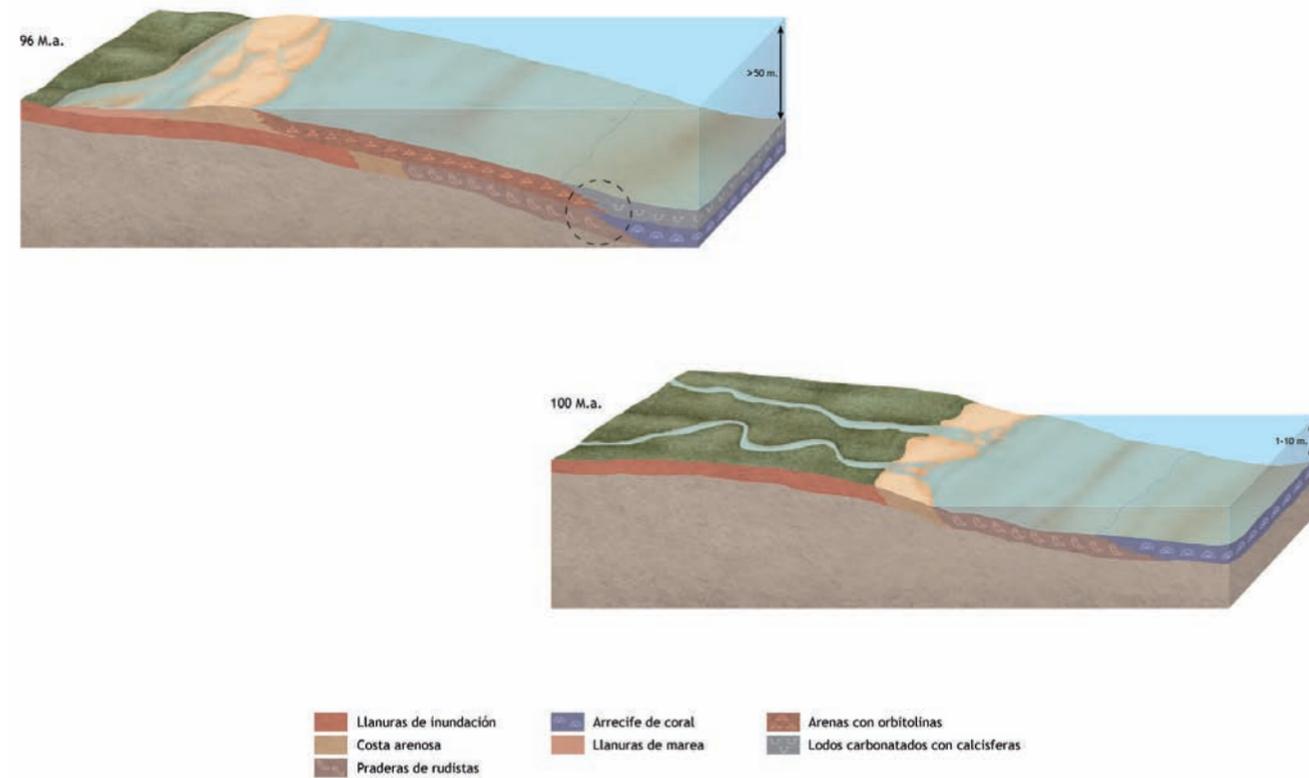
El Montgó es un relieve carbonatado formado por rocas principalmente de edad Cretácica (entre el Albiense –hace 105 millones de años- y el Maastrichtiense –hace 65 millones de años), que se depositaron en diversos ambientes marinos. La mayor parte del relieve está constituido por rocas de edad Cenomaniense-Turonense (aproximadamente entre 100 y 88 millones de años). No obstante, en la parte más elevada afloran calizas y margas desde el Cretácico terminal hasta el Eoceno (35 millones de años).

Rocas	Calizas
Edad	Cenomaniense-Eoceno
Estructura	Plataforma carbonatada, sinclinal
Proceso	Sedimentación en un ambiente de plataforma marina



## DESCRIPCIÓN GEOLÓGICA

La sierra del Montgó está formada por una potente sucesión de calizas de edad cretácica, que se inicia con calizas grises ricas en fósiles de corales y rudistas (bivalvos extintos que presentaban valvas asimétricas), depositadas en ambientes marinos muy poco profundos. Sobre éstas sigue una unidad de calizas arenosas y margas con abundantes orbitolinas (organismos marinos unicelulares que construyen una concha con forma de sombrero chino y se incluyen dentro de los foraminíferos bentónicos), que dan paso hacia arriba, y también hacia el sureste, a calizas blancas con calcíferas y foraminíferos planctónicos, depositados en ambientes marinos sensiblemente más profundos. Estas calizas blancas de aspecto masivo, forman los grandes acantilados verticales, tanto de la vertiente noreste que cae al mar, como de la sudoeste, que conforma las espectaculares paredes verticales que caracterizan esta sierra. La sucesión termina con calizas bien estratificadas del Cretácico superior.



**Figura 1.** Bloque diagrama de la paleogeografía de la región en la que actualmente se encuentra la Sierra del Montgó cuando tuvo lugar la mayor subida del nivel del mar de la historia de la Tierra (hace 96 millones de años). El círculo corresponde a los materiales que afloran en el Montgó.

La estructura del Montgó corresponde a un sinclinal suave con flancos en los que el buzamiento no supera los 20°. Morfológicamente, representa un relieve invertido en el que los estratos se muestran horizontales o subhorizontales desde las depresiones circundantes. El rasgo geológico más destacable es la transición entre las calizas con orbitolinas y las calizas blancas, que es el registro en este lugar de la gran transgresión del Cenomaniense.



**Figura 2.** Vista panorámica de la Sierra del Montgó en la que se puede apreciar la singular morfología de este relieve. Destaca su parte oriental aplanada (rasa) que se extiende varios kilómetros y su contacto con el mar formando un gran acantilado. En primer término se aprecia la línea de costa de la bahía de Jávea que corresponde a una franja rocosa de areniscas. Se trata de dunas fósiles que formaban un cordón litoral durante el Pleistoceno. Estos depósitos de arena se encuentran ahora fuertemente cementados, habiéndose explotado como roca ornamental con el nombre de Piedra Tosca. Debido a la naturaleza carbonatada de estas areniscas la franja más próxima a la costa se encuentra también karstificada.



**Figura 3.** La planicie de la parte oriental del Montgó finaliza abruptamente en el mar y da origen a uno de los acantilados más espectaculares del litoral alicantino. En ellos es posible observar el efecto de una karstificación interna de la caliza que se manifiesta por una cierta abundancia de cavidades y huecos en la pared del acantilado.

### SABÍAS QUE...?

Debido a la excepcional ubicación geográfica del Montgó, desde el mismo es posible disfrutar de unas espectaculares panorámicas. Hacia el N se ve el Golfo de Valencia y los relieves de la Safor y Cullera pertenecientes a la Cordillera Ibérica. Hacia el W y S, las elevaciones montañosas béticas y hacia el E, el mar Mediterráneo, e incluso en días claros la isla de Ibiza.



**Figura 4.** La parte oriental del Montgó (Les Planes) muestra uno de los mejores modelados kársticos de la provincia. Así, la suma de una topografía aplanada, la naturaleza carbonatada de la roca y una notable densidad de fracturas unido a una ubicación climática de carácter húmedo, con precipitaciones medias que superan los 800 mm/año, son condiciones ideales para el desarrollo de los procesos kársticos. Entre las distintas formas que podemos encontrar destaca el lapiaz, el cual se desarrolla fundamentalmente a favor de fracturas. Llama la atención el colorido de la terra rosa que ocupa las oquedades y grietas.



**Figura 5.** Vista panorámica de la sierra del Montgó. Aunque tiene una estructura plegada, debido a la suavidad de la misma, muchas de las perspectivas que se tienen de este relieve aparentan tener una disposición horizontal de los estratos.

### OTROS PUNTOS DE INTERÉS GEOLÓGICO PRÓXIMOS:

Como puntos de interés geológico cercanos al relieve del Montgó se pueden destacar los manantiales existentes en la Marjal de Pegó-Oliva. Entre ellos se ha seleccionado el manantial de Balsa Sineu, como uno de los más representativos de la descarga de aguas subterráneas sobre la marjal.



**Figura 6.** La marjal de Pegó-Oliva se alimenta mayoritariamente por la descarga de agua subterránea procedente de los acuíferos que la bordean. Muchas veces esta descarga se realiza de forma puntual dando origen a un manantial. A los manantiales que nacen en el interior de la marjal, pero relativamente cerca de los relieves se les conoce con el nombre de "ullals". Uno de los ullals más importantes de esta marjal es el denominado Ullal Balsa Sineu. Se trata del principal punto de descarga del acuífero carbonatado de la Sierra de Segaria que constituye el límite meridional de la marjal. En la parte superior se observa una panorámica de la marjal (cortesía del Diario Información) y en la parte inferior un detalle del ullal.



BARRANC DE L'INFERN



### ¿CÓMO LLEGAR?

Con el nombre de Barranc de l'Infern se conoce a un tramo del río Girona que discurre encajado en un imponente desfiladero al norte del núcleo urbano de Benimaurell, en la Vall de Laguar (figura 1). Para acceder al mismo podemos utilizar el sendero de pequeño recorrido PR-147, que parte desde Benimaurell o desde Fleix. Este sendero desciende al cauce del río Girona siguiendo un antiguo camino de herradura que cuenta con numerosos escalones; seguidamente el sendero asciende hacia el paraje conocido como *Les Juvees d'Enmig* para luego descender nuevamente al cauce del Río Girona aguas arriba, pasando junto a la Font del Reinòs. Una vez en este punto tenemos dos opciones: la primera es continuar por el PR-147 que asciende a *Les Juvees de Dalt*, lo que nos permite tener una magnífica vista del *Barranc de l'Infern* desde arriba; la segunda opción es recorrer el propio barranco, sin embargo, ésta última requiere el uso de técnicas y material apropiado para el descenso de barrancos (cuerdas, arneses, cascots, etc.), que por su alto riesgo sólo debe ser realizada por aquellas personas familiarizadas con este tipo de actividad.

### INTERÉS GEOLÓGICO

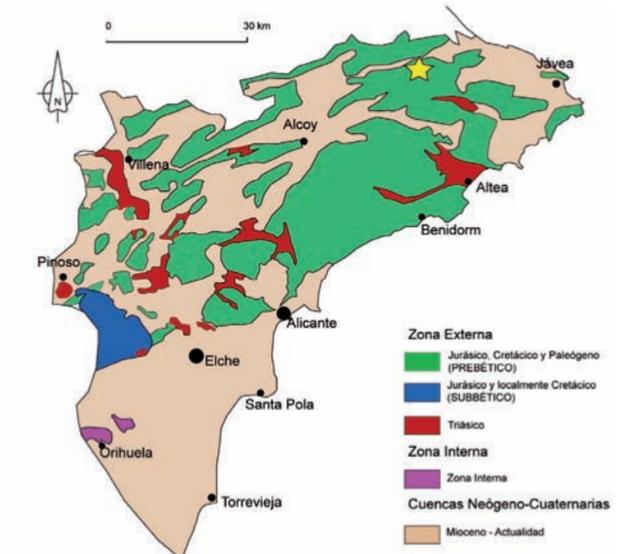
El Barranc de l'Infern es un cañón rocoso de gran belleza paisajística; además constituye un magnífico ejemplo de lo que se denomina "ríos en roca", es decir, ríos que discurren sobre rocas muy resistentes. En los ríos "normales" tienen lugar una serie de procesos que modifican su morfología y dinámica (depósito de materiales en el fondo, erosión del cauce, etc.); estos procesos ocurren muy lentamente, por lo que son difíciles de estudiar. Sin embargo, en los ríos en roca algunos de estos procesos ocurren a alta velocidad y a una escala menor, por lo que se convierten en "laboratorios naturales" que nos ayudan a conocer cómo se comportan el resto de los ríos.

Didáctico	★★★★★
Científico	★★★★
Paisajístico	★★★★★★

### ¿DÓNDE SE UBICA GEOLÓGICAMENTE?

El Barranc de l'Infern se desarrolla sobre calizas del Cretácico Inferior pertenecientes al Prebético de la Zona Externa de la Cordillera Bética.

Rocas	calizas masivas
Edad	Cretácico
Estructura	río en roca (barranco muy estrecho y encajado)
Proceso	erosión

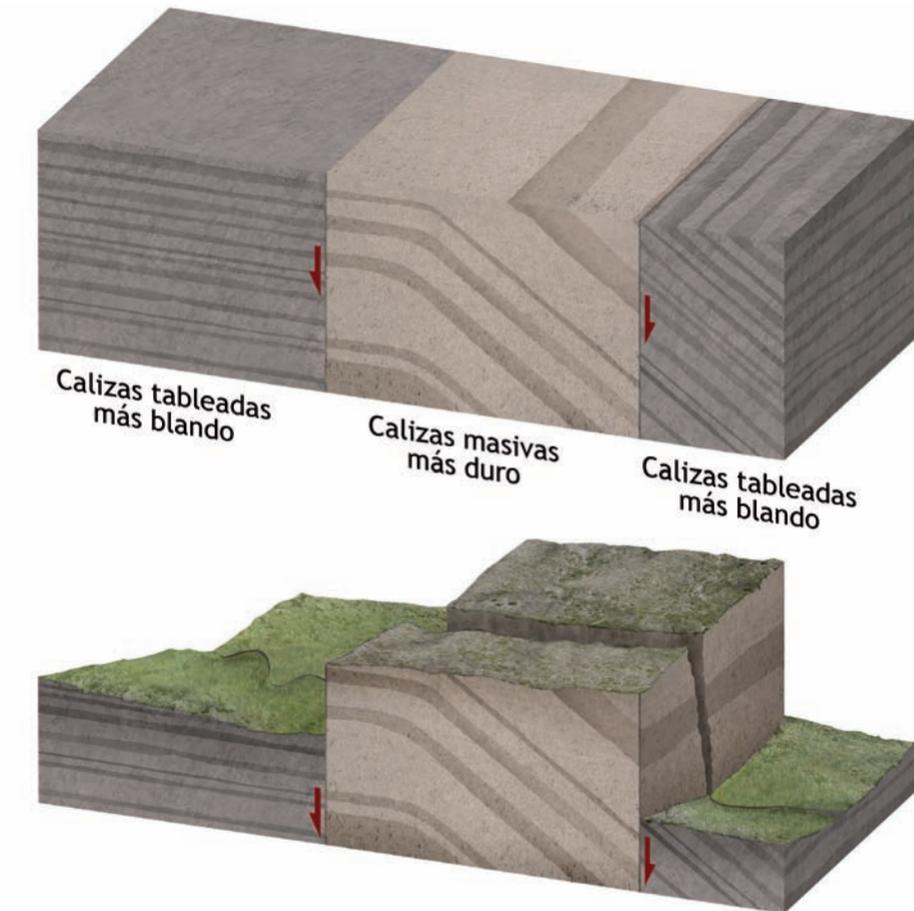




**Figura 1.** El Barranc de l'Infern visto desde su interior. Este barranco se desarrolla en unas calizas del Cretácico, las cuales son muy compactas y masivas. Este hecho hace que el barranco presente una morfología estrecha y encajada. Este tipo de barrancos reciben el nombre científico de "ríos en roca" como traducción del término inglés "*bed-rock rivers*".

## DESCRIPCIÓN GEOLÓGICA: LA DINÁMICA DE LOS RÍOS EN ROCA

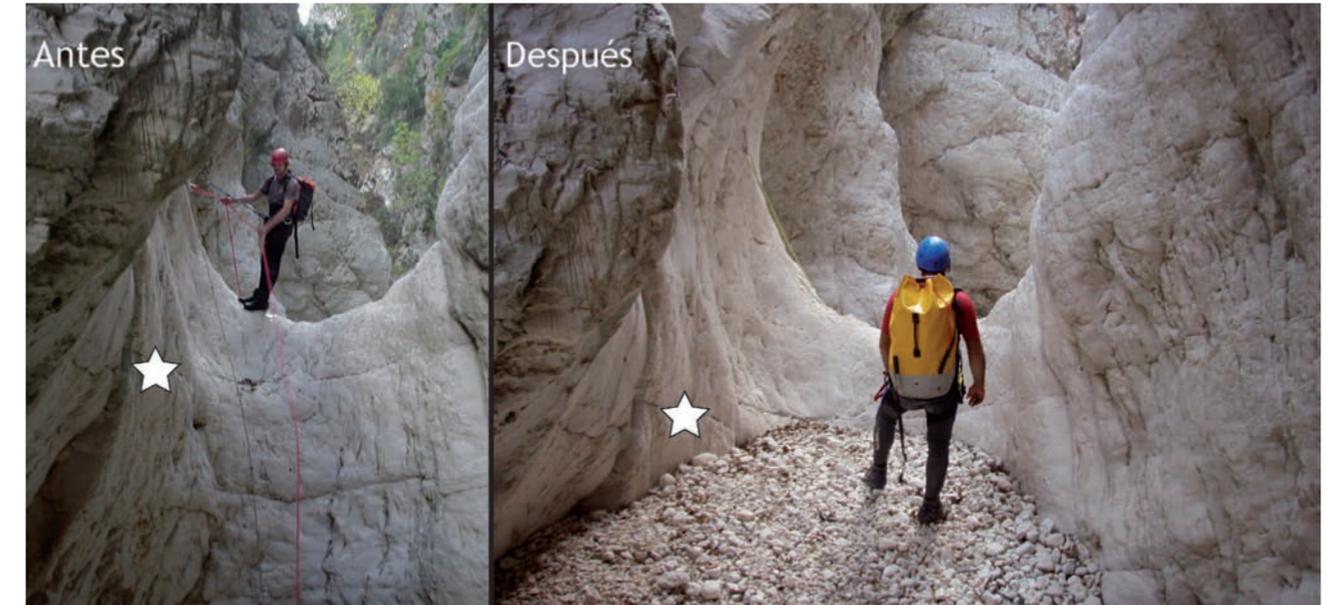
El 12 de octubre de 2007 en la cuenca del Río Girona se produjeron unas lluvias muy importantes (más de 400 litros por metro cuadrado en pocas horas). Estas lluvias dieron lugar a inundaciones en la parte baja del río, causando una víctima mortal y numerosos daños materiales en localidades como El Verger o Beniarbeig (donde causó el derrumbe de un puente). Este episodio también tuvo su efecto en el Barranc de l'Infern, provocando importantes cambios en su morfología, principalmente el desplazamiento y acumulación de material en su fondo (figura 3).



**Figura 2.** El río Girona desarrolla en su parte alta un cauce abierto de orientación norte-sur que atraviesa materiales con una resistencia relativamente baja (calizas tableadas). Sin embargo, al discurrir hacia el sur se encuentra con una falla que hace aflorar rocas muy resistentes (calizas masivas), esto provoca que el río se encaje dando lugar a la garganta que conocemos como Barranc de l'Infern. El agua sigue su curso hacia el sur hasta que atraviesa una segunda falla que trae de nuevo a superficie materiales algo más blandos, por lo que el cauce vuelve a hacerse más ancho.



**Figura 4.** En los momentos de crecida los ríos arrastran gran cantidad de material (árboles, coches, rocas, etc.). Este fenómeno es aún más intenso en los ríos en roca, ya que el estrecho cauce hace que la velocidad del agua sea mayor. Es por ello que pueden arrastrar bloques de gran tamaño y que llegan a pesar varias toneladas, como los que podemos ver en esta fotografía.



**Figura 3.** En estas dos fotografías podemos ver una misma poza del Barranc de l'Infern antes y después de la avenida del 12 de octubre de 2007. En eventos como éste, por el cauce circula un gran volumen de agua a alta velocidad, que es capaz de arrastrar gran cantidad de material (rocas, árboles, etc.); este material se acumula en zonas en las que la velocidad del agua desciende, como por ejemplo en las pozas. En las imágenes vemos como esta poza ha sido rellenada con casi cuatro metros de gravas (la estrella marca el mismo punto en ambas fotografías, fotografías cortesía de Vicente Burgos y José Antonio Ortega).

### PUEDES ENCONTRAR ALGO PARECIDO EN...

En la provincia de Alicante existen varios ríos en roca de gran belleza, entre los que podríamos citar el "*Barranc del Abdet*", el del Amadorio o el de Bolulla (en la imagen, figura 5).

### SABÍAS QUE...?

En los momentos de crecida, la energía de los ríos en roca es muy alta, por lo que pueden arrastrar bloques de gran tamaño y varias toneladas de peso (figura 4).



**Figura 5.** Pese a estar situada en una zona de clima mediterráneo en la que el agua es un bien escaso, la provincia de Alicante cuenta con magníficos ejemplos de ríos en roca, ya que las calizas son muy abundantes en nuestro entorno y este tipo de roca, por su resistencia y composición, favorece el desarrollo de estos ríos. En la fotografía podemos observar uno de estos ríos en roca, en concreto el Barranc de Bolulla (fotografía cortesía de Javier Castellanas).



**Figura 6.** Afloramiento de Inoceramus en la falda sur de la Serra del Carrascar de Parcent. Los Inoceramus son unos bivalvos fósiles del Cretácico; es decir unos organismos de la misma familia de las almejas actuales que vivieron hace más de 50 millones de años. Se reconocen fácilmente porque al verlos en sección presentan una característica empalizada de cristales de calcita.

#### OTROS PUNTOS DE INTERÉS GEOLÓGICO PRÓXIMOS:

En la ladera sur de la Serra del Carrascal de Parcent, cerca de la localidad de Tárben, podemos disfrutar de un espectacular afloramiento de calizas del Cretácico muy ricas en fósiles (figura 6). Concretamente contienen gran cantidad de unos bivalvos fósiles llamados inoceramus. Esta gran concentración de fósiles se ha generado por una interrupción en la sedimentación normal del sedimento calcáreo, ligada a su vez a una emersión.

#### SABÍAS QUE...?

Los ríos en roca constituyen el medio ideal para el desarrollo de la actividad deportiva que se conoce como "descenso de barrancos". El descenso de barrancos consiste, como su propio nombre indica, en bajar por una garganta encajada sorteando los desniveles más pronunciados mediante distintas técnicas específicas (figura 5). Se trata de una actividad muy divertida, pero a la vez peligrosa, por lo que sólo debe ser llevada a cabo por personas expertas que cuenten con los conocimientos necesarios de éste tipo de técnicas, y preferiblemente acompañadas por un guía.

EL PLIEGUE DEL PENYAL ROIG





### ¿CÓMO LLEGAR?

El pliegue del Penyal Roig se encuentra en la Serra del Penyal, en los términos municipales de Benigembla y Murla. Dado su gran tamaño (más de 2 km), este pliegue es perfectamente visible desde la carretera CV-720, en el tramo que une las localidades de Parcent y Benigembla. La mejor zona para disfrutar de él son los 3 kilómetros de la citada carretera situados antes de entrar a Benigembla. El pliegue se encuentra en la ladera sur del pico conocido como Penyal Roig, a cuyos pies encontramos una urbanización de chalets.

### INTERÉS GEOLÓGICO

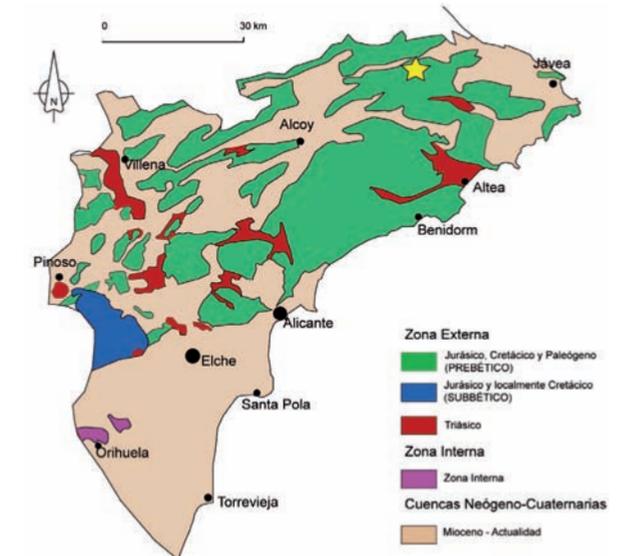
Este gran pliegue sinforme es uno de los muchos que podemos observar en la provincia de Alicante. Su principal interés radica en unas condiciones de observación óptimas.

Didáctico	★★★★★
Científico	★★★★
Paisajístico	★★★★

### ¿DÓNDE SE UBICA GEOLÓGICAMENTE?

El pliegue sinforme del Penyal Roig se encuentra desarrollado en calizas del Prebético. La edad de las rocas plegadas va desde el Cretácico hasta el Terciario.

Rocas	Calizas masivas
Edad	Del Cretácico al Terciario
Estructura	Pliegue sinforme, pliegue sinclinal
Proceso	Deformación tectónica





**Figura 1.** Vista del pliegue sinclinal del Penyal Roig y esquema interpretativo del mismo. Con los distintos colores se han representado distintos tipos de rocas. Además se han señalado con líneas las superficies de estratificación, para poder así apreciar mejor el pliegue.

### SABÍAS QUE...?

Cuando las rocas son sometidas a grandes esfuerzos pueden llegar a deformarse. Esta deformación se expresa como fracturas y pliegues. Se diferencian dos tipos de pliegues atendiendo a su geometría (figura 2): los pliegues sinformes son aquellos con morfología cóncava hacia arriba, mientras los que son convexos hacia arriba se denominan pliegues antifformes. Si además el núcleo del pliegue sinforme contiene los estratos más jóvenes se le denomina sinclinal. Del mismo modo, un anticlinal es un antifforme con los estratos más antiguos en su núcleo.



### DESCRIPCIÓN GEOLÓGICA

Se trata de un bello pliegue sinforme, es decir con una morfología cóncava hacia arriba. Además, este pliegue corresponde a lo que en Geología se conoce como sinclinal, ya que las rocas que se encuentran en su núcleo (en su parte central) son más modernas (del Terciario) que las que encontramos en su parte externa (del Cretácico). Este pliegue es vergente, lo que significa que uno de sus lados está más inclinado que el otro.

### PUEDES ENCONTRAR ALGO PARECIDO EN...

En el término municipal de Agost, según ascendemos por la A-77 el puerto del Maigó en dirección a Alcoy, veremos a nuestra izquierda la Sierra del Ventós. Si la observamos detenidamente podremos ver que las calizas de la cresta superior describen un pliegue de similar tamaño al del Penyal Roig (figura 2). Está también desarrollado en calizas del Cretácico, pero en este caso se trata de un pliegue antifforme (convexo hacia arriba).



**Figura 2.** Debido a la fuerte deformación tectónica a la que ha sido (y está siendo) sometida la provincia de Alicante, ésta cuenta con numerosos ejemplos de pliegues, tanto antifformes como sinformes. En la fotografía podemos observar el pliegue antifforme de la Sierra del Ventós, visto desde la autovía A-77 en las proximidades del Maigó. Este pliegue se desarrolla también en calizas de edad cretácica.

En la Sierra de Orihuela aparecen multitud de pliegues de muy distinta geometría y tamaño. En la figura 3 podemos observar un ejemplo de los mismos, en concreto se trata de unos pliegues de varios metros de tamaño situados al inicio de la senda que sube a la Cruz de la Muela y otros de cientos de metros, que afloran en la ladera meridional de la sierra.

Otro ejemplo de pliegue lo tenemos en la conocida como Peña Martí, situada al norte del río Guadalest. Podemos disfrutar de la vista de este pliegue antiforme desde distintos puntos de la carretera CV-70 entre las localidades de Beniarrés y Confrides. También hay una magnífica perspectiva del pliegue de Peña Martí desde las cumbres de la Sierra de Aitana (figura 5).

También podemos disfrutar de un bello pliegue antiforme en la Sierra del Ferrer (figura 4), situada entre las localidades de Bérnia y Tárben. En este caso se trata de un pliegue que afecta a calizas y margas de edad cretácica a miocena.



**Figura 3.** A veces, cuando las rocas se deforman, se producen estructuras con la misma geometría pero muy distinto tamaño. Un ejemplo de este fenómeno lo tenemos en la Sierra de Orihuela, donde encontramos pliegues con tamaños que van desde menos de un milímetro hasta centenares de metros. En esta imagen podemos observar unos pliegues de escala métrica (foto a) que se observan en el inicio de la senda que sube a la Cruz de la Muela desde la urbanización Montepinar y otros de tamaño hectométrico situados sobre la localidad de Rincón de Bonanza (foto b).



**Figura 4.** El pliegue antiforme de Peña Martí se desarrolla sobre calizas del Cretácico. Se trata de un pliegue de escala intermedia (hectométrico) situado en uno de los flancos del gran pliegue antiforme (kilométrico) que produce el relieve de la Serrella.



**Figura 5.** En esta fotografía podemos ver parte del pliegue antiformal de la Sierra del Ferrer. Observamos una cresta constituida por estratos de calizas y margas del Cretácico que se disponen verticalmente. Fotografía cortesía de Fernando Prieto, <http://www.linkalicante.com>.



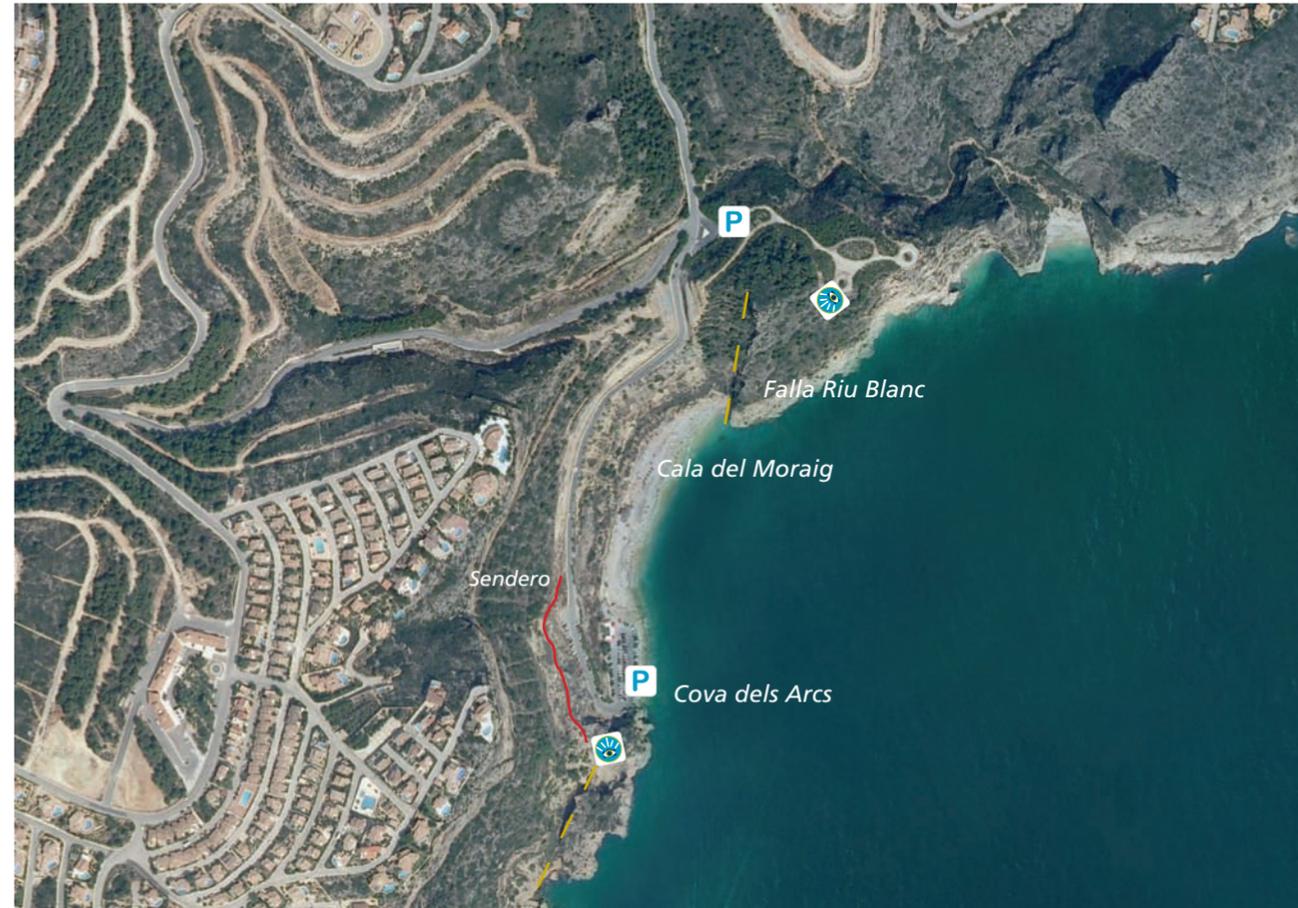
**Figura 6.** Els Arcs son un conjunto de arcos de roca generados por la erosión de una roca más blanda que está recubierta por otra de mayor dureza. La belleza de esta zona hizo que fuera declarada Paraje Natural Municipal por la Generalitat Valenciana en el año 2005.

### SABÍAS QUE...?

Los pliegues son deformaciones que sufren las rocas al ser sometidas a esfuerzos. Como puedes imaginar, el esfuerzo necesario para deformar una montaña de roca es enorme. Pero, ¿qué fenómeno es capaz de producir tales esfuerzos? El principal proceso que existe en la Tierra capaz de generar tales esfuerzos es la tectónica de placas, en éste caso concreto la colisión de dos continentes (ver capítulo 1 dedicado a la Geología de la provincia de Alicante).



FALLA DEL RIU BLANC  
CALA DEL MORAIG



### ¿CÓMO LLEGAR?

La Falla del Riu Blanc se sitúa en el término municipal de Benitatxell, en el contacto de la Serra de la Llorença con el mar. La Cala del Moraig es el mejor lugar para observarla. Para acceder a ella hay que llegar a Benitatxell. Desde esta población se toma una carretera hacia las urbanizaciones "Cumbres del Sol", la cala del Moraig y la cova dels Arcs. A 2,5 km, después de una pronunciada subida, se entra en la urbanizaciones (se deja a la derecha la carretera que asciende al Puig Llorença, fácilmente identificable porque está coronado por varias antenas). Se continúa por la calle principal hasta llegar a un cruce en el que hay que tomar la dirección PLAYA-FARMACIA-RESTAURANTE. Aunque nos encontramos varios cruces no debemos abandonar la calle principal que desciende hasta la cala.

### INTERÉS GEOLÓGICO

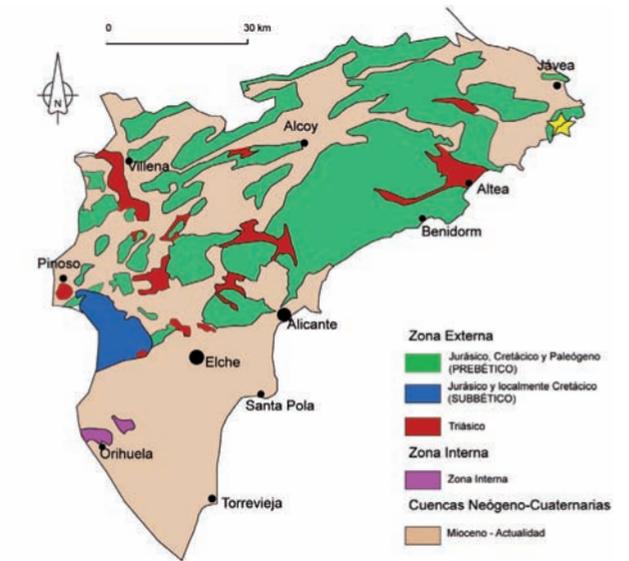
La falla del Riu Blanc destaca especialmente por su belleza paisajística ya que es responsable de los acantilados situados entre la Punta de Moraira y la cala del Moraig. Además, forma parte de un itinerario geológico de gran interés didáctico situado en la Cala del Moraig y sus inmediaciones, que se puede consultar en los libros "Geología de Alicante" e "Itinerarios geológicos por la provincia de Alicante", así como en [www.geoalicante.com](http://www.geoalicante.com).

Didáctico	★★★★★
Científico	★★★★
Paisajístico	★★★★★★

Se trata de un buen ejemplo de costa acantilada producida por la actividad de una falla.

### ¿DÓNDE SE UBICA GEOLÓGICAMENTE?

La falla del Riu Blanc se encuentra en la Zona Externa de la Cordillera Bética, en particular en lo que se conoce como Prebético de Alicante. Esta falla corta rocas de edades comprendidas entre el Cretácico (110 millones de años) y el Eoceno (aproximadamente 35 millones de años).



Rocas	calizas, margas y areniscas
Edad	Cretácico y Eoceno
Estructura	falla
Proceso	formación del Mar Mediterráneo

### SABÍAS QUE...?

Podemos considerar a la geografía actual del Mar Mediterráneo como una instantánea de una película que dura varias decenas de millones de años y que todavía no ha terminado. La principal etapa de formación de este mar se produjo en el Mioceno Inferior, entre aproximadamente 24 y 20 millones de años. Pero en nuestra costa alicantina (especialmente en la parte septentrional), los efectos más notables se produjeron en el Mioceno Superior, entre 12 y 8 millones de años. Entonces se formó el actual Golfo de Valencia y la costa acantilada de nuestra provincia debido a que un conjunto de fallas, entre las que se encuentra la del Riu Blanc, hundieron en el mar rocas similares a las que observamos actualmente en tierra. El movimiento de estas fallas produjo un conjunto de escalones, la mayoría de ellos sumergidos. Los acantilados que rodean la Cala del Moraig han sido modelados en uno de estos peldaños.

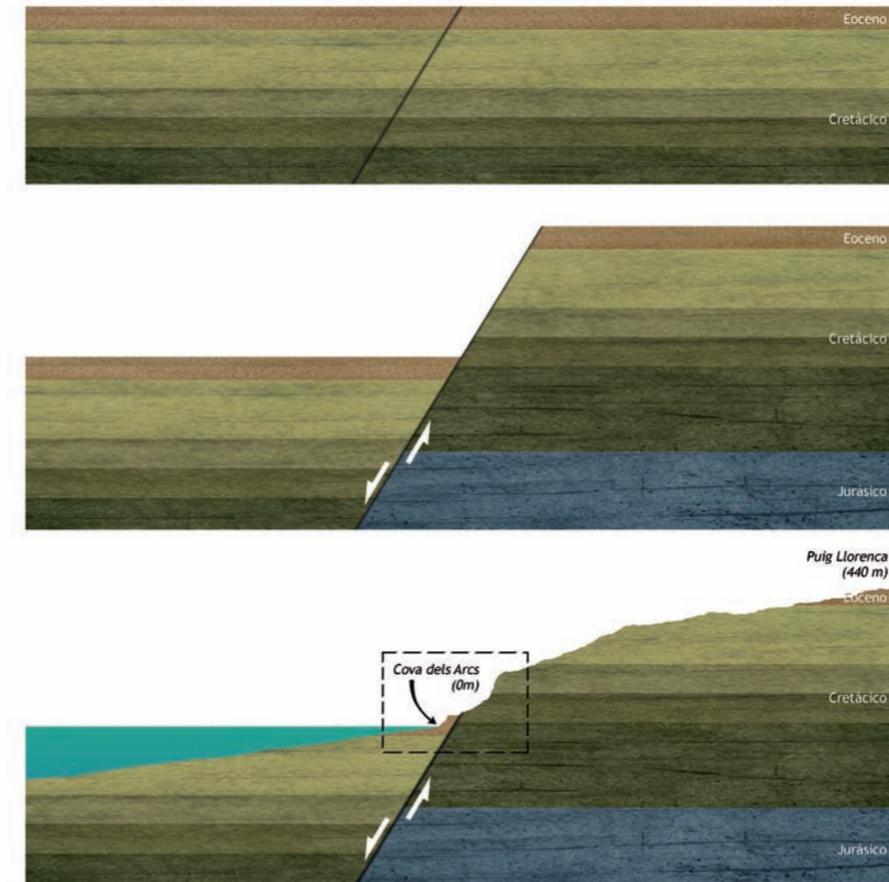


**Figura 1.** Panorámica de la Cala del Moraig y su costa acantilada. En ella se reconoce un primer tramo de cantil modelado en calizas blancas del Eoceno (en la fotografía se puede reconocer la Cova dels Arcs, en el extremo de la cala), otro de talud debido a la presencia de margas del Cretácico, menos resistentes a la erosión, y un último tramo con el cantil principal modelado en calizas del Cretácico. La falla del Riu Blanc separa la Cova dels Arcs, en el bloque hundido de la falla, del resto de rocas cretácicas que se sitúan en el bloque levantado. El marco de esta fotografía se ha señalado con un recuadro en el esquema de la figura 2.

## DESCRIPCIÓN GEOLÓGICA

La falla del Riu Blanc es una fractura que hundió en el mar las rocas de la Serra de la Llorença provocando un gran escalón: los acantilados que se extienden desde la Punta de Moraira hasta la Cala del Moraig. El desplazamiento de la falla es de algo más de 400 m y se puede calcular porque las rocas de edad Eoceno que hay en el Puig de la Llorença, a 440 m de altitud sobre el nivel del mar, también se encuentran cortadas y hundidas en la Cova dels Arcs, al nivel del mar actual.

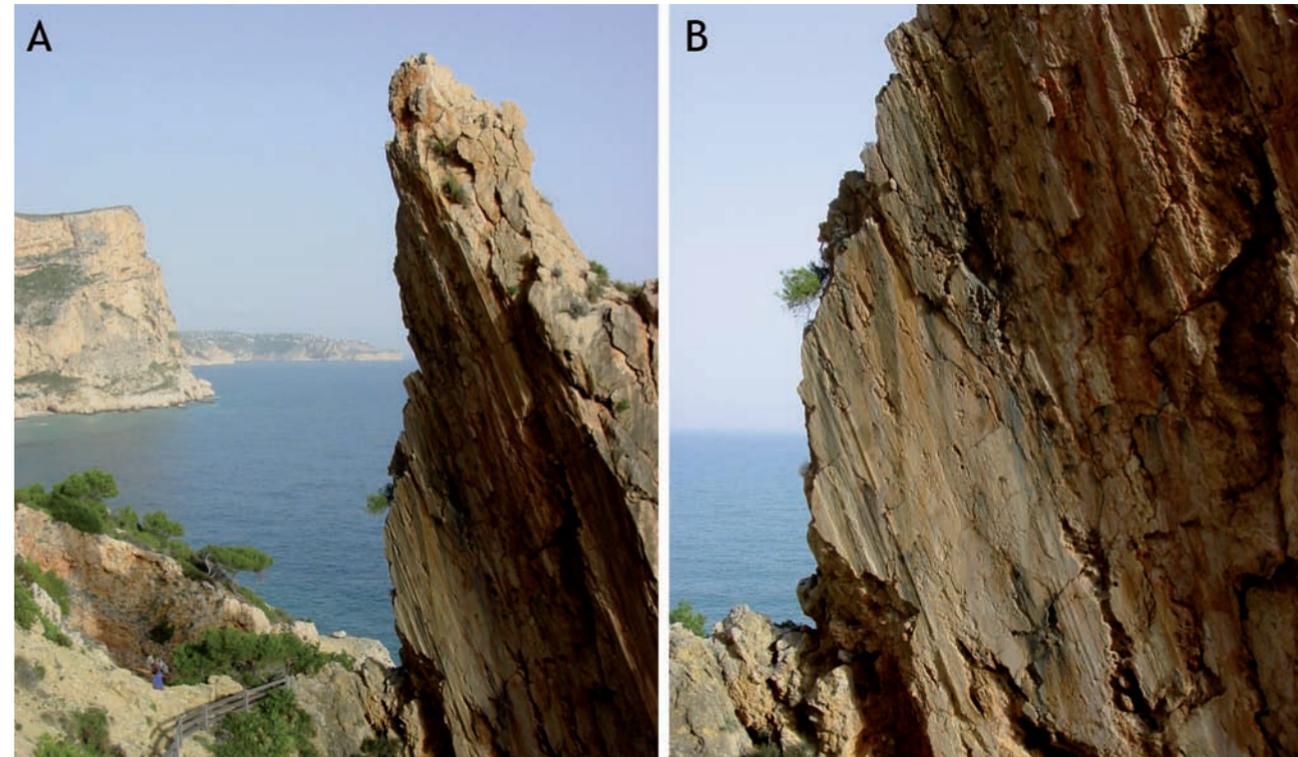
Cuando se producen estos desplazamientos de varios centenares de metros (cuyas velocidades en nuestra región no alcanzan ni siquiera el milímetro al año), la fricción entre las rocas es enorme por lo que estas superficies de falla son enormemen-



**Figura 2.** Esquema en el que se observa cómo la falla del Riu Blanc ha hundido en el mar las rocas de edad Cretácico formando un prominente escalón. El mar ha aprovechado este escalón topográfico para modelar estos acantilados situados entre la Punta de Moraira y la Cala del Moraig. Con un recuadro se indica el marco de la fotografía 1.

te pulidas. Incluso pequeñas irregularidades que haya en la zona de fricción provocan estrías o acanaladuras que indican el sentido de desplazamiento.

En la Cala del Moraig se encuentran tres lugares de observación excepcionales de esta superficie de falla: (1) extremo norte de la cala del Moraig, (2) extremo sur, al que se accede por un pequeño sendero de apenas 200 m que se toma en la carretera, a media cuesta, a unos 100 m de la Cova dels Arcs, y (3) en el interior de la Cova dels Arcs. En estos tres casos se reconoce una superficie plana muy pulida y estriada, que en ocasiones muestra una pátina de óxidos de hierro (muy típica en algunas superficies de falla).



**Figura 3.** Panorámica de la superficie de falla del Riu Blanc en el extremo sur de la Cala del Moraig, y un detalle de la misma. En este lugar se observa una espectacular superficie que, desde el nivel del mar, alcanza más de 20 m de altura. Se observan pequeños surcos o acanaladuras aproximadamente paralelas entre sí que indican el movimiento de los bloques. Junto a la superficie de falla se ha desarrollado una espectacular hendidura, en cuyo fondo se ve el mar. La hendidura coincide con una estrecha banda en la que había materiales triturados como consecuencia del desplazamiento de los dos bloques de falla. Estas rocas trituradas, que reciben el nombre de rocas de falla, son menos resistentes a la erosión. El oleaje erosionó lentamente estas rocas generando inicialmente una cavidad que colapsó posteriormente y formó la actual hendidura. Por su interés geológico y espectacularidad paisajística este lugar es un candidato ideal para ser declarado Monumento Natural.

### OTROS PUNTOS DE INTERÉS GEOLÓGICO PRÓXIMOS:

La Cala del Moraig y su entorno tienen una gran geodiversidad. Por ello no es necesario irse demasiado lejos para encontrar numerosos y variados lugares de interés geológico. En la propia cala encontramos buenos ejemplos de morfologías asociadas a una costa acantilada como es la Cova dels Arcs o las socavaduras que el oleaje produce al pie de los acantilados. También existen buenos ejemplos de estratos ricos en orbitolinas, fósiles típicos del Cretácico Inferior, que ponen de manifiesto cómo nuestra provincia estaba ocupada en esos momentos de la historia de nuestro planeta por el Océano de Tethys.



**Figura 4.** Pequeña falla que desplaza aproximadamente un metro rocas de edad Cretácico (se puede usar el nivel gris oscuro como guía). La falla del Riu Blanc es similar pero con un desplazamiento de más de 400 metros.



**Figura 5.** Panorámica desde el interior de la cova dels Arcs; al fondo asoma el imponente Morro Falquí. Esta cavidad está excavada en calizas. En las rocas blanquecinas de sus paredes exteriores se pueden reconocer fósiles de nummulites, que nos indican que tienen una edad Eoceno, idéntica a las rocas que coronan el Puig de la Llorença (440 m). Este dato nos indica que la falla ha tenido a lo largo de su historia un desplazamiento de algo más de 400 m. En su interior también se reconoce una superficie plana muy pulida y estriada que corresponde al plano de falla del Riu Blanc. Fotografía cortesía de Fernando Prieto, <http://www.linkalicante.com>.

### SABÍAS QUE...?

Esta cavidad consiste en una galería amplia de la que parte un conducto principal que, en profundidad, se ramifica. Las exploraciones realizadas por espeleólogos submarinistas han permitido reconocer 2 km de conductos totalmente sumergidos que llegan a una profundidad de 60 m bajo el nivel del mar. Esta cavidad se formó por disolución de la roca caliza cuando el nivel del mar ocupaba una posición mucho más baja que la actual (hace 15.000 años el nivel del mar estaba situado entre 150 y 100 m por debajo de su posición actual). Entonces se inició el último ascenso global del nivel del mar que alcanzó la posición actual hace aproximadamente 6.000 años). Desde entonces, la Cova dels Arcs ha estado sometida a la acción erosiva del oleaje y a la disolución de las calizas por el agua del mar.



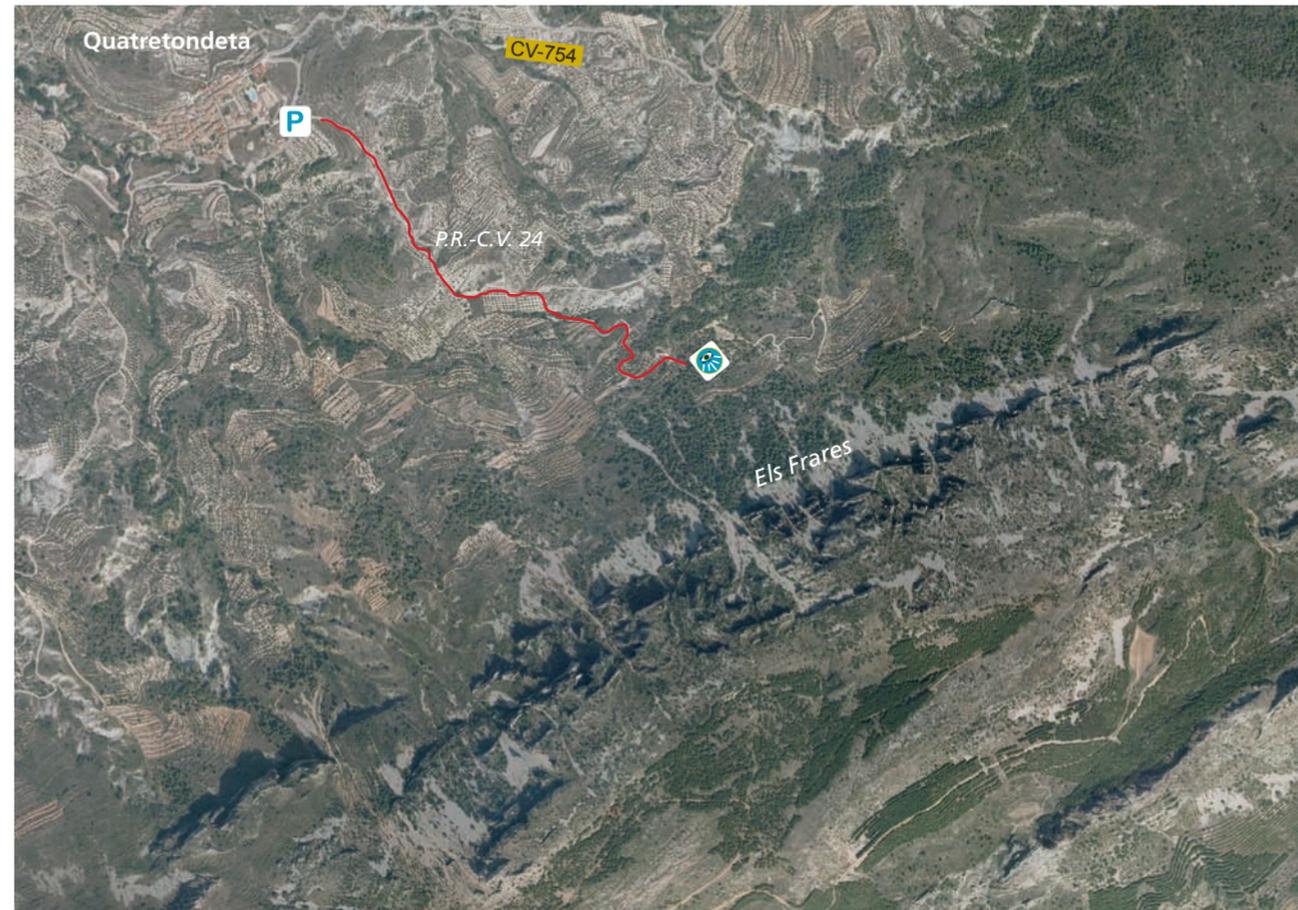
**Figura 6.** Detalle de un nivel rico en orbitolinas, fósiles típicos del Cretácico Inferior. En la fotografía se observan las conchas calcáreas de este organismo unicelular de pequeño tamaño (diámetro inferior a 1 cm). Tienen forma cónica más o menos acentuada, como un “sombrero chino”.

### SABÍAS QUE...?

En los taludes que rodean la Cala del Moraig, se reconocen bloques de diverso tamaño que proceden del desprendimiento de rocas de la parte superior del acantilado. La inestabilidad de esta ladera ha obligado a la Administración a realizar obras de saneamiento que reduzcan la peligrosidad del lugar. En estos escarpes de paredes acantiladas suelen ser habituales los desprendimientos rocosos, especialmente cuando las rocas están fracturadas como es el caso de la Cala del Moraig. En el sendero que discurre hacia el sur, hacia la Punta de Moraira, se aprecian estas fracturas en las calizas de la parte superior del acantilado, aunque también pueden observarse con nitidez desde la propia playa.



ELS FRARES



### ¿CÓMO LLEGAR?

Els Frares son unos pináculos de roca situados en la umbría de la Serrella. Aunque son visibles desde el pueblo de Quatretondeta, vale la pena disfrutar del paseo que nos acerca a ellos para así poder observarlos en su verdadera magnitud y belleza. Para ello basta con tomar el sendero de pequeño recorrido PR-24, el cual se encuentra perfectamente señalizado y que parte desde Quatretondeta. Este sendero es inicialmente una pista forestal que se transforma en senda a partir de la Font de L'Espinal. Una vez pasada la fuente continuamos subiendo y tras unos 400 metros abandonamos el PR-24 por una senda que sale a nuestra derecha. Esta senda comienza justo debajo de una pared de roca naranja, y aunque está sin señalizar, se distingue fácilmente porque está muy trazada. Si seguimos por este camino, al cabo de unos 250 metros, a nuestra izquierda irán apareciendo Els Frares.

### INTERÉS GEOLÓGICO

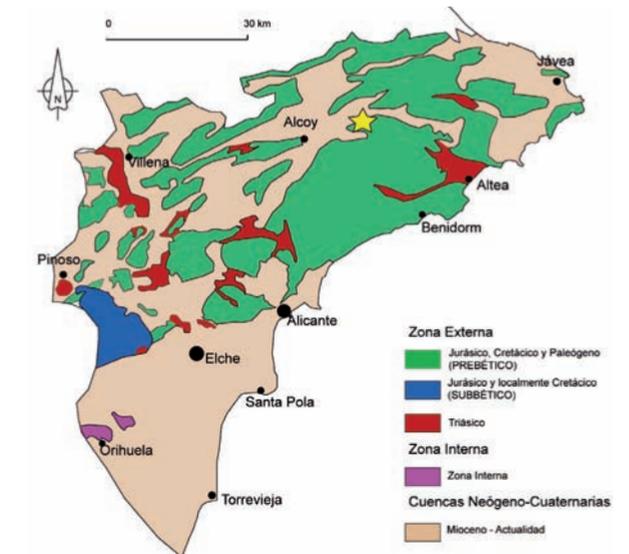
Els Frares (figura 1) son un conjunto de pináculos de roca de hasta 50 metros de altura. Reciben su nombre porque asemejan a un grupo de frailes (frares en valenciano) en procesión. El principal interés de este paraje tan peculiar y de gran belleza, radica en que se trata de un magnífico ejemplo de cómo las características particulares de la roca y las estructuras que presentan condicionan el paisaje.

Didáctico	★★★★★
Científico	★★★★
Paisajístico	★★★★★★

### ¿DÓNDE SE UBICA GEOLÓGICAMENTE?

Els Frares se desarrollan en una formación de calizas del Oligoceno, pertenecientes al Prébetico de la Zona Externa. Estas calizas presentan una textura particular, denominada brechoide, ya que en realidad consisten en una acumulación de fragmentos de caliza que han sido compactados, dando lugar a una roca de aspecto masivo.

Rocas	calizas, brechoides
Edad	Oligoceno
Estructura	pináculos de roca
Proceso	interacción de tipo de roca, estructura y erosión



### SABÍAS QUE...?

En España existen otras zonas en las que aparecen formaciones geológicas de pináculos similares a la de Els Frares. Este es el caso de los Mallos de Riglos en la provincia de Huesca o la Sierra de Montserrat, en la provincia de Barcelona. En todos los casos, su origen es el mismo, la erosión de una roca masiva que previamente estaba fracturada.



Figura 1. Panorámica de Els Frares.

## DESCRIPCIÓN GEOLÓGICA

Las calizas brechoides en las que se desarrollan Els Frares están afectadas por multitud de planos de fractura verticales (figura 2a). Estas fracturas se disponen según dos orientaciones perpendiculares entre si. Cuando llueve, el agua se infiltra, erosiona poco a poco la roca caliza y, paulatinamente, ensancha las fracturas (figuras 2b y 2c). Esto hace que la morfología final sea la de unos bonitos pináculos de roca: Els Frares (figura 2d).

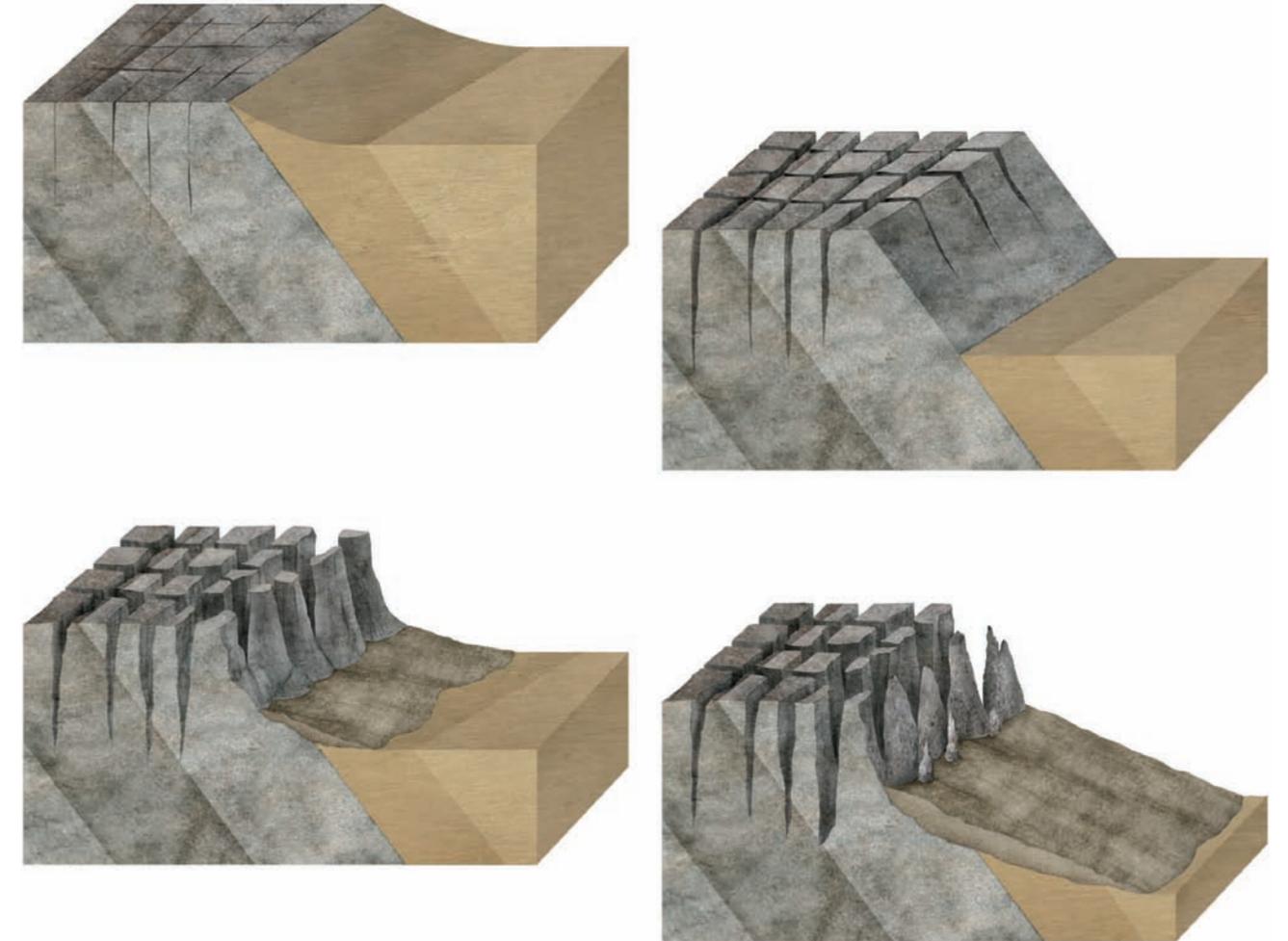


Figura 2. Esquema evolutivo que representa la formación de Els Frares. Vemos que son el producto de la erosión del agua a lo largo de fracturas existentes en la roca caliza. Es el mismo mecanismo que ha dado lugar a estructuras similares en zonas del noreste de España como los Mallos de Riglos o los pináculos de Montserrat en Barcelona.



**Figura 3.** Toda la falda norte de la Serrella se encuentra tapizada por varias pedreras, que se originan por la acumulación de fragmentos de roca desprendidos de las paredes calizas situadas ladera arriba. Las pedreras, canchales o runares son formaciones geológicas muy delicadas, ya que el paso continuado por ellas provoca su degradación. Es por ello que debemos evitar caminar sobre ellas. En esta imagen podemos ver una de las pedreras que existen en la proximidad de Els Frares.

### OTROS PUNTOS DE INTERÉS GEOLÓGICO PRÓXIMOS:

Las rocas que constituyen Els Frares se encuentran muy fracturadas, es por ello que al ser erosionadas dan lugar a fragmentos de tamaños que van desde pocos a varios centímetros. Estos fragmentos se acumulan en la ladera dando lugar a lo que se conoce como pedreras o runares (figura 3). Las pedreras son formaciones geológicas que se encuentran en un equilibrio muy frágil, de forma que si caminamos sobre ellas provocamos que las piedras vayan poco a poco desplazándose hacia abajo por la ladera, hasta que la pedrera termina por desaparecer. Es decir, cuando caminamos sobre las pedreras las estamos degradando, a la vez que provocamos un fuerte impacto visual en el paisaje. Esto es lo que ha ocurrido con otras magníficas pedreras de nuestra provincia, que han desaparecido casi totalmente por el tránsito continuo que sufren. Este es el caso de la pedrera de la falda sur del Puig Campana o las de la falda norte de la Sierra de Aitana (figura 4). Por tanto, de la misma manera que no se nos ocurriría pisar una planta de una especie endémica o destruir el nido de un ave rapaz, para proteger nuestro patrimonio natural debemos evitar caminar por las pedreras.



**Figura 4.** En la imagen se observa una de las pedreras de la falda norte de la Sierra de Aitana. Observa como el paso de los senderistas ha dado lugar a un impacto visual notable. La destrucción paulatina de la pedrera en los senderos (en ellos las piedras han ido desapareciendo) ha transformado el color gris original de los derrubios en un color marrón.



**Figura 5.** Panorámica del Arco de Roca de la Serrella. Los arcos de roca se generan cuando una roca más dura se dispone sobre otra más blanda. La erosión es más rápida en la roca más blanda, que va siendo poco a poco eliminada, mientras que la roca de la zona superior resiste más tiempo. Sin embargo, los arcos de roca son estructuras delicadas e inestables, por lo que su vida es muy breve, geológicamente hablando.

Además de las pedreras, en la propia Serrella, continuando por el PR-24 que nos ha traído hasta Els Frares en dirección al Pla de la Casa, encontramos el Arco de la Serrella (figura 5). Se trata de un magnífico ejemplo de arco de roca.

#### Cova Foradada

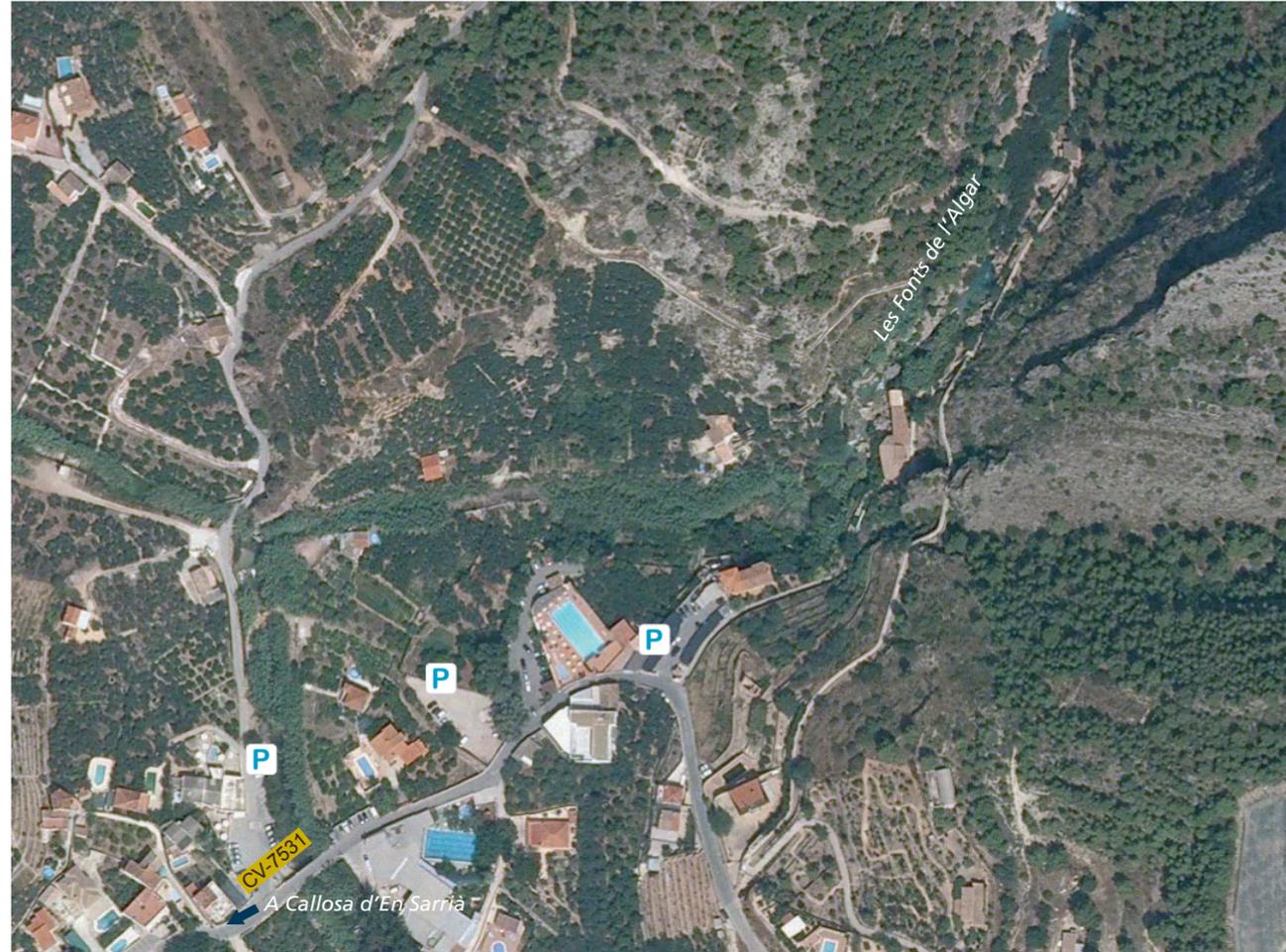
Otro lugar de gran belleza e interés geológico que se encuentra en la umbría de la Serrella es la Cova Foradada (figura 6). Se trata de una pequeña cavidad kárstica, generada por la disolución de la roca caliza y que merece la pena visitar.



**Figura 6.** La Cova Foradada a la cual podemos acceder continuando por la misma senda que nos ha llevado hasta Els Frares. Estas cavidades se generan por la acción del agua, que poco a poco va disolviendo la roca caliza.

FONTS DE L'ALGAR





### ¿CÓMO LLEGAR?

Las Fonts de l'Algar se encuentran en el término municipal de Callosa d'En Sarrià. Desde esta población se toma la carretera CV-715 que va en dirección a Bolulla y Tárben. A 1,5 km se debe tomar el desvío por la carretera CV-7531 que se dirige al paraje denominado "El Algar". Al llegar a él la carretera queda flanqueada por numerosos comercios y restaurantes. Tras cruzar el río, aproximadamente a 200 m a mano izquierda, se encuentra la entrada del itinerario turístico que permite el recorrido por este paraje.

### INTERÉS GEOLÓGICO

La belleza del entorno de las Fonts de l'Algar ha propiciado que sea un lugar de obligada visita cuando se recorre la provincia de Alicante. El nacimiento está constituido por varios manantiales situados en el extremo occidental de la Sierra de Bernia, en la conjunción con la Sierra del Ferrer. La descarga de estas surgencias discurre a través de un angosto barranco originando una bella cascada previa a la salida del curso de agua hacia el valle abierto.

Didáctico ★★★★★

Científico ★★★★★

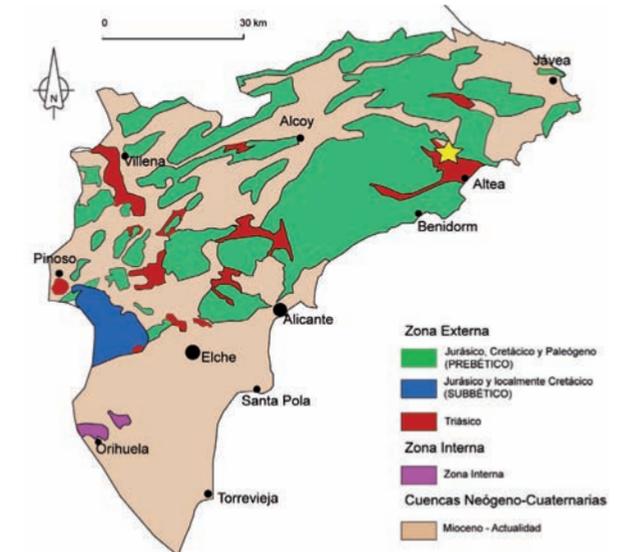
Paisajístico ★★★★★

### ¿DÓNDE SE UBICAN GEOLÓGICAMENTE?

Los manantiales del Algar se localizan en la Zona Externa de la Cordillera Bética, y más concretamente en el Prebético.

Se trata de un conjunto de manantiales kársticos que drenan las calizas de edad Eoceno (aproximadamente entre 55 y 34 millones de años).

Rocas	calizas
Edad	Eoceno
Estructura	surgencias kársticas
Proceso	flujo y descarga subterránea

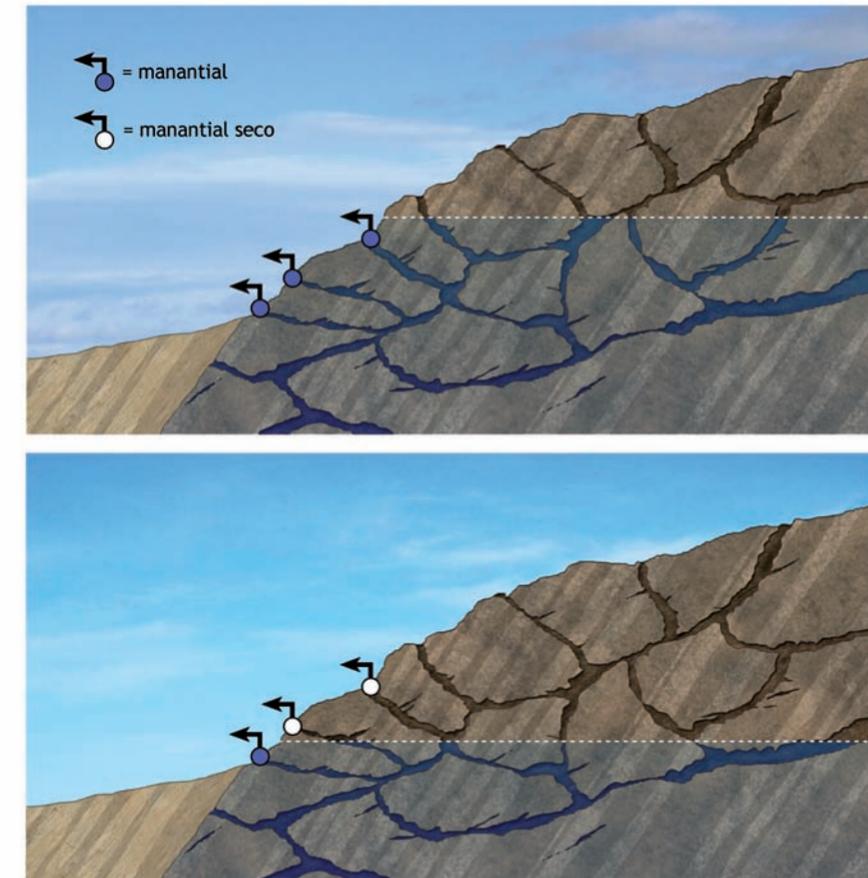




**Figura 1.** Detalle de la Font del Moro. Este pequeño manantial constituye un punto de descarga del conjunto de surgencias denominadas manantiales de Algar. Se trata de la surgencia situada a cota más baja y, por consiguiente, una de las últimas afectadas por los periodos de sequía. Se puede observar cómo la salida del agua del interior del acuífero tiene lugar aprovechando una fractura abierta en la roca. La circulación del agua en este tipo de acuíferos kársticos se produce por las diversas discontinuidades y fracturas que presentan las rocas.

## DESCRIPCIÓN GEOLÓGICA

Se conoce como Fonts de l'Algar al conjunto de manantiales emplazados a distinta altitud en el Barranco de Sacos. El recorrido turístico tan sólo permite visitar la Font del Moro que es una pequeña surgencia situada a la cota más baja. El resto de puntos de descarga resultan de difícil acceso debido a lo angosto del barranco. No obstante, es posible recorrer parte del barranco por donde discurre el agua procedente de los manantiales y observar una serie de represas y pequeños vasos "tolls", así como de saltos de agua de singular belleza. Las surgencias aprovechan las múltiples fisuras en las calizas del Eoceno. El área de recarga incluye las calizas paleógenas y cretácicas de los relieves altos de la Sierra de Bernia y Sierra de Ferrer. En algunos puntos del área de recarga aparecen dolinas como las situadas en el extremo occidental de la Sierra de Bernia



**Figura 2.** Esquema interpretativo del funcionamiento de los manantiales kársticos, semejantes a las Fonts de l'Algar. Se puede observar cómo los manantiales ubicados a cota más elevada pueden llegar a funcionar únicamente cuando el nivel del agua en el acuífero es muy alto, permaneciendo secos el resto del tiempo.

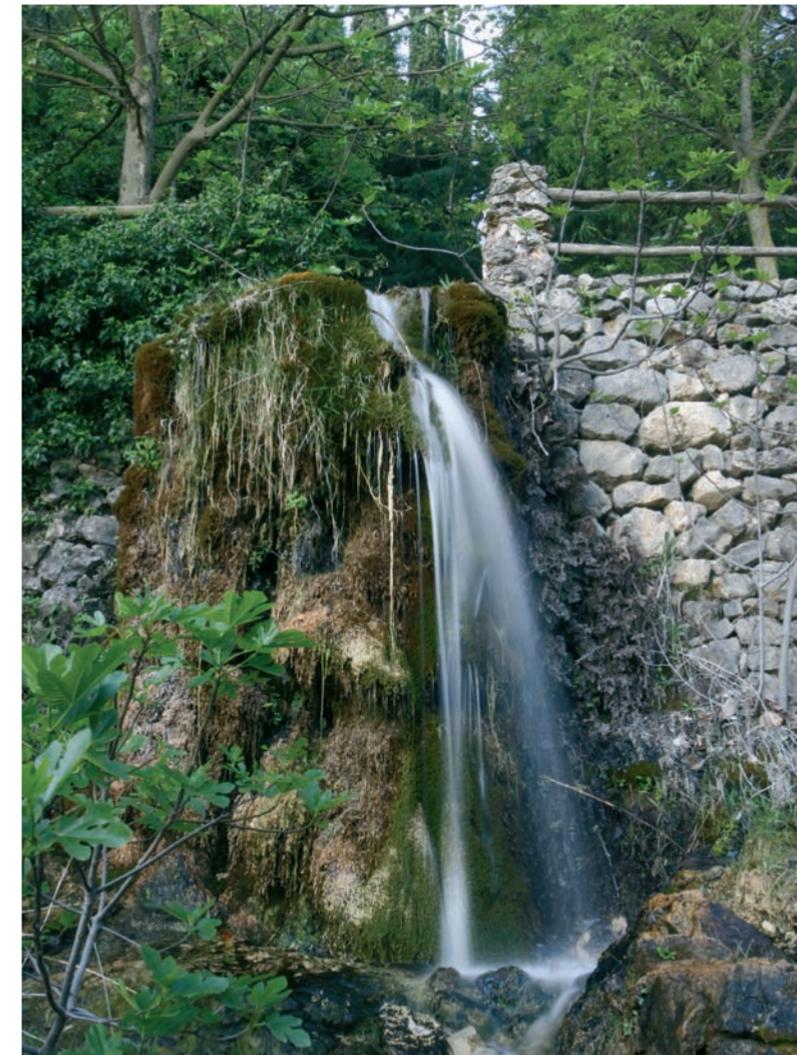
Las Fonts de l'Algar presentan un típico funcionamiento kárstico, con caudales muy variables a lo largo del año. Habitualmente, durante el verano la descarga es muy escasa, pudiendo llegar a secarse, especialmente los manantiales situados a mayor altitud, mientras que después de los periodos lluviosos se logran los máximos caudales. Se han llegado a alcanzar caudales punta superiores a 1000 L/s. Como consecuencia de esa irregularidad en su funcionamiento existe un desfase con la demanda, de forma que, en verano cuando se requiere más agua es cuando presentan menor caudal. Para poder cubrir la demanda, estos manantiales han sido regulados. La construcción de dos sondeos situados aguas arriba del barranco permite el bombeo cuando su aportación es insuficiente.



**Figura 3.** El agua procedente de la descarga de los manantiales del Algar da origen al nacimiento del río Algar, el cual es un río de corto recorrido, ya que apenas tiene algo más de 12 km entre su nacimiento y su desembocadura en la localidad de Altea. La espectacularidad y belleza con la que baja el agua por todo el tramo alto del río ha originado que sea considerado de interés medioambiental y natural. Este tramo alto es aprovechado desde el punto de vista turístico y recreativo.

### PUEDES ENCONTRAR ALGO PARECIDO EN:

La gran extensión de rocas carbonatadas en la provincia posibilita que la mayor parte de sus acuíferos sean de naturaleza kárstica. La Diputación de Alicante ha publicado dos libros sobre manantiales provinciales; la mayoría de las más de 50 surgencias que se incluyen en estas obras son manantiales kársticos. La descarga natural de estos acuíferos suele asociarse a manantiales de gran belleza. La descarga de la surgencia de Azud de Agres da origen a diversos saltos que, en cierta medida, recuerdan a los que encontramos asociados a las Fonts de l'Algar.



**Figura 4.** Pequeño salto de agua en el Barranco del Molí relacionado con el manantial Azud de Agres. Este manantial situado al sur de la localidad de esta localidad es uno de los puntos de descarga del llamado acuífero de Agres. Este acuífero está constituido por calizas y dolomías ubicadas en la vertiente septentrional de la Sierra de Mariola. Se trata, por tanto, de un acuífero de naturaleza kárstica, en donde el manantial del Azud de Agres, así como otros, presentan gran variabilidad de caudales entre los periodos invernales y estivales. El salto de agua provoca la desgasificación de la misma, lo que favorece el precipitado de tobas. Foto cortesía de Juan José Rodas.

### SABÍAS QUE...?

Aguas abajo del paraje de las Fonts de l'Algar gran parte del caudal de estos manantiales es represado por un azud desde donde se eleva al embalse de Guadalest. Además, la excelente calidad del agua de estos manantiales permite su utilización para el abastecimiento de diversas localidades de la Marina Baja entre las que se encuentran poblaciones como Benidorm y Villajoyosa.

### OTROS PUNTOS DE INTERÉS GEOLÓGICO PRÓXIMOS:

Desde el punto de vista geológico la Sierra de Bernia constituye uno de los relieves más interesantes de la provincia debido a la gran abundancia de puntos de interés geológico que en ella se pueden encontrar. Entre estos destacan el anticlinal que existe en el paraje de la Galera y la falla situada en el túnel del ferrocarril del Mascarat.



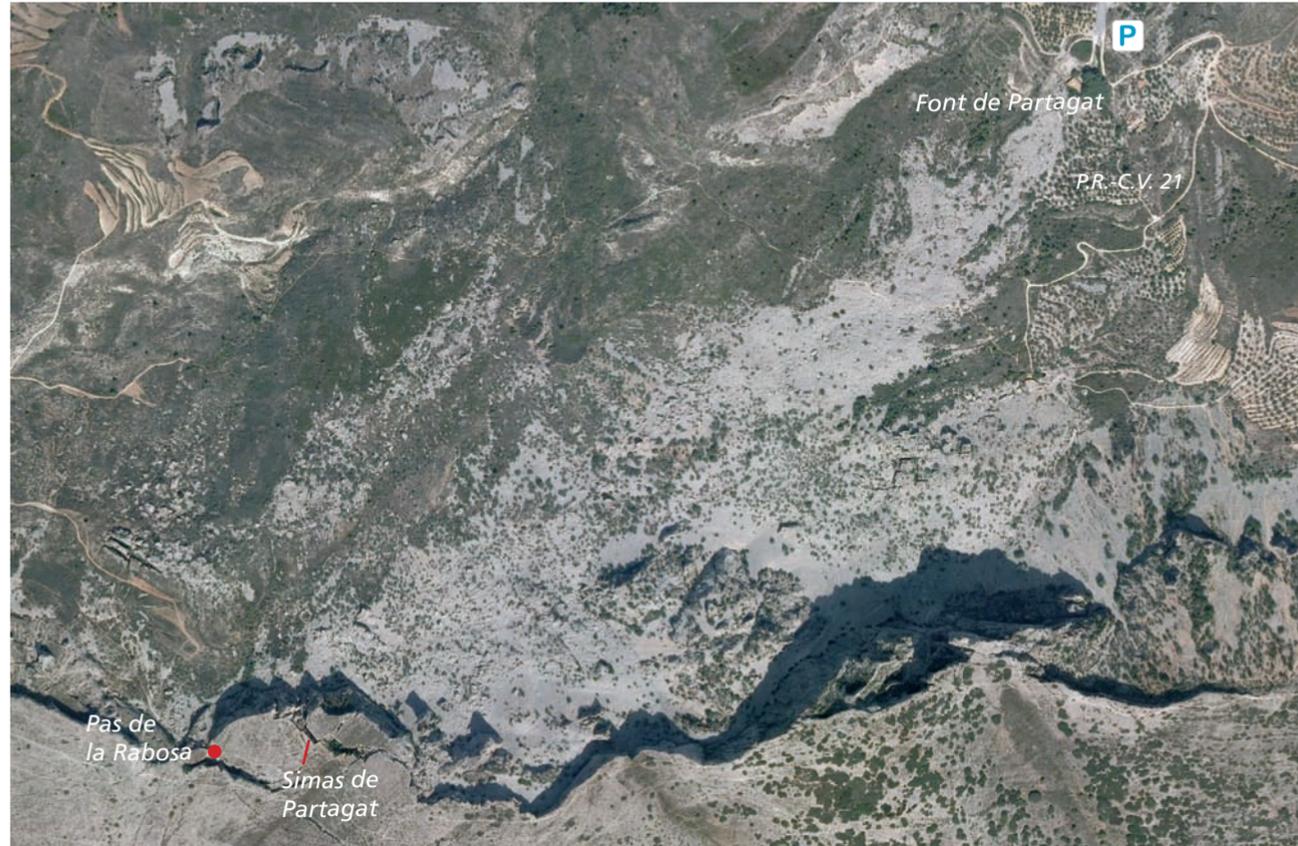
**Figura 5.** La Sierra de Bernia forma un pliegue anticlinal de dirección general E-W en cuyo núcleo se encuentran las margas del Cretácico Inferior y en los flancos las calizas del Cretácico Superior y Terciario. Uno de los lugares donde es posible observar mejor este anticlinal es la parte oriental de la Sierra, en el paraje de la Galera. La panorámica permite disponer de una buena visión del pliegue.



**Figura 6.** El trazado del ferrocarril Alicante-Denia corta a la Sierra de Bernia en el sector del Mascarat. En el frente de uno de estos túneles se puede observar el contacto entre los materiales triásicos del diapiro de Altea (de tonos rojizos) y las margas del Mioceno (colores blancos). Se trata de un contacto de falla relacionado con los movimientos del diapiro. Justo encima de los materiales triásicos existe un relleno sedimentario de arenas, gravas y limos de edad Cuaternario. El hecho de que estos rellenos detríticos estén deformados y de que no presentan continuidad a ambos lados de la falla, hace pensar en la posibilidad de que hayan sido afectados por la falla. De ser así, significaría que los movimientos del diapiro de Altea han actuado recientemente, por lo que no se podría descartar que son activos en la actualidad.



SIMAS DE PARTAGAT  
SIERRA DE AITANA



### ¿CÓMO LLEGAR?

Las Simas de Partagat se encuentran a menos de un kilómetro al este de la cumbre de la Sierra de Aitana que, con sus 1558 m de altitud, constituye el techo de la provincia de Alicante.

A las Simas de Partagat sólo se puede acceder a pie a través de algunas de las rutas de senderismo más emblemáticas de la provincia. La opción más recomendable es hacerlo desde el área recreativa de la Font de Partagat (Benifato), desde donde debemos tomar el sendero de pequeño recorrido P.R.-C.V. 21 hacia el Puerto de Tudons. Un poco antes de llegar a la Font de Forata nos desviamos hacia el Pas de la Rabosa y las Simas de Partagat. También se puede acceder, usando el mismo sendero P.R.V. 21 desde el área recreativa de la Font de l'Arbre. Una tercera opción es acceder desde el Portet de Tagarina usando un sendero que discurre a lo largo de la zona de cresta de la Sierra de Aitana.

### INTERÉS GEOLÓGICO

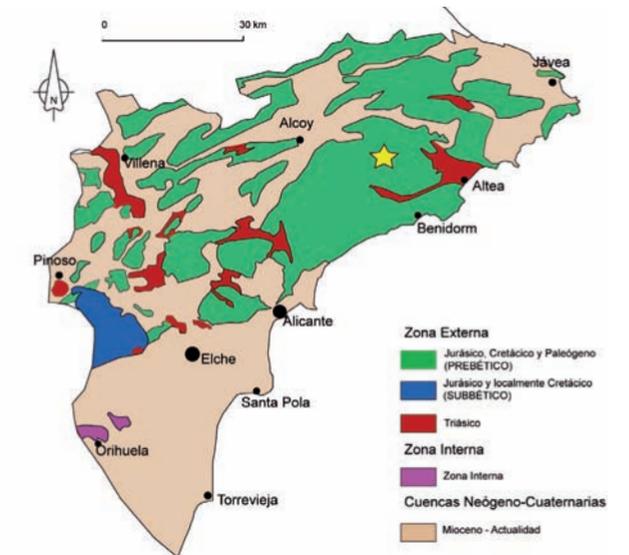
Aunque estas fracturas son muy comunes y han sido ampliamente descritas en literatura, sus dimensiones las convierten en un ejemplo interesante desde un punto de vista paisajístico y didáctico.

Didáctico	★★★★★
Científico	★★★★
Paisajístico	★★★★★

### ¿DÓNDE SE UBICAN GEOLÓGICAMENTE?

La Sierra de Aitana se localiza en la Zona Externa de la Cordillera Bética, en particular en lo que se conoce como Prebético.

Las Simas de Partagat se encuentran en calizas de edad Eoceno (aproximadamente entre 34 y 54 millones de años). Para comprender su origen, explicado en el siguiente apartado, es necesario resaltar que estas calizas se apoyan sobre unas arcillas también de edad Eoceno.



Rocas	calizas
Edad	Eoceno
Estructura	simas
Proceso	fracturas abiertas por gravedad

### SABÍAS QUE...?

Estas simas ya fueron citadas por Cavanilles hace casi doscientos años (en Lacarra et al., 1997) "Es indudable que Aitana ha padecido conmociones violentas, y aun hoy conserva monumentos y efectos de ellas. Vense espaciosa cavernas, que empiezan en la superficie de la esplanada, y siguen por la entrañas del monte sin haber podido jamás calcular su profundidad: en una de ellas arrojé un canto de diez o doce libras, que tropezando con las desordenadas peñas de aquel abismo, resonó largo tiempo hasta que la distancia debilitando gradualmente el ruido, impidió se oyese". Existe una fotografía de Eduardo Soler de las simas realizada en 1898, en la que se observa que tienen un aspecto idéntico al actual (cortesía de Pablo Giménez y Juan Antonio Marco Molina).



**Figura 1.** Panorámica de las Simas de Partagat. Obsérvese cómo los bloques de roca caliza han sido separados por fracturas abiertas de grandes dimensiones.

## DESCRIPCIÓN GEOLÓGICA

Las Simas de Partagat son grandes fracturas abiertas que separan bloques de caliza de grandes dimensiones (deca métrico a hectométrico de lado, con volúmenes en algún caso de más de 10 millones de metros cúbicos). Tienen unas aberturas máximas de hasta 15-20 m y profundidades de varias decenas de metros lo que las convierte en uno de los ejemplos más espectaculares de nuestro país.



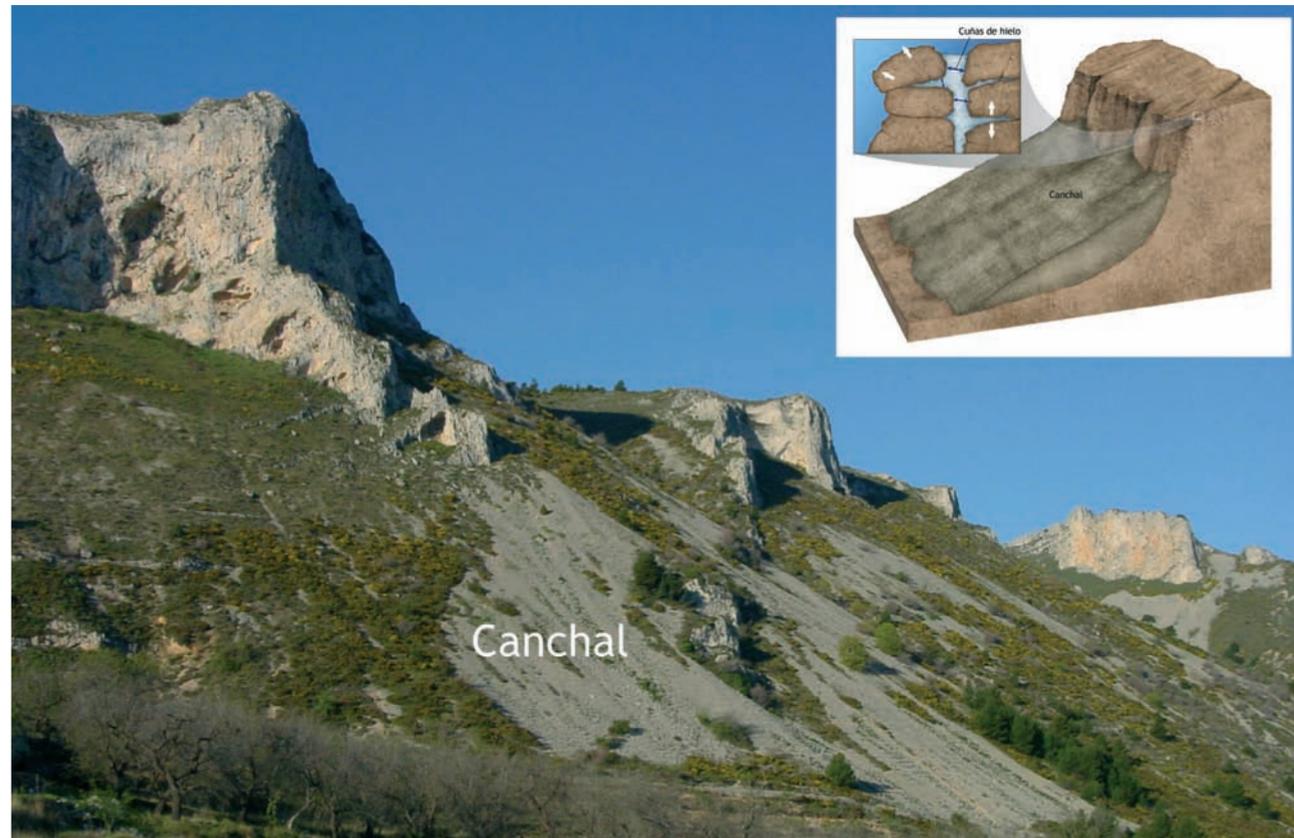
**Figura 2.** Esquema interpretativo de la formación de las Simas de Partagat. Los bloques de roca caliza se desplazan sobre las arcillas que, cuando están embebidas en agua, se comportan de forma plástica. Los bloques de roca caliza han sido separados por fracturas abiertas de grandes dimensiones, cuya posición original podría ser fácilmente restituida como si de un puzzle se tratara.

## PUEDES ENCONTRAR ALGO PARECIDO EN:

Estas fracturas abiertas son muy comunes en zonas de montaña escarpadas o en acantilados, aunque no con un tamaño tan espectacular como las de la Sierra de Aitana. En la propia Sierra de Aitana se encuentran buenos ejemplos en las proximidades del Puerto de Tudons. También hay algún ejemplo en Peña Martí, sierra situada inmediatamente al norte de Aitana (la que está al otro lado del valle del Guadalest).

### OTROS PUNTOS DE INTERÉS GEOLÓGICO PRÓXIMOS:

A lo largo del itinerario que transcurre entre la Font de Partagat y las Simas, publicado en el libro "Geología de Alicante" (Alfaro *et al.*, 2004), en el folleto divulgativo publicado con motivo del Geolodía Alicante 09 y en [www.geoalicante.com](http://www.geoalicante.com) se encuentran otros puntos de interés geológico de especial relevancia. Entre ellos destacan: (1) los depósitos coluviales (conos y mantos de derrubios) que tapizan la ladera norte de la sierra, que se han formado especialmente durante los periodos glaciares del Cuaternario (figuras 4 y 5), (2) las fallas normales de la ladera norte de la Sierra de Aitana (fallas de Aitana y de Partagat) que dan lugar a un relieve escalonado de la ladera norte de la sierra (figura 6), y (3) los fenómenos gravitacionales que afectan al frente de la sierra y en los cuales pueden reconocerse numerosas tipologías.



**Figura 3.** Mantos de derrubios que tapizan la ladera norte de la Sierra de Aitana. El agua de lluvia se filtra por las numerosas fracturas de las rocas calizas. En los momentos más fríos del Cuaternario (periodos glaciares) el clima más frío permitió que en esta sierra fuesen muy habituales a lo largo del año los periodos de hielo-deshielo. El agua de lluvia que se filtraba por las fisuras de la roca llegaba a congelarse con el consiguiente aumento de volumen. Este efecto de cuña separaba poco a poco la roca en pequeños fragmentos de roca hasta que llegaban a desprenderse y acumularse a lo largo del talud formando estos mantos de derrubio o canchales.



**Figura 4.** Acumulación de bloques desprendidos que tienen una forma alargada similar a la de un "río de bloques", que recorre un valle de aproximadamente 1,5 km. El escarpe superior de la Sierra de Aitana, modelado en calizas de edad Eoceno muy fracturadas, se ha estado desmoronando a lo largo del Cuaternario. Desplomes, vuelcos, avalanchas de rocas y deslizamientos han alimentado este río de bloques.

### SABÍAS QUE...?

Estas fracturas abiertas tienen una "vida geológica" muy corta de entre unos centenares o unos pocos miles de años. En un futuro "geológicamente inmediato" estos bloques terminarán por deslizarse por la ladera norte de la sierra. A lo largo de la misma se pueden observar bloques antiguos deslizados que en su día debieron formar simas parecidas.



**Figura 5.** Detalle de una superficie de falla, en concreto de la falla de Partagat, situada aproximadamente a 200 m al norte de la Font de Partagat, muy cerca del aparcamiento del área recreativa. En el detalle de la superficie de falla pueden observarse estrías o acanaladuras resultado de la fricción de los bloques de roca al desplazarse. La ladera norte de la Sierra de Aitana está afectada por varias de estas fallas que desplazan las rocas calizas formando un relieve en escalones.



**Figura 6.** La Font de Partagat es una pequeña surgencia localizada en la ladera norte de la sierra de Aitana, al sur de Benifato. Cuando llueve, el agua se infiltra en los derrubios y circula subterráneamente a través de los derrubios del río de bloques (ver fotografía 4) hasta llegar a salir al exterior por los puntos más bajos, formando así los manantiales de Partagat y la Font Vella (Fotografía cortesía de Juan José Rodes).

PEÑÓN DE IFACH





### ¿CÓMO LLEGAR?

Se accede a través de la autopista AP-7, salida Altea-Calp que conduce a la carretera nacional 332 con desvío hacia Calp, encontrándose señalizado el acceso al Peñón a partir de la entrada en la población. Buenas vistas del sector se obtienen desde los puntos indicados en el mapa de situación.

### INTERÉS GEOLÓGICO

Independientemente de otros aspectos geológicos, el Peñón de Ifach y sus alrededores constituyen un ejemplo singular de morfología litoral. En concreto se trata de una antigua isla unida a tierra firme durante el Cuaternario por un istmo arenoso, que recibe el nombre de tómbolo.

Didáctico ★★★★★

Científico ★★★★★

Paisajístico ★★★★★

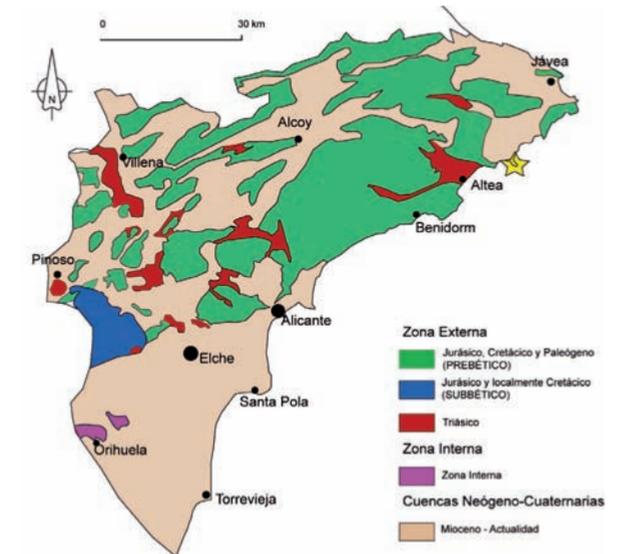
### ¿DÓNDE SE UBICA GEOLÓGICAMENTE?

El Peñón de Ifach conjuntamente con el Morro de Toix está formado por calizas de nummulites. Estas calizas constituyen el borde meridional y el sustrato de la cuenca de Benisa rellena por sedimentos esencialmente margosos del Mioceno. Todo este sector pertenece a la Zona Externa de la Cordillera Bética y en concreto al dominio Prebético.

Rocas	Calizas nummulíticas y arenas de playa
Edad	Eoceno y Cuaternario
Estructura	Tómbolo
Proceso	Formación de istmo por crecimiento de flechas litorales

### SABÍAS QUE...?

Los Baños de la Reina fueron llamados así por Escolano en 1590 y que el botánico Cavanilles en 1792 los confundió con pilas para bañarse. En realidad constituyeron una de las más importantes fábricas de salazones de la época romana junto con las de El Campello y Jávea, del mismo nombre. Las piletas y balsas que se observan eran viveros para conservar vivo el pescado.





**Figura 1.** Panorámica del Peñón de Ifach desde la Sierra de Oltá. Se observan las playas que delimitan al sur y al norte la laguna interior donde se hallan las antiguas salinas. El tómbolo constituye la franja arenosa que une el Peñón con la tierra firme situada frente a él. La intensa urbanización en toda la extensión del cordón dunar que separa la laguna de las playas impide la observación de la morfología natural del istmo. Por su parte, el Peñón constituye la prolongación del Morro del Toix oculta bajo el agua del mar. Esta franja meridional de calizas nummulíticas representa el borde meridional del sinclinal de Benisa.

## DESCRIPCIÓN GEOLÓGICA

A principio del Cuaternario, el Peñón de Ifach, constituido fundamentalmente por calizas nummulíticas, era una isla separada de tierra firme como consecuencia de procesos tectónicos (pliegues y fallas) y erosivos, estos últimos especialmente desarrollados sobre los materiales más blandos (margas miocenas).

Entre la isla y tierra firme existía un estrecho poco profundo que se fue colmatando por aportes arenosos traídos por corrientes paralelas a la costa. Al mismo tiempo la acción eólica acumuló parte de estos aportes formando un cordón dunar que aisló en su parte interior una zona inundada con aguas salobres resultado de la mezcla de aguas continentales con la del mar.



**Figura 2.** Esquema evolutivo de la formación del tómbolo de Ifach. Durante el Cuaternario antiguo (Pleistoceno) el Peñón de Ifach constituía una isla próxima a la costa. El aporte continuado de arena por corrientes costeras provenientes del este y del norte produjo el crecimiento de flechas litorales que llegaron a unir la isla con tierra firme dejando aislada la laguna. De esta manera se alcanzó la morfología actual en la que las playas constituyen el dominio sometido a la acción del oleaje. Por su parte los correspondientes cordones dunares se forman por la acción del viento sobre la arena de la zona emergida de las playas.



**Figura 3.** Panorámica del Peñón de Ifach desde el extremo norte del paseo marítimo de la playa de la Fossa. Las calizas masivas con nummulites del Peñón descansan sobre las margas más recientes del Mioceno. Este conjunto conecta con las margas miocenas de la cuenca de Benisa que se observan en primer plano mediante depósitos de playa y cordones dunares. Éstos forman el tómbolo sobre el que se asientan las construcciones que se aprecian en la imagen.

### OTROS PUNTOS DE INTERÉS GEOLÓGICO PRÓXIMOS:

A continuación se incluyen algunos lugares próximos que presentan interés desde el punto de vista geológico. Todos ellos se encuentran situados en la zona costera y son perfectamente accesibles desde las carreteras que bordean la costa entre Calp y Moraira.



**Figura 4.** Panorámica del Peñón de Ifach desde los Baños de la Reina. En primer término se observan los depósitos tirrenienses de la playa del Arenal. Se trata de dunas fósiles (Cuaternario antiguo) conocidas como "eolianitas" que se apoyan en discordancia sobre las margas del Mioceno de la cuenca de Benisa y de la ladera del Peñón. Estas eolianitas, situadas justamente al oeste del puerto de Calp, presentan laminaciones cruzadas típicas de los depósitos eólicos. Sobre éstas aparecen las excavaciones correspondientes a los Baños de la Reina.



**Figura 5.** Red ortogonal de fracturas subverticales (diaclasas) sobre la plataforma costera de abrasión de la Cala del Porticholet. Estas fracturas destacan debido a la erosión diferencial producida por el oleaje. El agua erosiona con mayor facilidad las zonas de roca fracturada, de ahí, que se observen pequeños corredores o pasillos más profundos a lo largo de estas diaclasas.

### SABÍAS QUE...?

El Peñón de Ifach fue propiedad privada desde 1862 hasta el año 1986. En el año 1919 se construyó el túnel que da acceso a la cara noreste. Este bello paraje, símbolo de la costa alicantina, fue declarado Parque Natural el 19 de enero de 1987 y es uno de los parques naturales de menor extensión de Europa (45 ha). En él se encuentra una flora endémica característica, destacando la "silene d'Ifac" planta prácticamente extinguida.



**Figura 6.** Falla con una pequeña inclinación (buzamiento) en el acantilado de la Cala del Porticholet. Así mismo se observan pequeñas fallas y diaclasas subverticales abiertas que provocan peligrosos desprendimientos de las paredes en los materiales miocenos por lo que se aconseja la observación desde una distancia prudente.

### SABÍAS QUE...?

La unión de la roca compacta que constituye el Peñón de Ifach, junto a su estructura geológica ha dado lugar a unas paredes verticales de más de 300 metros de altura. Estas paredes han sido el centro de atención de varias generaciones de escaladores de todo el Mundo, que acuden a Alicante a disfrutar de las magníficas vías que las surcan, algunas de las cuales aparecen reseñadas en el libro "Senderos de la Roca. Guía de Escalada de la Provincia de Alicante", de esta misma colección.

An aerial photograph of a dramatic coastline. A massive, craggy cliffside of grey and brown rock dominates the left and center of the frame, sloping down to a small, sheltered bay. The water in the bay is a vibrant turquoise, while the open sea to the right is a deep, dark blue. Two white sailboats are anchored in the turquoise water. The sky is a clear, bright blue. In the bottom left corner, a small sandy beach is visible. A dark olive-green rectangular box is positioned in the upper right corner, containing white text.

MORRO DE TOIX

SIERRA DE BERNIA



### ¿CÓMO LLEGAR?

El Morro de Toix constituye la terminación en el mar de la Sierra de Bernia entre las localidades de Altea y Calp. Para acceder al punto que nos permita disponer de una buena panorámica del mismo hay que tomar la carretera Nacional N-332 en sentido Calp. Un poco después de pasar el punto kilométrico 164 hay un cruce a la derecha en el que existe un indicador hacia la Urbanización Mascarat. La carretera va descendiendo hasta llegar a una bifurcación en la que se gira a la izquierda en dirección N. Una vez atravesado el barranco Salat, hay que tomar la segunda calle a la izquierda. Subiendo calle arriba se llega a la línea de costa desde donde se tiene una magnífica panorámica de la vertiente meridional del Morro de Toix.

### INTERÉS GEOLÓGICO

El Morro de Toix destaca por su singular belleza paisajística. Constituye un magnífico ejemplo del tipo de costa acantilada que podemos encontrar en el litoral septentrional de la provincia de Alicante.

Destacan su morfología rectangular y rectilínea que se adentra en el mar y sus acantilados verticales trabajados por la dinámica litoral.

Didáctico ★★★★★

Científico ★★★★★

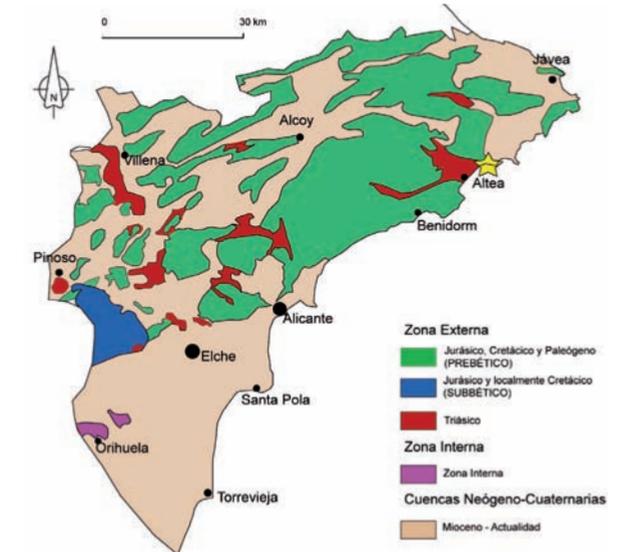
Paisajístico ★★★★★

### ¿DÓNDE SE UBICA GEOLÓGICAMENTE?

El Morro de Toix se localiza en la Zona Externa de la Cordillera Bética y, más concretamente, en el Prebético.

El Morro de Toix está formado por un saliente rocoso hacia el mar que constituye la terminación oriental de la Sierra de Bernia, formado por calizas de edad Eoceno-Oligoceno (aproximadamente entre 55 y 23 millones de años).

Rocas	calizas
Edad	Eoceno-Oligoceno
Estructura	Fallas y acantilados
Proceso	Tectónica y dinámica litoral



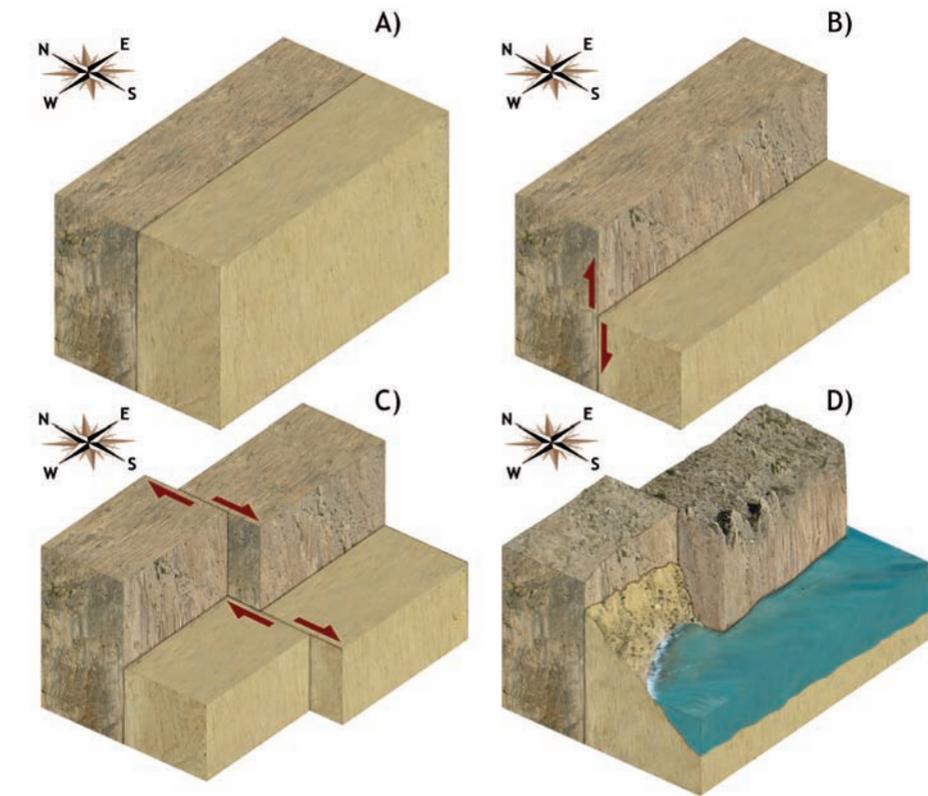


**Figura 1.** Detalle de la morfología regular del extremo occidental del Morro de Toix, como resultado del cruce de fallas.

## DESCRIPCIÓN GEOLÓGICA

El Morro de Toix está formado por un tramo de calizas con estratificación vertical cuya morfología refleja el papel conjunto de la tectónica y la dinámica litoral. Este saliente rocoso corresponde a la terminación en el mar del flanco norte del anticlinal de la Sierra de Bernia. En este lugar, la estructura está afectada por una falla de dirección N100E, que hunde el flanco sur y otra de dirección N-S que desplaza el Morro hacia el sur. La intersección de ambas fracturas deja expuesta una morfología esquinada de singular belleza.

La vertiente meridional del Morro, que corresponde con el trazado de la falla, destaca por el desarrollo de un acantilado que mantiene la linealidad más de 1,5 km. Entre las singularidades morfológicas que presenta este acantilado se puede destacar la presencia de valles colgados, el desarrollo de un notch o socavadura en la parte basal del acantilado y la presencia de cavidades, oquedades y grietas tanto por encima como por debajo del nivel del mar.



**Figura 2.** Principales etapas en la génesis del Morro de Toix. A. Disposición subvertical de la estratificación de las calizas del Oligoceno y las margas del Eoceno. B. Funcionamiento de la falla N 100 E con el consiguiente hundimiento del bloque de las margas del Eoceno. C. Rotura del Morro por una falla N-S y desplazamiento del bloque más externo hacia el sur D. Subida del nivel del mar y configuración morfológica tal y como se encuentra en la actualidad.



**Figura 3.** La naturaleza carbonatada del Morro de Toix unido al conjunto de discontinuidades que presenta el macizo, como son las numerosas fracturas y los planos de estratificación, favorecen la infiltración del agua de lluvia en el Morro. La circulación del agua por estas discontinuidades da lugar a la karstificación del macizo rocoso, la cual es bastante intensa en la parte oriental del Morro de Toix. A lo largo de la pared del acantilado meridional se pueden observar numerosas cavidades con distinto grado de desarrollo, habitualmente asociadas a fracturas que cortan la roca.



**Figura 4.** La base del acantilado del Morro de Toix se encuentra surcado por una socavadura o notch, que en algunos puntos puede llegar a alcanzar casi el metro de profundidad. Se trata de un rasgo morfológico muy frecuente en los acantilados de rocas carbonatadas, el cual puede observarse en la mayoría de los acantilados calcáreos de la parte septentrional de la provincia de Alicante. Su origen se debe principalmente a la erosión que sufre la roca por el efecto del golpeo directo del oleaje. Las olas junto con partículas que lleva el agua en su seno dan lugar a un proceso de excavación y abrasión cuyo resultado es una hendidura en la base del acantilado.

### SABÍAS QUE...?

Las oquedades y cavidades de la cara sur del Morro de Toix dan paso a una red de conductos kársticos. Algunos de éstos situados bajo el nivel del mar han sido explorados por equipos de espeleobuceadores, constatando que existe circulación de agua, generalmente salobre y dulce proveniente del acuífero de la Depresión de Benisa. Pero lo más sorprendente es que, existe un conducto que absorbe agua marina hacia el interior del acuífero y provoca una intrusión marina natural. Se trata del denominado sumidero de Toix, situado a 8 m b.n.m. La instalación de medidores de corriente ha permitido establecer que, si bien el flujo es habitualmente de mar a tierra, hay episodios de salida de agua dulce hacia el mar relacionados con eventos de lluvia muy cuantiosos en la región.

### OTROS PUNTOS DE INTERÉS GEOLÓGICO PRÓXIMOS:

En las inmediaciones del Morro de Toix existen diversos lugares que presentan interés geológico. Entre ellos se han seleccionado el Barranco Salat situado en el propio paraje del Mascarat, así como un pequeño cabo rocoso conocido como “Cap Negret” ubicado a unos 5 km al S del Morro de Toix en los alrededores de Altea.



**Figura 5.** En el paraje del Mascarat la Sierra de Bernia es cortada por una angosta garganta de paredes verticales. Este tipo de morfologías se denominan cañones y su origen responde a un origen mixto en el que se combina el poder erosivo que presentan las aguas que circulan por el barranco y la solubilidad de las rocas de naturaleza calcárea. Generalmente, la presencia de fracturas o sectores donde la roca es más fácilmente erosionable condiciona la excavación o el encajamiento de la red de drenaje.



**Figura 6.** Al norte de la localidad de Altea se encuentra el “Cap Negret”. Es un pequeño saliente rocoso de tonalidad verdosa oscura, fácilmente distinguible del resto de los materiales que conforman este sector de la costa. Este cabo está constituido por rocas ígneas subvolcánicas denominadas ofitas y formadas mayoritariamente por minerales negros y verdes, de ahí su coloración. El Cap Negret es un punto en donde se produjo una intrusión de magma asociada a la presencia de materiales triásicos, como los que conforman toda la depresión de Altea. Las ofitas también aparecen de forma puntual en diversos lugares de la provincia, entre los que destacan la Isla de Tabarca, el pantano de Elche, la sierra de Crevillent (N de Albaterra) o Sierra de Orihuela, entre otros. Fotografía cortesía de Rafael Durá.



PUIG CAMPANA



### ¿CÓMO LLEGAR?

Al Puig Campana se puede acceder bien por el pueblo de Finestrat que es el acceso normal que emplean los senderistas. Para ello se toma desde Finestrat la CV-7672 hacia el norte hasta la Font del Molí donde dejaremos el coche. Desde este punto parten varios senderos de pequeño recorrido perfectamente señalizados; el que conduce a la cumbre es el PRCV-14. Asimismo desde La Nucía se puede acceder en coche, a través de una pista forestal hasta el Collado del Pouet, si bien en este caso se necesita permiso de acceso ya que existe una cadena que impide el paso. A partir de ese collado la subida se hace a pie.

### INTERÉS GEOLÓGICO

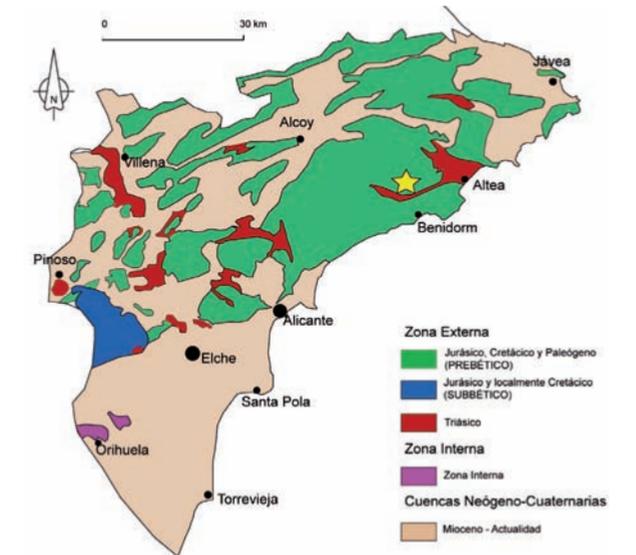
El interés geológico del Puig Campana es múltiple dependiendo de la disciplina desde la que se aborde. Presenta por una parte un interés tectónico ligado a su formación. Asimismo presenta interés geomorfológico por tratarse de una abrupta elevación muy cercana a la línea de costa. Igualmente presenta gran interés estratigráfico por ser uno de los pocos afloramientos jurásicos del Prebético de la provincia de Alicante. Desde el punto de vista hidrogeológico el Puig Campana es también muy interesante dado que constituye el principal reservorio de agua que alimenta la Font del Molí de Finestrat.

Didáctico	★★★★★
Científico	★★★★★★
Paisajístico	★★★★★★

### ¿DÓNDE SE UBICA GEOLÓGICAMENTE?

El Puig Campana se encuentra situado en la Zona Externa de la Cordillera Bética y concretamente en el dominio Prebético. Está constituido fundamentalmente por una gran masa de calizas pertenecientes al Jurásico que forman un relieve muy escarpado (1406 m) debido a una intensa deformación orogénica y la subsiguiente erosión.

Rocas	Calizas
Edad	Jurásico
Estructura	Fallas, diaclasas
Proceso	Fracturas abiertas por disolución, gelifración y gravedad



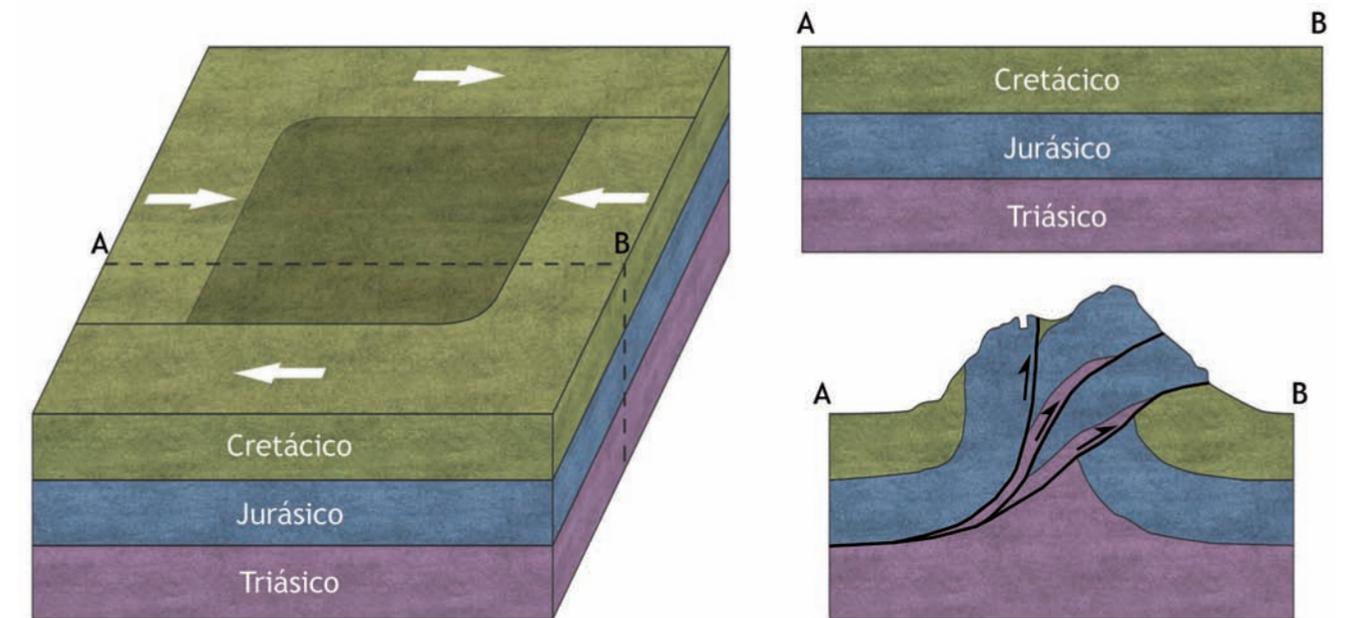


**Figura 1.** Vista del Puig Campana desde el S. En primer término acantilados esculpidos en el “flysch” paleógeno de El Campello bordeando la Sierra de Orxeta. Al fondo a la izquierda se observan los relieves más meridionales de las calizas eocenas de la sierra de Aitana. Se puede observar el relieve fuertemente recortado por efecto de la erosión sobre rocas calizas. El Puig Campana constituye una masa de calizas jurásicas extruida desde la profundidad como consecuencia de fuerzas que plegaron y fracturaron las rocas. Al emerger el conjunto durante el Mioceno comenzó una fuerte erosión que originó los relieves que ahora observamos.

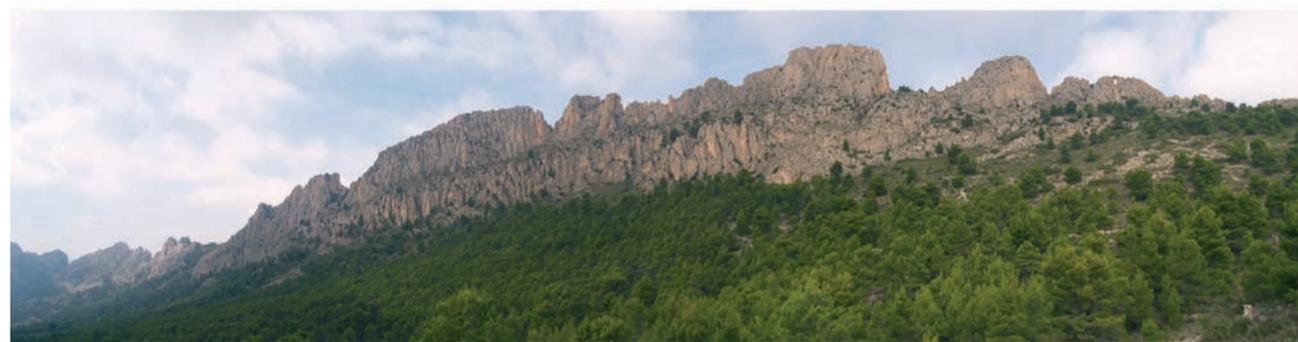
## DESCRIPCIÓN GEOLÓGICA

El Puig Campana, constituido por calizas de edad jurásica, se encuentra rodeado por materiales más modernos, de edad cretácica en su mayor parte. Por el sur (zona de Finestrat), asociados a una importante zona de falla, afloran arcillas y yesos rojos del Triásico.

La mole del Puig Campana alcanza gran altura como consecuencia de fenómenos de origen tectónico asociados a empujes tangenciales de dirección este-oeste. En concreto lo que ha originado la gran elevación de los materiales jurásicos ha sido una gran fractura que desde la población de La Nucia recorre el borde este y sur del Puig Campana, pasa al sur de Rellu y continúa hacia el oeste. Esta fractura separa dos grandes bloques que se mueven oblicuamente uno con respecto al otro, lo que genera una compresión local que da lugar a la extrusión de los materiales calcáreos jurásicos, que constituyen el Puig Campana, sobre los cretácicos y terciarios que le rodean. Inicialmente, la altura alcanzada por estos materiales era muy superior a la que actualmente se observa. Las cotas actuales son sólo producto de una fuerte erosión posterior a la etapa de deformación.



**Figura 2.** Esquema explicativo del origen del Puig Campana como estructura geológica. Los materiales jurásicos, cretácicos y paleógenos aflorantes en el sector del Puig Campana se fueron depositando sucesivamente como sedimentos marinos en la plataforma continental del sur de la Placa Ibérica durante más de 150 millones de años, hasta que se deformaron como consecuencia de la interacción entre Iberia, Bloque Mesomediterráneo y África. Esta deformación dio lugar al plegamiento y fracturación del área produciéndose una extrusión (“push-up”) de las calizas jurásicas, inicialmente más profundas, sobre los materiales rodeantes más modernos. Este proceso deformativo, fue acompañado de una emersión generalizada, hecho que permitió la acción continuada de los agentes erosivos que modelaron progresivamente el relieve hasta conseguir su aspecto actual.



**Figura 3.** En el perfil del Puig Campana destaca una curiosa hendidura conocida como la brecha de Roldán, ya que tiene asociada una leyenda similar a la otra brecha del mismo nombre existente en Pirineos. Esta figura muestra un esquema explicativo del origen de estas muescas que pueden llegar a tener diversos tamaños. Las calizas se encuentran atravesadas por numerosas fracturas con apenas desplazamiento, llamadas diaclasas. Éstas, con el paso del tiempo, son ampliadas por la disolución del agua de lluvia e, incluso, cuando la altitud es suficiente, por el efecto de cuña de hielo en los fríos días invernales (gelifracción). Estos procesos llegan a producir un fuerte cuarteamiento de la roca en bloques de distinto tamaño. La fuerza de la gravedad hace el resto. Los bloques en situación inestable acaban desprendiéndose, alimentando los numerosos canchales que revisten las empinadas laderas especialmente las situadas en zonas de umbría. Las sierras de Bernia, Castelletts y Serrella desarrollan también esta característica morfología en dientes de sierra. Fotografía inferior dels Castelletts, cortesía de Fernando Prieto, <http://www.linkalicante.com>.

### SABÍAS QUE...?

La Font del Molí de Finestrat se abastece del agua que se infiltra a través de la multitud de fracturas que presenta el macizo carbonatado jurásico del Puig Campana. Esta fuente no llega a secarse en verano, captándose el agua a través de una galería horizontal.

### OTROS PUNTOS DE INTERÉS GEOLÓGICO PRÓXIMOS:

En los alrededores del Puig Campana existen varios lugares de gran interés geológico. Entre otros destacan los paleodeslizamientos marinos que se reconocen a lo largo de los acantilados situados entre Pueblo Acantilado y Benidorm, las estructuras sedimentarias producidas por corrientes marinas en las proximidades de Relleu y los pliegues angulares situados en la cola del Embalse del Amadorio.



**Figura 4.** Panorámica del Puig Campana y de la cresta rocosa de Els Castelletts desde el interior de la Cueva del Agua en la ladera sur de la Sierra de Aitana (Sella). Desde el Puig Campana hasta la Cueva del Agua se puede hacer un viaje en el tiempo: la mayor parte de las rocas del Puig Campana son de edad jurásica, las de Els Castelletts de edad cretácica y las de la cresta que se observa en primer término son de edad eocena. Fotografía cortesía de Alejandro Perales.



**Figura 5.** Olistostroma de la Cala de Finestrat. Se trata de un tipo de sedimentos que se da en zonas con taludes submarinos inestables. En estos ambientes sedimentarios pequeños terremotos producen la desestabilización de los sedimentos blandos que se deslizan a favor de la pendiente adquiriendo un aspecto de brecha de elementos gruesos y medios trabados en una pasta o matriz de grano fino a muy fino. Muchos clastos y bloques incluyen abundantes nummulites y restos de corales lo que demuestra la procedencia de estos elementos de zonas someras situadas en cabecera de los taludes. Estas masas de estructura caótica y de edad Eoceno-Oligoceno reciben el nombre de olistostroma del griego "olistomai", deslizar y "stroma", capa o lecho. La observación de este punto puede realizarse a lo largo del paseo del Sorigueret de la Cala de Finestrat. También existen buenos ejemplos en las proximidades (tanto al sur como al norte) de la Cala del Charco.



**Figura 6.** En la cola del embalse del Amadorio, en las cercanías de Ortxeta, se pueden observar pliegues en calizas margosas de edad Cretácico que tienen varios metros de tamaño. En la fotografía, en el ojo principal del puente, se encuentra uno de estos pliegues que en esta zona tienen una morfología angulosa.

### SABÍAS QUE...?

Cuenta la leyenda que el caballero Roldán cayó locamente enamorado de Alda, una joven doncella de Finestrat. Vivieron intensamente su amor pero, un día, ella cayó gravemente enferma. Roldán, preocupado, trepó a lo alto del Puig Campana en busca de un mago que habitaba en las cumbres para consultarle. Las palabras del mago fueron desoladoras: Alda morirá hoy, cuando el último rayo de sol alumbré esta tierra. Desesperado Roldán, en un intento por retrasar el ocultamiento del sol y así prolongar por unos momentos la vida de su amada, desenvainó su famosa espada Durandarte y partió de un tajo el peñasco que fue a parar al mar, donde hoy podemos ver el islote de Benidorm. Desafortunadamente para los románticos, el islote de Benidorm está constituido por rocas de edad Cretácico, idénticas a las de Serra Gelada, mientras que las del Puig Campana (donde está la hendidura) se formaron durante el Jurásico, muchos millones de años antes.

ARENAL DE L'ALMORXÒ (PETRER)





### ¿CÓMO LLEGAR?

El Arenal de Petrer, conocido en el entorno local como L'Arenal de L'Almorxò, se sitúa sobre la Loma del Arenal, a cuyos pies discurre el Barranco de la Majada Honda, afluente del Río Vinalopó. Queda localizado al norte del termino municipal de Petrer, distando 3 km del casco urbano y 43 km de la ciudad de Alicante. A la zona se accede desde la autovía Alicante - Villena o antigua carretera nacional N-330 (Alicante-Madrid) a través de caminos que parten entre los puntos kilométricos 369 y 370.

### INTERÉS GEOLÓGICO

El Arenal de Petrer es un enclave geológico de interés sedimentológico y geomorfológico, cuya importancia desde el punto de vista del patrimonio natural radica tanto en su singularidad paisajística como en el valor medioambiental derivado del desarrollo de ecosistemas con flora y fauna específicas. Este arenal es un buen ejemplo para ilustrar procesos y formas de transporte y sedimentación eólica.

Didáctico ★★★★★

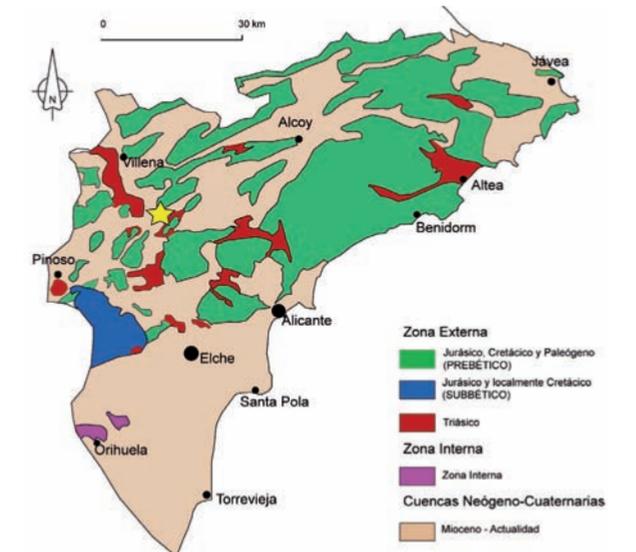
Científico ★★★★★

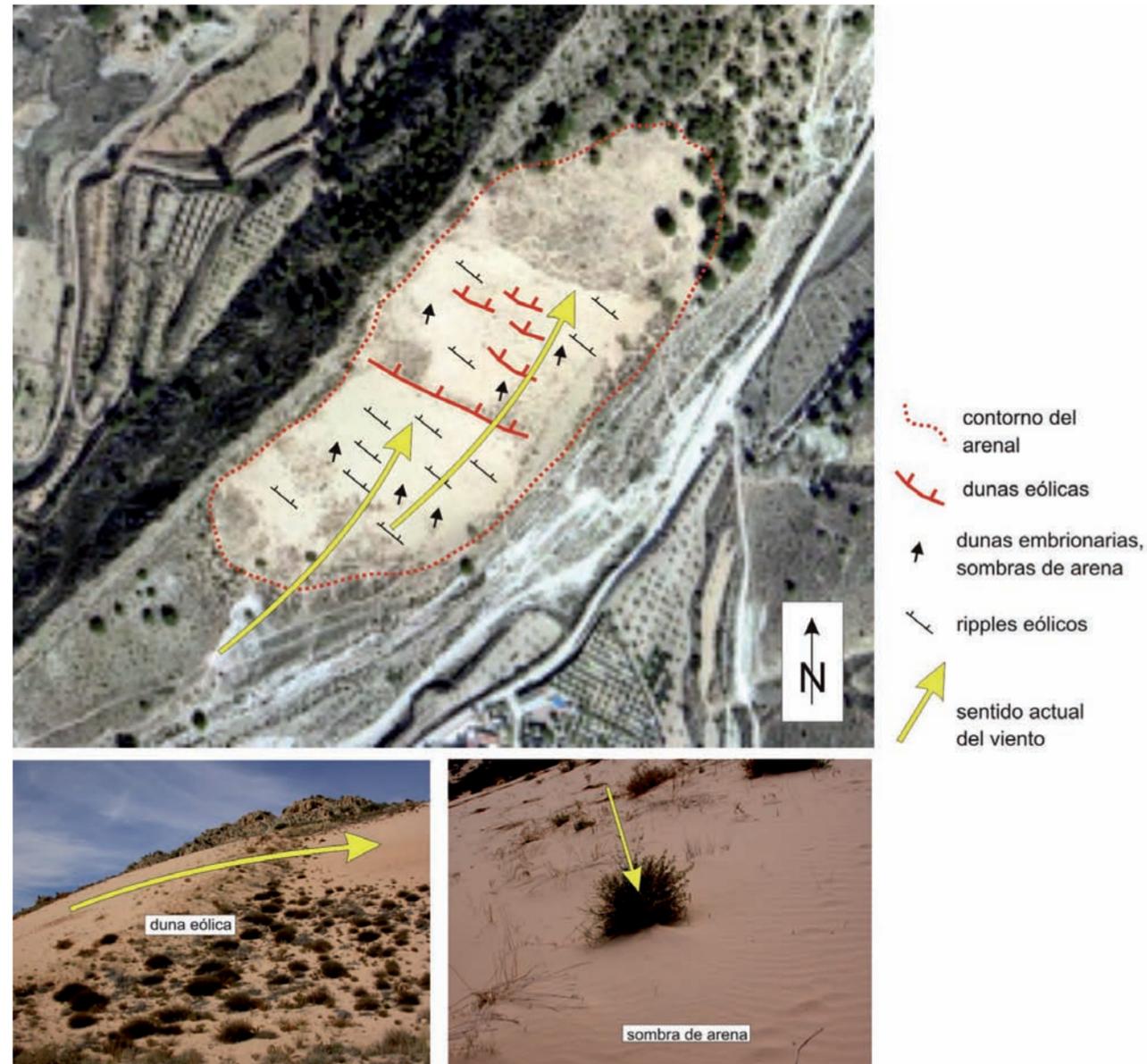
Paisajístico ★★★★★

### ¿DÓNDE SE UBICA GEOLÓGICAMENTE?

En relación con los principales dominios geológicos representados en la provincia de Alicante el Arenal se localiza dentro del Prebético, en la margen este del "corredor tectónico" del Vinalopó. El sustrato sobre el que se asienta la acumulación de arena está constituido por margas y areniscas del Mioceno.

Rocas	Arena
Edad	Holoceno
Estructura	Dunas arenosas
Proceso	Transporte y acumulación eólica

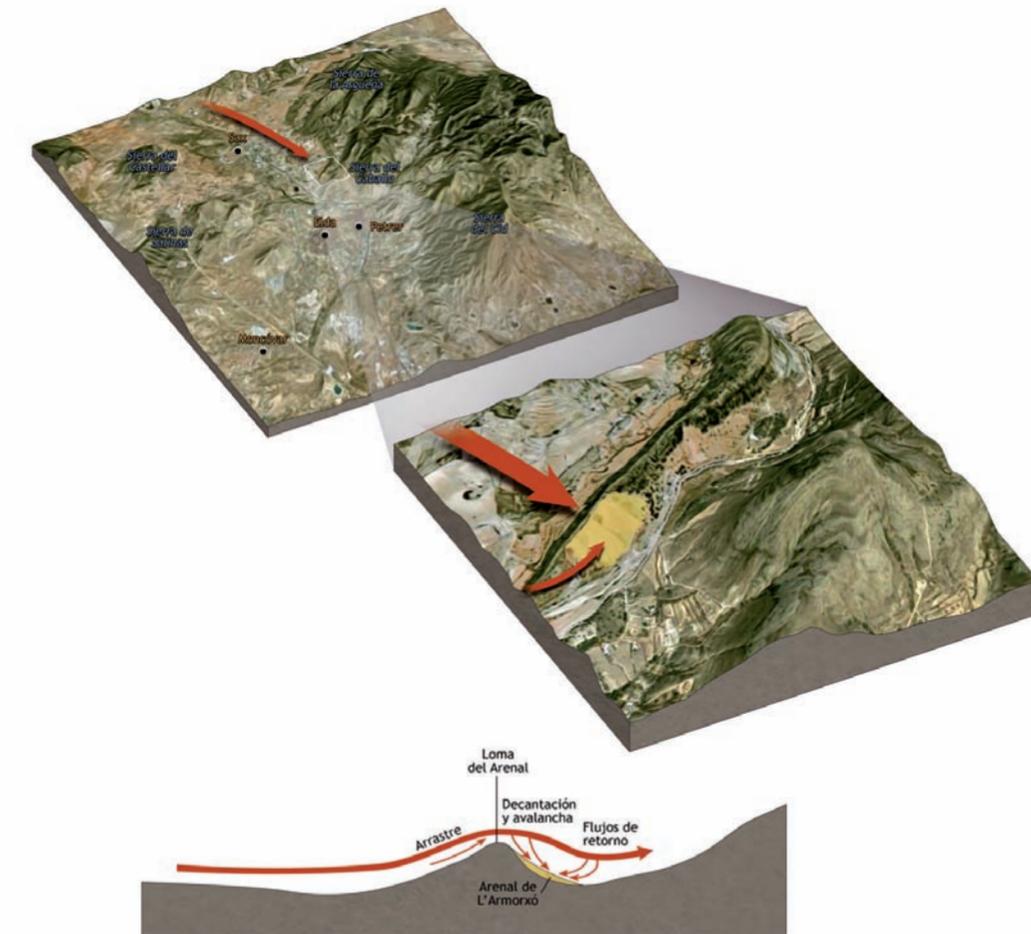




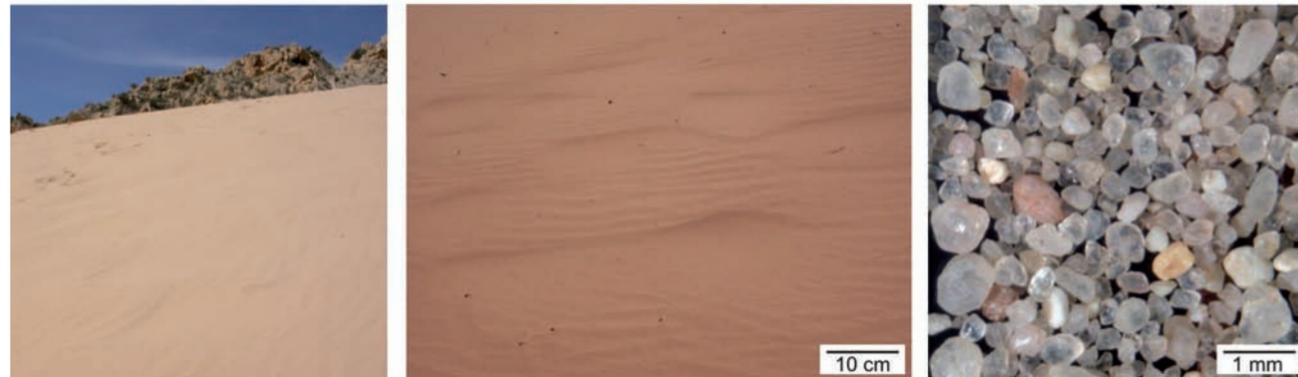
**Figura 1.** Superior: vista aérea general del Arenal de Petrer. Inferior izquierda: duna central. Inferior derecha: duna embrionaria y sombra de arena.

## DESCRIPCIÓN GEOLÓGICA

El Arenal presenta una extensión de 1'168 ha. La morfología en detalle es rectangular – ovalada y tiene en la actualidad, como valores medios, 200 metros de longitud por 70 m de anchura. El espesor medio de arena acumulada es de 3 metros. En superficie se reconocen formas eólicas típicas como dunas colonizadas por vegetación, dunas embrionarias y "sombras de arena" y rizaduras o ripples. Los granos de arena dominantes (95%) son de diámetro comprendido entre 0,5 y 0,25 mm, lo que permite clasificar el sedimento como arena media. En cuanto a la composición de los granos, el 90% corresponden a cuarzo; el 10% restante son fragmentos de rocas carbonáticas. La morfología de la mayoría de los granos es sub-redondeada y esférica, con un aspecto superficial mate; ambos rasgos indicativos de transporte eólico.



**Figura 2.** Modelo genético del Arenal de Petrer.



**Figura 3.** Superior: vista general del Arenal de Petrer. Inferior izquierda: aspecto superficial de la arena. Inferior central: ripples eólicos. Inferior derecha: detalle al microscopio de los granos de arena.

### SABÍAS QUE...?

Los arenales son acumulaciones de arena (como sedimento dominante) habitualmente formados en zonas climáticas áridas o semiáridas, o de bajas latitudes, donde los agentes dinámicos principales son de un lado la meteorización mecánica (disgregación de las rocas por los cambios de temperatura) y de otro la actividad eólica (transporte y sedimentación por el viento de las partículas disgregadas). Los desiertos son el mejor ejemplo de zonas áridas donde ocurren tales procesos, que conducen a la acumulación de importantes volúmenes de arena modelados como dunas eólicas.

### PUEDES ENCONTRAR ALGO PARECIDO EN...

En el Valle del Vinalopó y zonas limítrofes se han conservado otros cuatro ejemplos de arenales, si bien de menores proporciones que el de Petrer. Muchos de ellos ya fueron reconocidos por D. Daniel Jiménez de Cisneros a inicios de 1900. El primero de ellos es el situado en el Santuario de las Virtudes (Villena). Este puede reconocerse en la actualidad como una zona activa de acumulación de arena. Su utilización como vertedero de escombros ha impedido su posible regeneración natural. El segundo de los arenales se localiza en la ladera norte de la Peñarrubia (Villena). El tercero es conocido como Arenal de Monteagudo y se encuentra en Novelda. El cuarto ejemplo está integrado por varios afloramientos al este de Biar, algunos de los cuales están localizados en el interior de la Sierra de Mariola.



**Figura 4.** Placa fotográfica realizada por D. Daniel Jiménez de Cisneros sobre 1919 en la que se resalta, a la izquierda y con tonos claros, el Arenal de Monteagudo (Novelda). La fotografía está realizada desde la Mola de Novelda.

## OTROS PUNTOS DE INTERÉS GEOLÓGICO PRÓXIMOS:

A lo largo del valle del río Vinalopó, entre las poblaciones de Villena y Elche, hay varios lugares de interés geológico notable. Entre otros, destacan la laguna de Salinas situada entre las sierras de la Umbría y Salinas, y las surgencias de agua salada situadas a lo largo del cauce del río Vinalopó en las inmediaciones de Novelda.



**Figura 5.** Panorámica de la laguna de Salinas, ejemplo de cuenca endorreica (el agua de escorrentía se acumula en la laguna, sin posibilidad de drenar al exterior) de tipo laguna efímera, limitada al norte por la Sierra de Salinas, al sur por la Sierra de la Umbría y Cerro del Rincón de Don Pedro y al este por la Sierra de Cabrera. En 1942 se perforaron unos pozos al norte de la laguna para aprovechar el agua para regar la huerta de Sax, desecándola. Fotografía cortesía del Diario Información.

### SABÍAS QUE...?

La arena es un sedimento (material no consolidado, a diferencia de las rocas) cuyas partículas (o granos) presentan un tamaño de grano comprendido entre 1/16 mm y 2 mm. En la arena movida por el viento, los granos, vistos al microscopio, muestran un aspecto superficial mate, como resultado de los frecuentes impactos que han experimentado durante su transporte. Si este transporte es muy prolongado, los granos tienden a adquirir morfologías redondeadas y esféricas.



**Figura 6.** Els Clots son surgencias de agua salada localizadas en el cauce del Río Vinalopó a su paso por Novelda. La salinidad de esta agua se encuentra entre 4 y 5 veces la del agua de mar. Además de su elevada concentración en sales, estos Clots son peculiares por el color de sus aguas y de sus lodos, de donde se deriva los nombres con los que se conocen: Clot Negro (por sus lodos negros) y Clot Roig (por el color rojo de su agua y sus precipitados). El color negro parece estar asociado a la presencia de sulfhídrico en el agua, y el rojo a contenidos importantes de hierro. Surgencias similares de agua salada son frecuentes también en el cercano Barranco de Salinetes. La elevada salinidad del agua de estas surgencias se debe a que, en el subsuelo, el agua dulce entra en contacto con yeso y halita (minerales típicos de las rocas de edad Triásico, muy abundantes a lo largo de todo el valle fluvial), disolviéndolos lentamente.

DUNAS TREPADORAS FÓSILES DE SERRA GELADA





### ¿CÓMO LLEGAR?

Las dunas eólicas trepadoras de Serra Gelada se encuentran adosadas a su acantilado marino. Desde varios lugares de la sierra y, por supuesto, desde el mar se reconocen con su singular tonalidad clara adosadas a los acantilados. El mejor lugar de observación es el mirador de la Torre de Seguró, en la Punta de Les Caletes. Para llegar a este punto hay que seguir la carretera que sale del Racó de l'Oix en Benidorm y que lleva hasta la torre (el último kilómetro y medio hay que realizarlo a pie pues no está permitido el paso de vehículos).

### INTERÉS GEOLÓGICO

Los depósitos cuaternarios de dunas eólicas reciben el nombre de eolianitas. Las imponentes acumulaciones de Serra Gelada son muy peculiares ya que están constituidas por dunas trepadoras, nombre que alude a su capacidad de ascender por pendientes fuertes. Es un tipo de duna poco frecuente y estos afloramientos se encuentran entre los más desarrollados del mundo, tanto por el volumen de arena acumulada como por la altura que alcanzan.

Didáctico ★★★★★

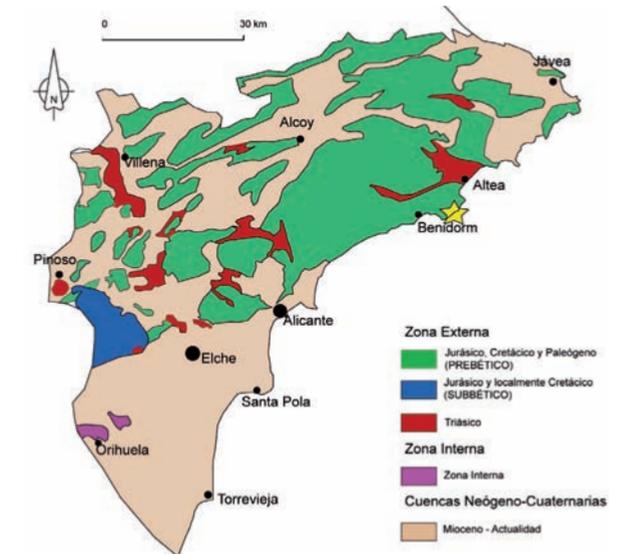
Científico ★★★★★

Paisajístico ★★★★★★

### ¿DÓNDE SE UBICAN GEOLÓGICAMENTE?

Las dunas eólicas se acumularon durante el Cuaternario, más exactamente durante el Pleistoceno superior (hace menos de 75.000 años). Se encuentran adosadas al acantilado marino de la Serra Gelada, que es un relieve situado en la Zona Externa de la Cordillera Bética, más precisamente en el dominio Prebético. Las rocas que constituyen la sierra se formaron mayoritariamente durante el Cretácico Inferior (entre 125 y 100 millones de años).

Rocas	Areniscas
Edad	Cuaternario
Estructura	Laminación cruzada
Proceso	Sedimentación eólica



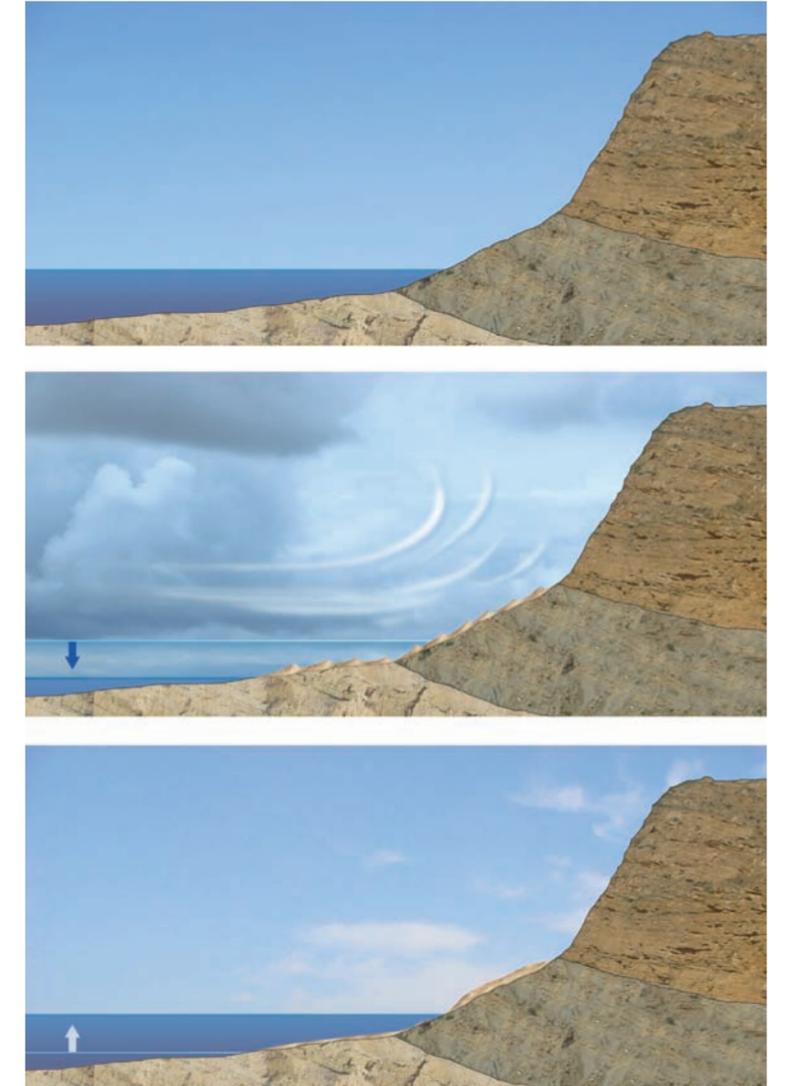


**Figura 1.** Vista de las eolianitas desde la arista superior de Serra Gelada. Su color blanco contrasta con el color ocre de las calizas cretácicas que constituyen el acantilado contra el que se adosan las dunas. Se observa la laminación cruzada interna característica de las dunas y que se origina como consecuencia de su lenta migración. De hecho, la inclinación de las láminas indica la dirección de los vientos locales responsables del avance de las dunas. Fotografía cortesía de Fernando Prieto, <http://www.linkalicante.com>.

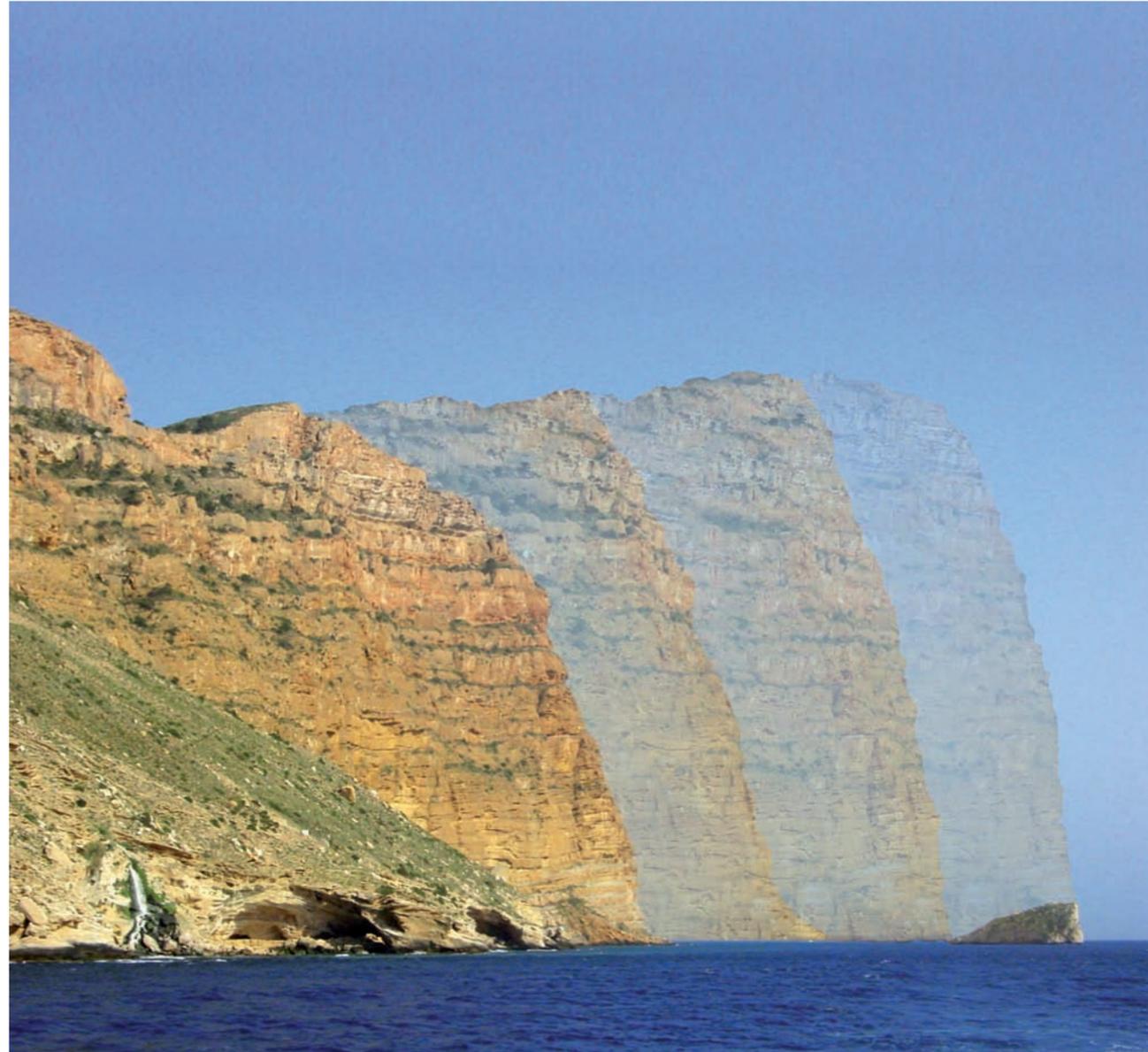
## DESCRIPCIÓN GEOLÓGICA

Los taludes al pie del acantilado de la Serra Gelada se encuentran cubiertos por grandes acumulaciones de arenas cuyo volumen se aproxima a los 16 millones de m<sup>3</sup>. Estos materiales arenosos fueron transportados por el viento y originaron dunas trepadoras capaces de ascender por pendientes tan elevadas como la del talud de la sierra y alcanzar los 200 m de altura sobre el nivel del mar.

En las condiciones actuales es imposible que aquí se formen dunas porque no existe la necesaria fuente de granos de arena. Hace 100.000 años el paisaje no debía ser muy diferente al que observamos en la actualidad. Sin embargo, hace unos 75.000 años se inició un descenso de temperaturas en el planeta, lo que se llama un periodo glacial. El frío hizo que parte de las aguas marinas se acumulara en forma de hielo en los polos y, como consecuencia, el nivel del océano descendió y dejó al descubierto grandes extensiones de la plataforma continental, antes ocupada por las aguas y sobre la que se habían depositado importantes cantidades de arenas submarinas litorales. Una vez seca, la arena fue movilizada por el viento y se formaron dunas que avanzaron hacia el pie de la Serra Gelada. Una vez allí, fuertes vientos forzaron el ascenso de las dunas por el talud del acantilado. Hace 18.000 años un aumento planetario de temperaturas provocó la fusión de los hielos y el consiguiente ascenso del nivel del mar, que no tardó en alcanzar su posición actual.



**Figura 2.** Origen de las eolianitas. Hace 100.000 años el acantilado tenía un aspecto similar al actual pero sin eolianitas. Hace 75.000 años descendió el nivel del mar y la plataforma continental, con sus depósitos arenosos marinos, quedó al descubierto. El viento movilizó la arena y originó dunas que avanzaron y ascendieron por el talud de la Serra. Finalmente, los hielos se fundieron y el mar alcanzó progresivamente su posición actual, erosionando la parte más baja de los edificios eólicos.



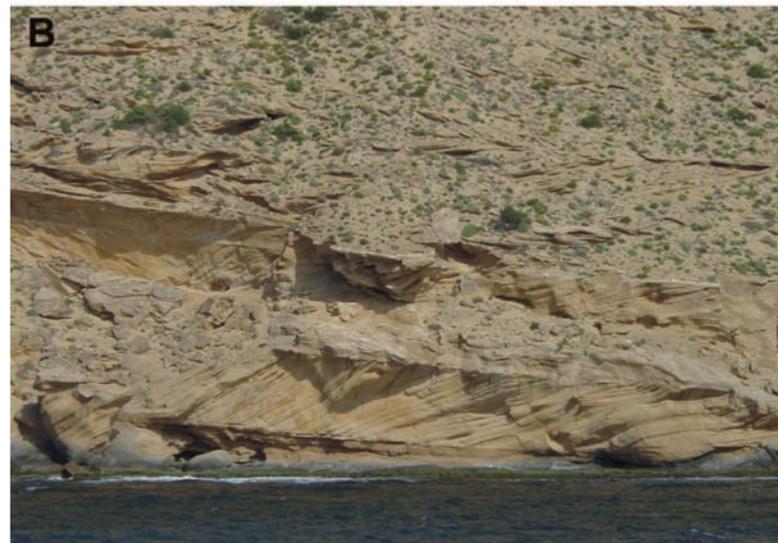
**Figura 3.** Los fenómenos erosivos han hecho retroceder el acantilado desde su posición original, que coincidía con la posición de la Isla Mitjana, hasta la que se observa actualmente.



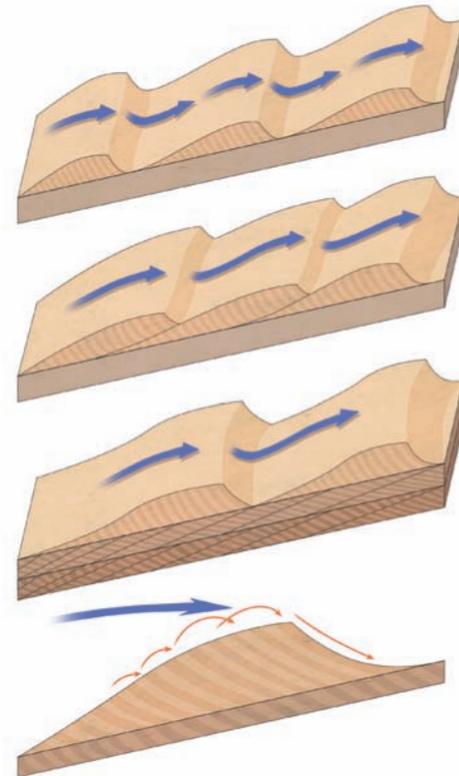
**Figura 4.** Falla de la punta de les Caletes. El cambio brusco de color indica la posición de la falla. El bloque sur (donde se encuentra la Torre de Seguró) está hundido respecto al bloque norte.

### SABÍAS QUE...?

En las dunas se encuentran fósiles marinos de grandes dimensiones como los *Pecten jacobaeus* o “conchas de peregrino” (de hasta 15 cm de diámetro) que fueron transportados y depositados junto a los granos de arena. Su presencia es una clara prueba de la gran velocidad que debieron tener los vientos responsables del ascenso de las dunas.



**Figura 5.** Las eolianitas desde el mar. A: Panorámica de una de las grandes acumulaciones de eolianitas. B: Detalle de las espectaculares laminaciones cruzadas. Las fotos son acompañadas por un esquema que muestra cómo la migración de las dunas origina las láminas y cómo éstas se inclinan en la dirección hacia la que se movía el viento.



### OTROS PUNTOS DE INTERÉS GEOLÓGICO PRÓXIMOS:

Desde la misma Torre de Seguró se puede observar la Isla Mitjana (figura 3). Su escarpe marino representa la posición original de la gran falla, responsable de la formación del acantilado original, que hace 8 millones de años hundió el bloque situado hoy bajo las aguas (las mismas rocas que constituyen la sierra se encuentran sumergidas hacia el este, hundidas por una falla).

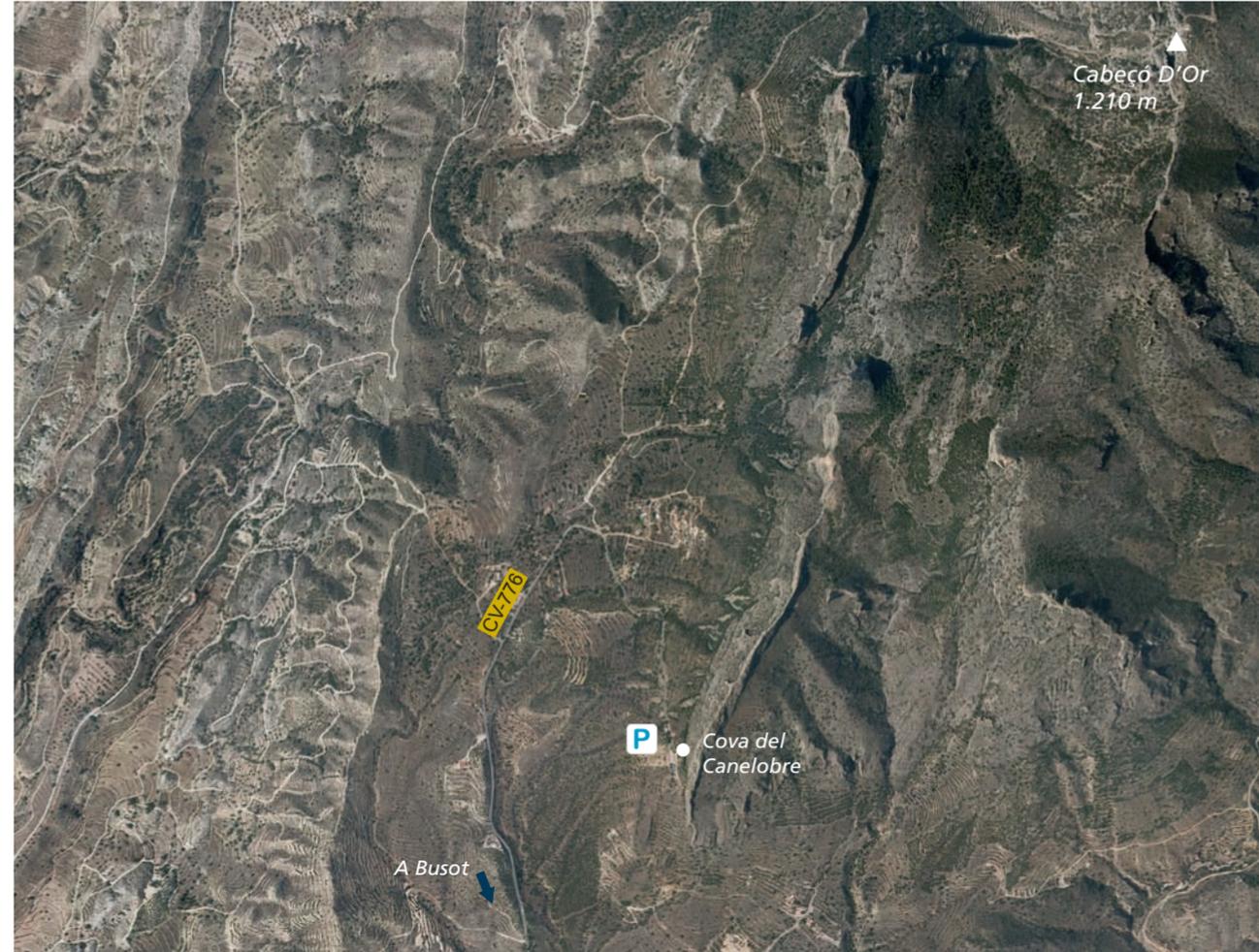
En el recorrido en barco a lo largo de los acantilados es posible realizar diferentes observaciones geológicas de interés que se describen detalladamente en el libro "Geología de Alicante" (Alfaro *et al.*, 2004), en el folleto divulgativo publicado con motivo del Geolodía Alicante 09 y en [www.geoalicante.com](http://www.geoalicante.com) (figuras 4 y 5). Justo al final de la playa del Albir, en frente del monumento del ancla, afloran capas inclinadas del Cretácico en las que se pueden observar unas trazas fósiles muy peculiares (figura 6).



**Figura 6.** Estas trazas fósiles, únicas en el Mundo, han sido definidas precisamente en este punto como *Ereipichnus geladensis*. Este nombre viene del griego ereipia (detritos) e ichnos (traza) y del latín geladensis (del área de Serra Gelada). Se trata de galerías excavadas hace más de 100 millones de años por un invertebrado marino que las utilizaba como vivienda. Su carácter singular radica en la sofisticación con la que están construidas, ya que el organismo seleccionaba cuidadosamente los fragmentos de conchas de su entorno y los disponía de forma muy precisa para evitar el hundimiento de la galería, tal como hacen los ingenieros cuando construyen un túnel.

CUEVA DEL CANELOBRE





### ¿CÓMO LLEGAR?

La Cueva del Canelobre se localiza en la Sierra del Cabeçó d'Or, concretamente en el término municipal de Busot. Para acceder a ella hay que tomar la carretera CV-773 que, desde la carretera Nacional N-334 (Alicante-Alcoy), se dirige a la población de Busot. Antes de entrar en Busot, hay una rotonda desde donde parte la carretera CV-774 hacia Jijona. A partir de este punto existen indicaciones para llegar a la cueva. Aproximadamente 2,5 km después, y siguiendo la señalización, se toma la carretera CV-776 que finaliza en la misma cavidad.

### INTERÉS GEOLÓGICO

La Cueva del Canelobre es un magnífico ejemplo de cavidad kárstica. Se trata de la cavidad con mayor número de visitas de la provincia (en torno a 60.000 visitas/año), lo que la convierte, a priori, en uno de los lugares de interés geológico de mayor potencial.

Didáctico ★★★★★

Científico ★★

Paisajístico ★★★★★

### ¿DÓNDE SE UBICA GEOLÓGICAMENTE?

Esta cueva está emplazada en la sierra del Cabeçó d'Or, la cual constituye uno de los escasos relieves jurásicos del Prebético en la provincia de Alicante. En concreto, la cavidad se desarrolla en las calizas del Jurásico superior cuya edad es de 145 millones de años.

Rocas	Calizas
Edad	Jurásico
Estructura	Cavidad kárstica, Espeleotemas
Proceso	Karstificación

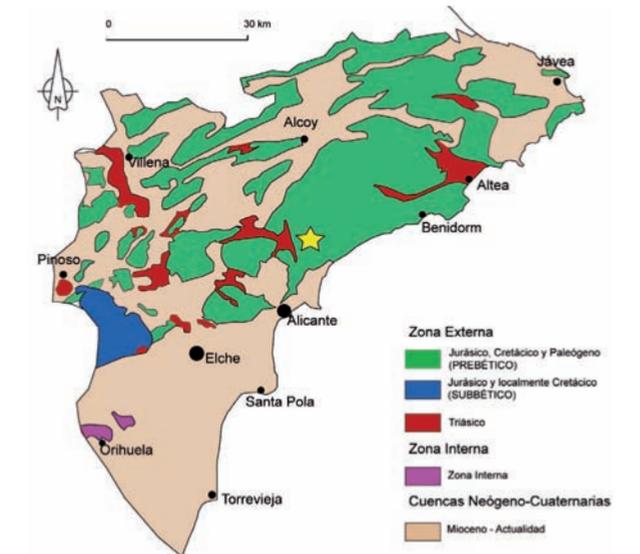




Figura 1. Esquema general de la morfología de la Cueva del Canelobre.

## DESCRIPCIÓN GEOLÓGICA

La Cueva del Canelobre se presenta como una gran sala de morfología más o menos semiesférica. Alcanza un desarrollo vertical de varias decenas de metros, encontrándose su entrada natural en la parte más elevada. Uno de los rasgos más singulares de esta cavidad es su espectacular techo en forma de cúpula; en él es posible reconocer numerosas fracturas. Asociadas a algunas de estas fracturas existe un desarrollo significativo de estalactitas. A lo largo del recorrido turístico por su interior es posible reconocer bloques de roca en el suelo, provenientes del desplome del techo. La mayor parte de éstos están tapizados por espeleotemas (formaciones originadas por la precipitación mineral en el interior de las cavidades; los espeleotemas más conocidos son las estalactitas y las estalagmitas). A pesar del elevado deterioro que sufrió la cueva en el pasado, se puede contemplar una gran diversidad de espeleotemas, entre las que destacan las estalagmitas, las coladas y cortinas, una columna, así como coraloides y helictitas (pequeñas estalactitas que crecen en diferentes direcciones). En esta cueva también se han encontrado algunos precipitados de yeso en forma de costras.



Figura 2. ¿Te has preguntado alguna vez cómo se forman las estalactitas? El proceso comienza cuando el agua de lluvia que cae sobre la sierra disuelve el  $\text{CO}_2$  que hay en el suelo. Parte de esa agua rica en  $\text{CO}_2$  se infiltra por las numerosas fracturas existentes en la roca, circulando verticalmente. Durante su recorrido, el agua va disolviendo roca caliza e incorporando el carbonato cálcico en su seno. Cuando el agua llega a la cavidad encuentra un medio diferente al de las fracturas, en el que puede producirse una pérdida de  $\text{CO}_2$ . Esa desgasificación invierte el proceso, de manera que ahora se produce una liberación de carbonato cálcico en forma de precipitado. El crecimiento de ese precipitado es el que origina los diferentes espeleotemas. Cuando esos espeleotemas se desarrollan en el techo se llaman estalactitas.

## SABÍAS QUE...?

Poco se conoce de esta cavidad hasta prácticamente el siglo XIX. No obstante, el descubrimiento de esta cueva ha sido atribuido a los árabes, allá por el siglo X. La cueva no se abrió al público hasta pasada la mitad del siglo XX. Durante la contienda de la Guerra Civil, se utilizó como taller de reparación de aviones por el ejército republicano. Fue en ese momento cuando se perforó el actual túnel de acceso a la cavidad, así como varias plataformas en su interior.



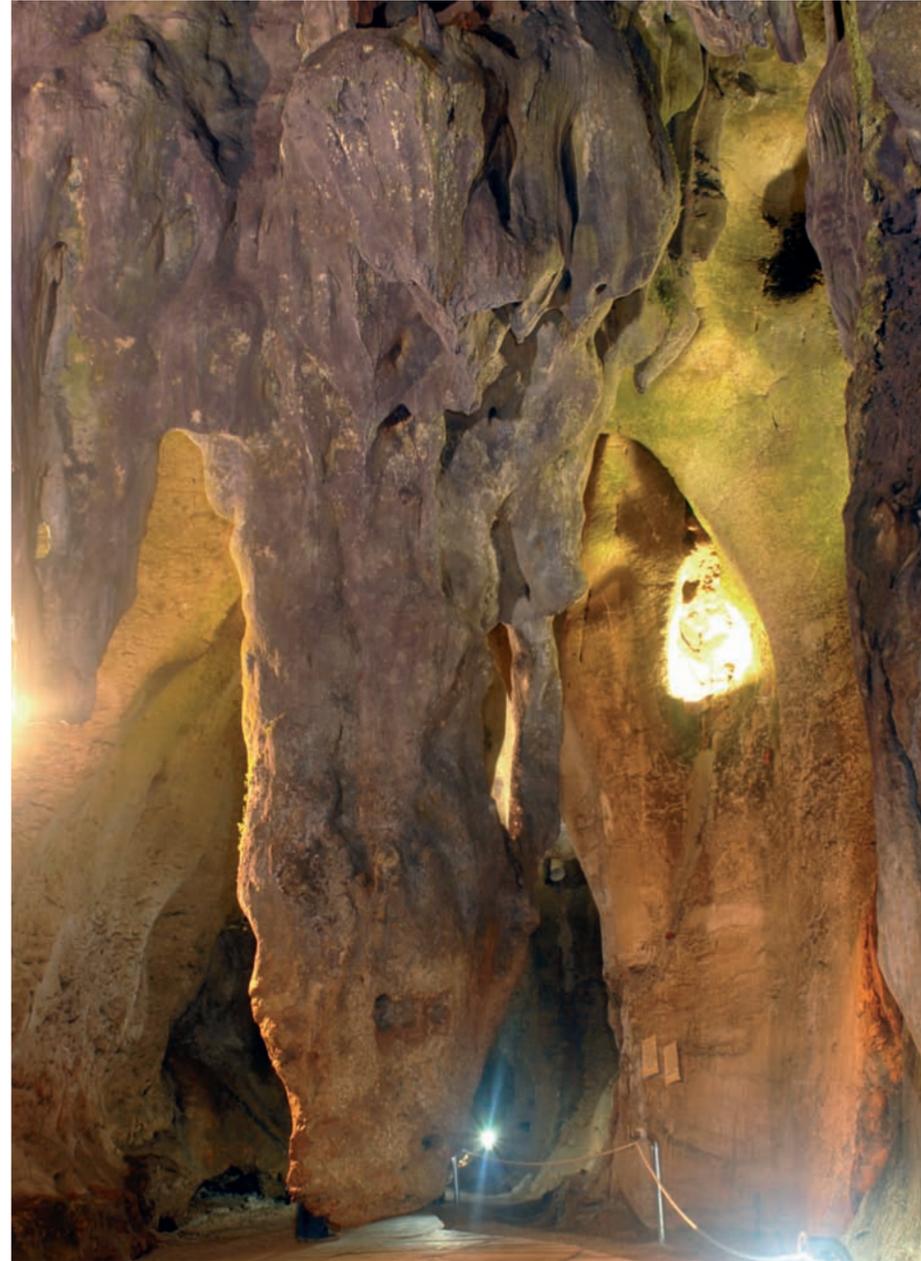
**Figura 3.** Uno de los espeleotemas más característicos de la Cueva del Canelobre son las estalagmitas. Su origen se debe al precipitado de carbonato cálcico que tiene lugar cuando el agua que cae desde el techo de la cavidad alcanza el suelo. En el momento de impacto, la gota se rompe descomponiéndose en diversas gotitas y formando lo que se conoce como "splash". Esto da lugar a que el  $\text{CO}_2$  disuelto en el agua escape, lo que genera la precipitación de carbonato cálcico. La repetición de este proceso a lo largo de miles de años produce un crecimiento vertical del precipitado que da origen a las estalagmitas. En la cueva del Canelobre es frecuente que las estalagmitas adquieran unas morfologías con una superficie superior plana o ligeramente cóncava y unas chorreras de derrame en sus laterales. El desarrollo de estas formaciones adquiere un aspecto que recuerda al de los candelabros, de ahí que a esta cueva se le llame del Canelobre (candelabro en valenciano).



**Figura 4.** Detalle de un sector del techo de la cavidad. En él se puede observar como las estalactitas se encuentran asociadas a las fracturas que presenta la roca (Fotografía de Juan Manuel Torregrosa).

#### **PUEDES ENCONTRAR ALGO PARECIDO EN:**

Además de la Cueva del Canelobre, la provincia de Alicante cuenta con muchas más cavidades kársticas desarrolladas en los numerosos relieves calizos que hay a lo largo de la provincia. Más de una veintena de estas cavidades fueron incluidas en el "Catálogo de Cuevas de la Comunidad Valenciana" editado por la Conselleria de Medi Ambient, Aigua, Urbanisme y Habitatge. De entre ellas, dos más están acondicionadas para la visita turística, como son la Cueva de las Calaveras en Benidoleig y la Cueva del Rull en Vall d'Ebo.



**Figura 5.** La Cueva de Benidoleig, también conocida como Cueva de las Calaveras debido al hallazgo en su interior de restos humanos en el siglo XVII, es una de las cavidades naturales más representativas de la comarca de la Marina Alta. Se encuentra situada en la vertiente septentrional de la Sierra de Seguilí a menos de 1 km al E de la localidad de Benidoleig. La cavidad, desarrollada en calizas cretácicas, se presenta en su parte inicial (abierta al público) como un conducto kárstico horizontal de dimensiones métricas o decamétricas en la que predominan las marcas de disolución frente a las de precipitación, si bien, a lo largo del recorrido también es posible reconocer diversos espeleotemas (en la fotografía se observa el más emblemático de esta cueva, conocido como "La Campana"). Este tramo inicial finaliza con un paso estrecho que comunica con otro nivel de la cavidad varios metros más abajo y en la que se sitúa el estanque de agua denominado "toll blau" (Fotografía de Juan Manuel Torregrosa).



**Figura 6.** La Cova del Rull situada en Vall d'Ebo es otra de las cavidades visitables de la provincia de Alicante. Se trata de una cavidad de gran belleza y perfectamente conservada. En ella es posible observar una gran abundancia de espeleotemas. Entre éstos destacan las numerosas estalactitas de distintas dimensiones que cuelgan de su techo. Muchas de estas estalactitas adquieren una morfología tubular alargada y estrecha, denominadas frecuentemente como macarrones (Fotografía cortesía de Juan Manuel Torregrosa).



RÍO MONNEGRE



### ¿CÓMO LLEGAR?

El río Monnegre nace en la *Foya de Castalla*, donde recibe el nombre de río Verde, y tras superar el embalse de Tibi, magnífica obra hidráulica del siglo XVI, se adentra en la comarca del *Alacantí*. Recibe por la izquierda el río de La Torre, su principal afluente, y desemboca en Campello en el lugar conocido por Punta del Río o cabo Azul. En su último tramo se le conoce por río Seco.

Para la correcta observación de las distintas singularidades de este punto de interés geológico basta con ir por la carretera CV-819 que recorre la margen derecha del valle del río Monnegre y aproximándonos al mismo por la red de carriles que lo serpentea. El senderista puede también seguir el P.R.C.V.-142 que, parte de su recorrido, discurre por los lugares que aquí se describen.

### INTERÉS GEOLÓGICO

En el sector que nos ocupa, el río Monnegre se encaja fuertemente en sus propios aluviones y en el sustrato geológico, dejando al descubierto formas y estructuras cuyo interés didáctico sólo se ve superado por la profunda belleza de unos materiales descarnados en una eclosión de colores.

Didáctico ★★★★★

Científico ★★

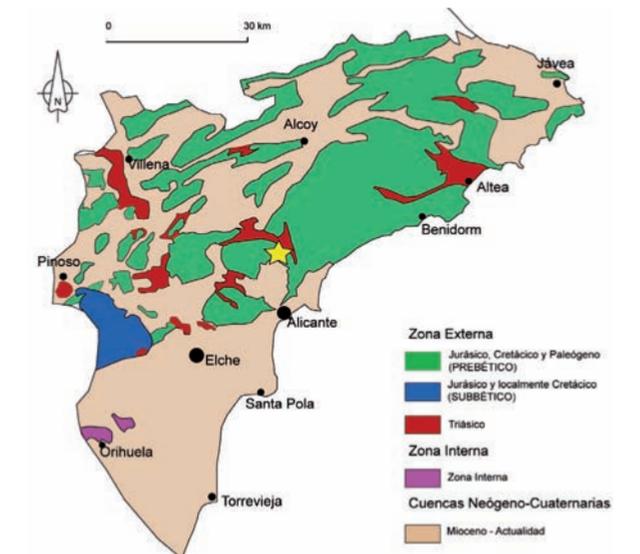
Paisajístico ★★★★★

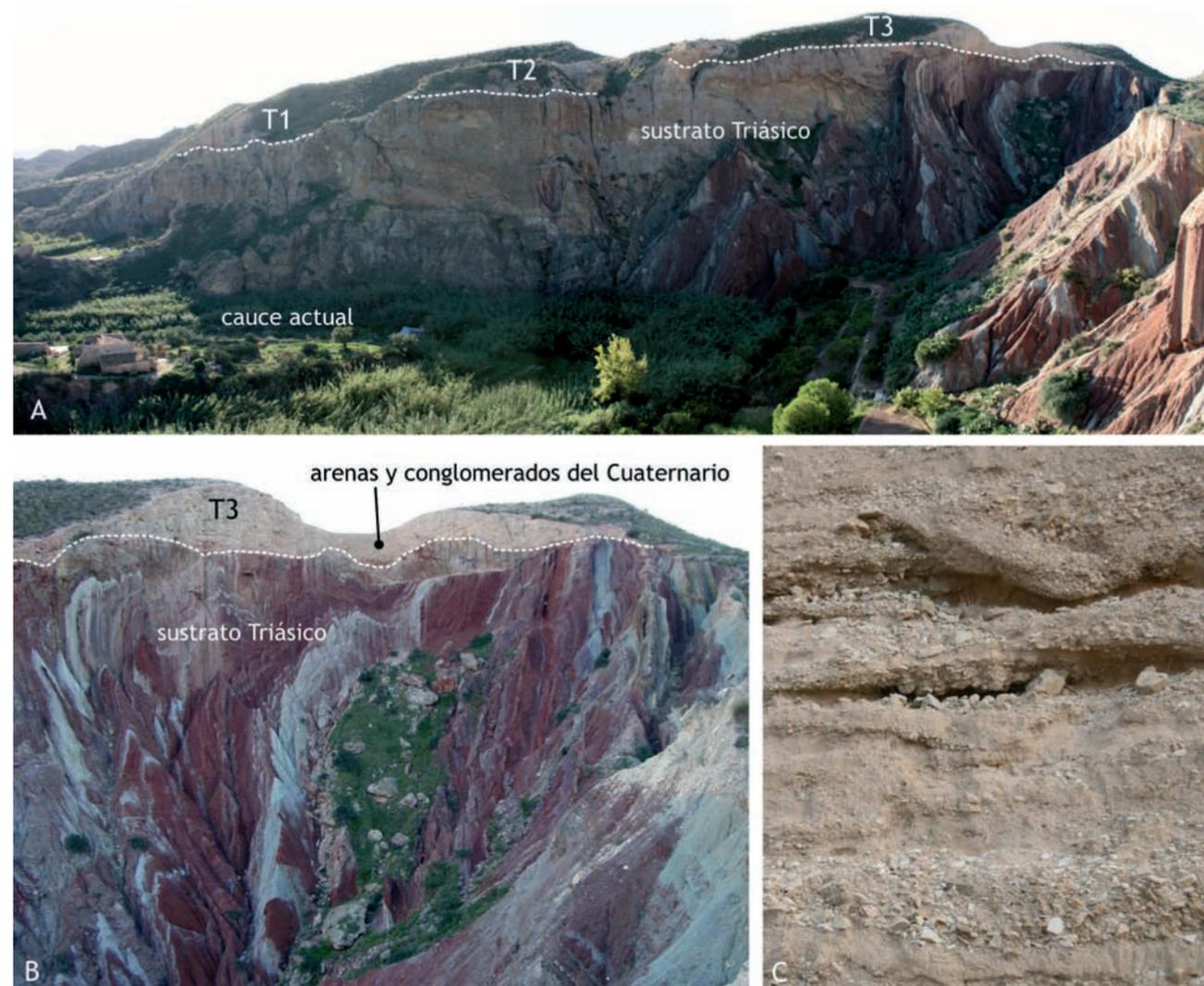
### ¿DÓNDE SE UBICA GEOLÓGICAMENTE?

El río Monnegre atraviesa materiales del Mesozoico y Terciario de la Zona Externa de la Cordillera Bética y materiales del Cuaternario, entre ellos sus propios aluviones.

En los puntos de observación que veremos a continuación están presentes de forma mayoritaria los materiales del Mesozoico, y particularmente aquellos que son de edad triásica y que llaman la atención por su colorido.

Rocas	Arcillas, margas, yesos y conglomerados
Edad	Triásico (250-200 m.a.), Cretácico (135-65 m.a.) y Cuaternario (2-0 m.a.)
Estructura	Valle fluvial aterrazado. Formas erosivas.
Proceso	Cambios climáticos y elevación/hundimiento del terreno.

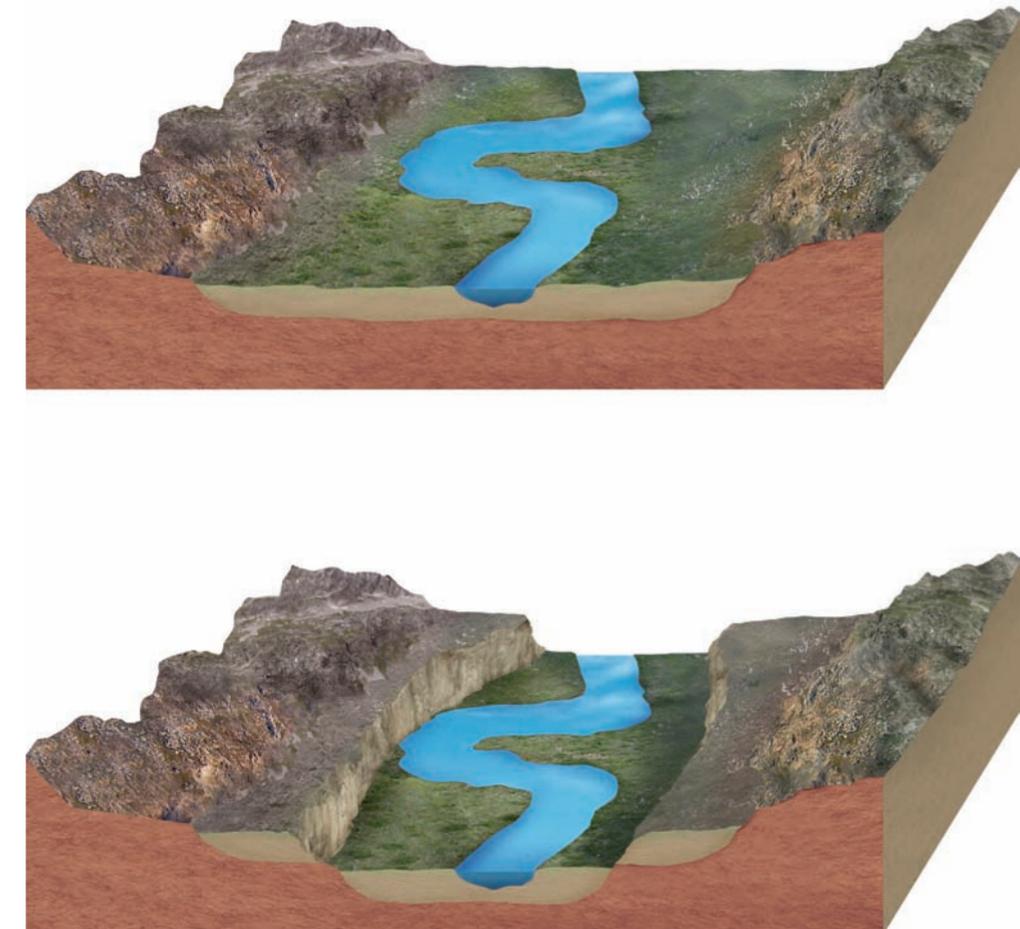




**Figura 1.** En la fotografía panorámica (A) que ilustra esta parte del río podemos ver, en primer plano, los materiales rojizos del Triásico que constituyen el sustrato de este sector. Sobre ellos hay un material de color marrón claro (indicado con las letras T1, T2 y T3), formado por conglomerados y arenas de edad Cuaternario (ver detalle en la fotografía C). Son antiguos aluviones, depósitos del río, que iban de parte a parte del valle cuando el curso de agua circulaba a esas alturas. Hoy el río discurre a una cota más baja y ha erosionado esos antiguos depósitos. A esos testigos del antiguo río Monnegre les llamamos terrazas. La terraza más alta (T3) es, lógicamente, la más antigua (la fotografía B muestra un detalle de la misma) y la más baja (T1) es la más reciente. Los aluviones que actualmente está depositando el río formarán, en el futuro, una nueva terraza. En la figura 2 se pueden observar cómo se forma una de estas terrazas.

## DESCRIPCIÓN GEOLÓGICA

El río Monnegre en su tramo medio atraviesa materiales blandos, fácilmente erosionables, agrandando su valle y excavando, no solamente los materiales triásicos del sustrato, sino sus propios aluviones depositados en distintos momentos, y a las distintas alturas que el lecho del río ha tenido.



**Figura 2.** Estos dos bloques diagrama muestran la evolución de un río y la formación de terrazas a dos alturas diferentes. BLOQUE SUPERIOR: El río erosiona las rocas del sustrato (en el caso particular del río Monnegre son principalmente de edad Triásico y Cretácico), y deposita en el valle fluvial una capa de aluviones. BLOQUE INFERIOR: El río sigue encajándose y erosiona, además de las rocas del sustrato, sus propios aluviones. En los márgenes del valle quedan retazos colgados (a mayor altura) de los aluviones más antiguos, formándose una terraza fluvial. En el caso particular del río Monnegre se pueden observar terrazas a varias alturas (las más altas, que lógicamente son las más antiguas, se sitúan a más de 30 m sobre el cauce actual).



**Figura 3.** En la fotografía podemos observar un afloramiento de arcillas triásicas donde se está formando una acanaladura. Las lluvias torrenciales producen estos efectos sobre los terrenos blandos e impermeables sin vegetación. Las escorrentías se distribuyen en un sinfín de pequeños cauces, próximos unos a otros, dando un paisaje cuya forma dominante recibe en castellano el nombre de cárcava. Fotografía cortesía de Pau Renard.

### SABÍAS QUE...?

El clima de la Tierra está en permanente cambio. Esta variación climática se traduce en una variación del nivel del mar; éste sube en épocas cálidas al derretirse los casquetes polares y, baja en épocas frías. Cuando el nivel del mar sube, los ríos que desembocan en él pierden pendiente, capacidad de transporte y depositan sedimentos. Cuando el nivel del mar baja, el río erosiona su cauce dejando colgados sus antiguos aluviones, que forman ahora una terraza. El nivel del mar puede también verse modificado por la elevación o hundimiento de la zona continental costera. Eso ocurre en nuestra provincia, que actualmente se está elevando por esfuerzos tectónicos. La elevación tectónica de nuestra región tiene una tasa superior a la elevación del nivel del mar por causas climáticas. El resultado es que el lecho del río Monnegre se eleva respecto del nivel del mar.

### OTROS PUNTOS DE INTERÉS GEOLÓGICO PRÓXIMOS:

Si desde el punto dónde hemos hecho la descripción general remontamos el valle, podemos realizar una serie de observaciones muy interesantes sobre otros aspectos geológicos de este sector. Estos puntos quedan reflejados, por su número, en el mapa de localización.



**Figura 4.** Hemos visto anteriormente que en este sector afloran materiales del Cretácico y del Triásico. Entre la formación de unos y otros transcurren más de treinta millones de años. En la fotografía aparecen juntos ambos materiales. Las margas blancas del primer plano son del Cretácico inferior y las arcillas rojas de detrás son del Triásico superior. Estas últimas debían estar debajo de las primeras por ser más antiguas, sin embargo están en contacto lateral y rebosándolas por encima. ¿Cómo ha sido posible? La respuesta es sencilla. Ambos materiales están separados por una falla que ha elevado los materiales de edad Triásico hasta situarlos a la misma altura que los del Cretácico. Este ascenso ha sido además favorecido por la baja densidad de los materiales del Triásico que contienen mucho yeso. Este fenómeno conocido como diapirismo (ascenso de material poco denso) se trata con más detalle en el capítulo de este libro dedicado al diapiro de Pinoso.



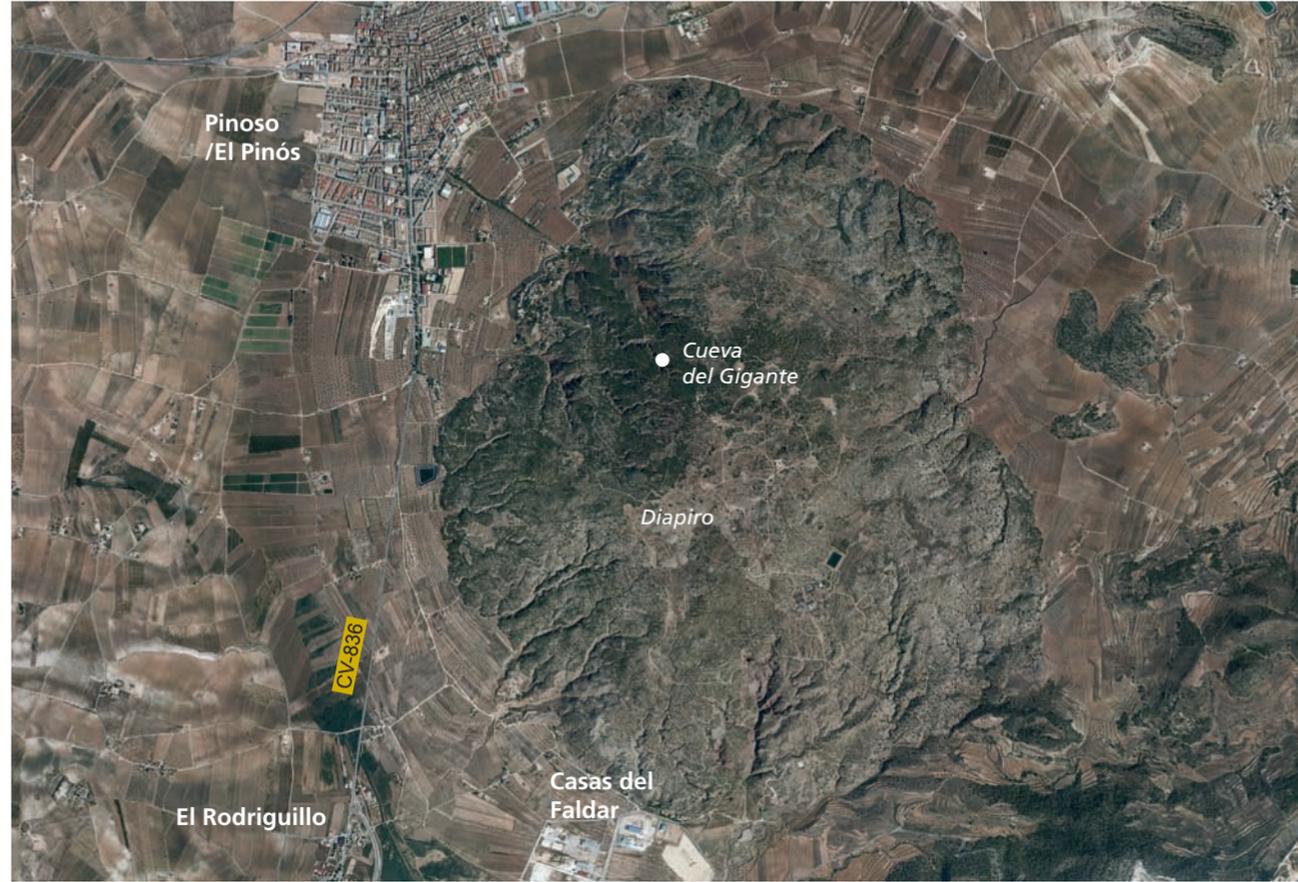
**Figura 5.** En la fotografía estamos viendo yesos del Triásico correspondientes a la pared del cauce de uno de los pequeños afluentes del Monnegre (ver gráfico de situación). Si nos fijamos en ella, vemos un bandeo que no separa materiales distintos, ya que todo es yeso. Los distintos colores de las bandas son debidos a la presencia de pequeñas cantidades de elementos químicos (como el cobre, el hierro, ...) que no varían la naturaleza del material en su conjunto. Otra de las particularidades que podemos observar es la presencia de acanaladuras de disolución paralelas al lecho del cauce. Todo parece indicar que estamos ante el registro de la variación de la altura del lecho del afluente en el pasado más próximo.



**Figura 6.** Hemos comentado cuándo se formaron los materiales del Triásico, pero no dónde ni cómo. Estas arcillas que intercalan yesos, arenas y en algunos sitios sal común, se formaron en lugares que las aguas de escorrentía podían inundar aportando fangos y arenas, pero donde un clima extremadamente árido desecaba sus pantanos y lagunas para intercalar entre los sedimentos anteriores yesos y otras sales. Estos sedimentos han quedado registrados y hoy podemos estudiarlos. En la fotografía podemos ver un estrato que en su día fue el fondo de una charca (quizá una gran charca como las sebkas saharianas y sahelianas) que se desecó y produjo esas grietas de desecación que se representan siempre en los reportajes periodísticos que quieren concienciar sobre un episodio de sequía en algún lugar del mundo. Aquí las tenemos... ¡de hace doscientos millones de años!

DIAPIRO DE PINOSO  
(CABEZO DE LA SAL)





### ¿CÓMO LLEGAR?

La ruta de acceso más rápida al Cabezo de la Sal es desde La Algueña. Salimos por la CV-840 en dirección Pinoso. En la primera rotonda (El Rodriguillo) tomamos la salida al caserío de El Faldar. Una vez llegados a El Faldar encontraremos dos intersecciones. La primera, hacia la derecha, nos dirigirá al Cerro de la Sal. Continuando el ascenso al Cerro de la Sal nos incorporamos a un camino asfaltado, que debemos continuar, tomando en la siguiente bifurcación (1 km) el desvío a la izquierda. Este camino nos conducirá a las instalaciones del salmueroducto en lo alto del cerro. A partir de este punto debemos continuar por la pista de tierra que continúa el ascenso hasta el punto donde estacionamos el coche (explanada de perforación, próxima a las dolinas). El último tramo hasta la Cueva del Gigante deberemos hacerlo a pie. Durante poco menos de 1 km, descenderemos con fuerte pendiente hasta el desvío a la izquierda que nos lleva hasta la cueva.

### INTERÉS GEOLÓGICO

Los diapiros son estructuras intrusivas formadas por masas de sales y arcillas. Su origen se debe a que estos materiales, de baja densidad y alta plasticidad, se encuentran a gran profundidad. La alta presión a la que están sometidos hace que asciendan a través de las capas superiores, atravesándolas y/o deformándolas. El resultado es una masa de arcillas y sales, con forma de cilindro, seta o gota invertida, que puede acabar aflorando en superficie.

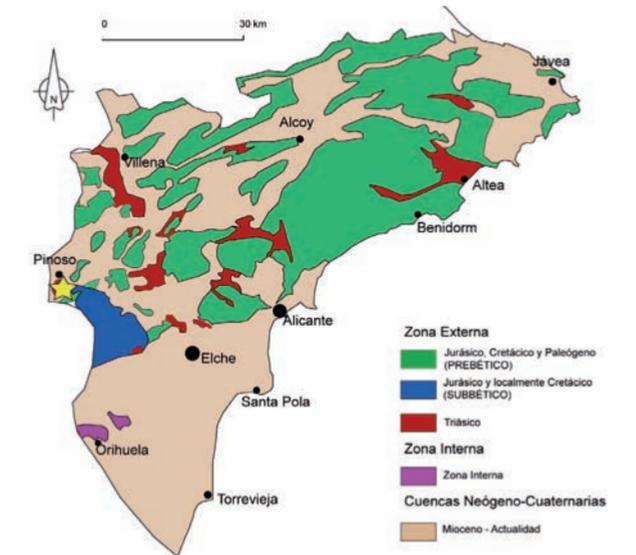
Didáctico	★★★★★
Científico	★★★★★
Paisajístico	★★★

El Cerro de la Sal constituye un magnífico ejemplo de diapiro salino, que aflora a la superficie y se desarrolla en forma de seta. En general, los diapiros salinos son sometidos a intensos procesos de disolución, ya que las sales son muy solubles. En consecuencia, cuando afloran en superficie y se disuelven suelen acabar generando relieves negativos, por lo que es muy raro encontrar, en similares latitudes, aflorando con relieve positivo los materiales salinos que encontramos en Pinoso.

### ¿DÓNDE SE UBICA GEOLÓGICAMENTE?

El Cerro de la Sal se localiza en la Zona Externa de la Cordillera Bética, en particular en lo que se conoce como Prebético.

Rocas	Evaporitas (sal y yeso)
Edad	Triásico
Estructura	Diapiro
Proceso	Ascenso gravitacional y tectónico de materiales salinos (halocinesis)





**Figura 1.** Panorámica del Cerro de la Sal que se eleva aproximadamente unos 300 m sobre los relieves circundantes. En el paisaje se aprecian las diferencias de tonalidades en la roca, así como de vegetación con los terrenos del entorno.

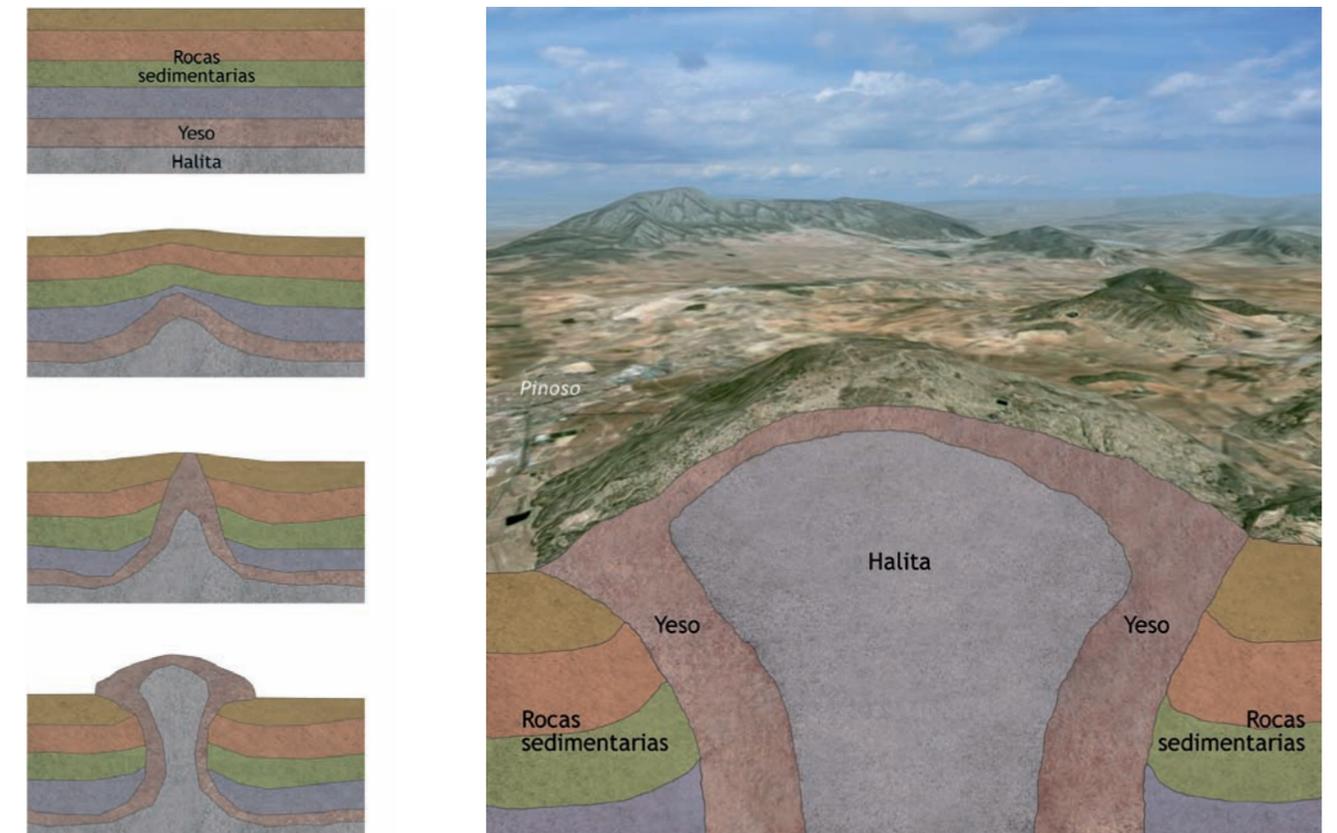
### SABÍAS QUE...?

La denominación de Triásico o Trías, con que suele designarse un periodo de la historia de la Tierra (hace aproximadamente unos 210 a 250 millones de años), fue propuesta por el geólogo alemán Alberti en 1834, para un terreno que, en Alemania, presenta TRES tramos (o *unidades*) muy bien definidos: areniscas (*unidad Buntsandstein*), calizas (*unidad Muschelkalk*) y arcillas con sales (*unidad Keuper*). Posteriormente se observó que el Trías puede presentar dos tipos de características (o *facies*): la Germánica o continental (correspondiente a la que estudió inicialmente Alberti), y la Alpina o marina, que contiene más calizas. Los materiales que observamos en el diapiro de Pinoso son los mismos y se formaron a la vez que los que observó Alberti en Alemania (*facies germánica, unidad Keuper*). Estas sales y arcillas se formaron hace unos 237 millones de años, en lagunas costeras de un supercontinente denominado Pangea que reunía la práctica totalidad de las tierras emergidas.

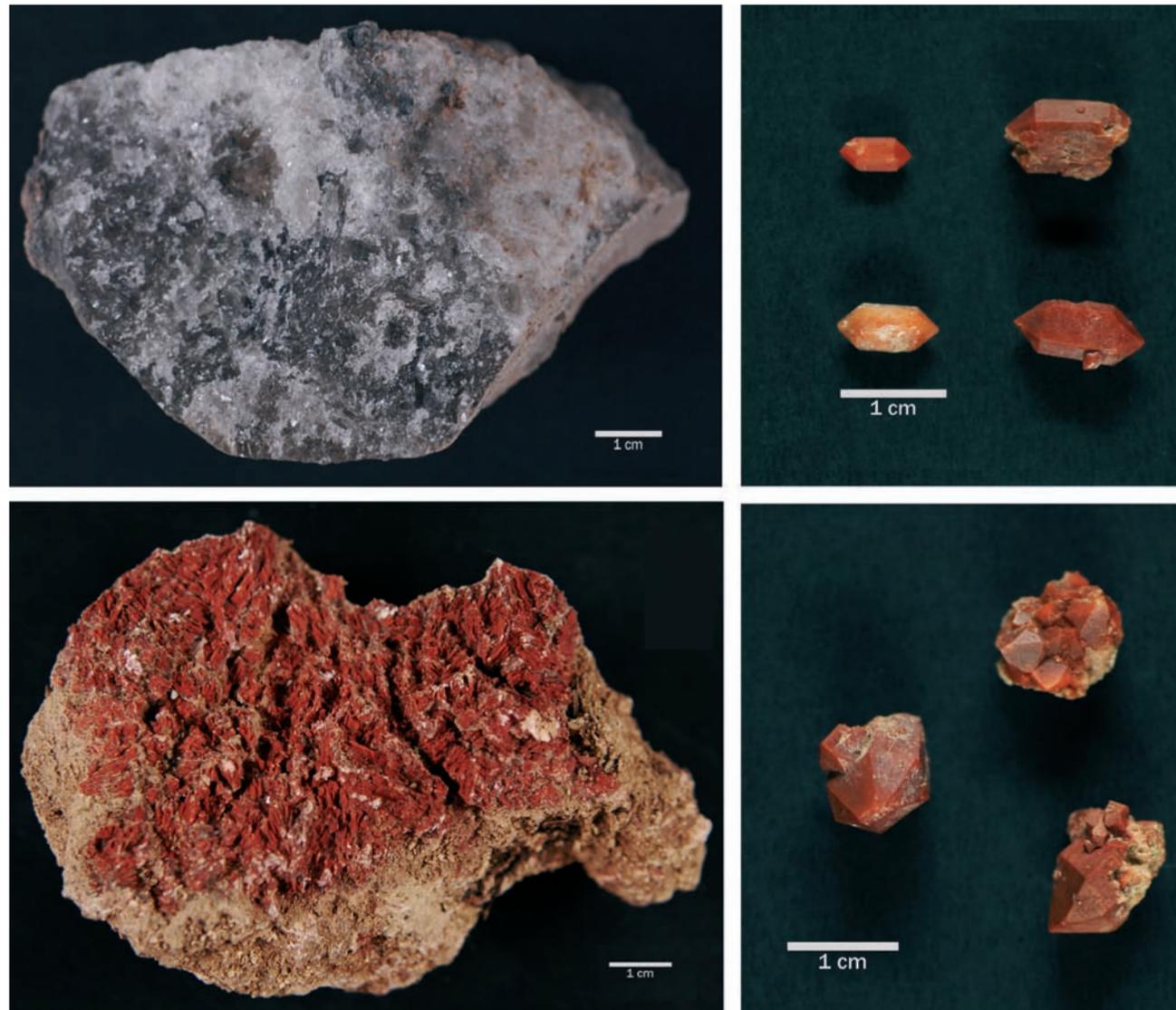
### DESCRIPCIÓN GEOLÓGICA

El diapiro de Pinoso es un macizo rocoso constituido por un núcleo de halita, lutitas (capas de materiales detríticos de granos más finos que las arenas), margas (lutitas con carbonato y/o yeso) y una cobertera de yeso, frecuentemente con cristales de gran tamaño correspondientes a la alteración de yesos y lutitas yesíferas. Constituye un relieve positivo, como consecuencia del ascenso de los materiales salinos, fenómeno que recibe el nombre de diapirismo.

Así, los materiales que hoy vemos en el Cerro de la Sal son el resultado de la transformación de los materiales salinos que se formaron durante el Triásico en pequeñas salinas en las llanuras costeras. Sólo en la Cueva del Gigante y en algunas dolinas se pueden observar notables estructuras de plegamiento en rocas bandeadas de lutitas y yeso.



**Figura 2.** Esquema simplificado de cómo se ha formado el diapiro de Pinoso. La halita y el yeso, junto a otros materiales, se depositaron en el Triásico. Posteriormente, sobre ellos se depositaron rocas sedimentarias del Jurásico, Cretácico y Terciario. A continuación, los materiales salinos (menos densos) comenzaron a fluir lentamente (halocinesis) perforando los materiales suprayacentes, alcanzando la superficie y formando el cerro de la Sal de Pinoso. Se muestra un esquema más detallado de la estructura de "champiñón" que tiene este diapiro en profundidad.



**Figura 3.** Minerales de Pinoso. En la figura se observan tres minerales característicos del Cerro de la Sal de Pinoso: (1) La halita (cloruro sódico) (imagen superior izquierda), presenta color negro debido a la presencia de inclusiones de materia orgánica; (2) El yeso (sulfato cálcico) (imagen inferior izquierda), al igual que la halita, como mineral es transparente por lo que las diferentes coloraciones se deben a las inclusiones que contiene. En el Cerro de la Sal encontramos yeso de varios colores, uno de los más significativos se muestran en la fotografía; y (3) Los jacintos de Compostela (imágenes de la derecha) son cuarzos, mineral constituido por silicio y oxígeno, de tonos rojizos debido a su contenido en hierro.

### OTROS PUNTOS DE INTERÉS GEOLÓGICO PRÓXIMOS:

Desde el Cerro de la Sal se ve una parte de las canteras del Monte Coto Pinoso y alguna de las escombreras resultado de su explotación. En la última década del siglo XX y principios del siglo XXI, el Monte Coto Pinoso ha suministrado un material de construcción de extraordinaria calidad denominado "Crema Marfil". Esta roca es una caliza fosilífera de foraminíferos formada hace unos 50 millones de años en mares del Paleógeno. La roca admite pulido sin necesidad de ningún tratamiento químico, por lo que es un "mármol comercial". Esta explotación ha creado uno de las mayores frentes de cantera de la Península Ibérica y gracias a haberse realizado principalmente con hilo diamantado muestra unas superficies planas que permiten observar todas las características del macizo rocoso, como son las diaclasas, espeleotemas...



**Figura 4.** En la fotografía se observa una dolina (pequeña depresión) producida por un colapso. Cuando se recorre la parte alta del Cerro de la Sal se observan numerosas depresiones más o menos profundas y amplias (la mayoría suelen tener unas pocas decenas de metros). Los materiales salinos son solubles y el agua se encarga, con el paso del tiempo, de disolverlos lentamente. Se pueden generar estas depresiones por disolución en superficie formando dolinas de disolución con taludes muy suaves. En ocasiones la disolución se produce en profundidad generándose cavidades que aumentan progresivamente de tamaño hasta que colapsan; cuando lo hacen generan dolinas con paredes muy verticales, como la que muestra la fotografía (aunque hay que advertir que en la foto no se aprecia con claridad la profundidad en su sector central).

### SABÍAS QUE...?

La producción de sal común (sal de mesa) se puede obtener por dos vías: beneficio de salmueras naturales (ya sea en salinas marinas -sal marina- o en salinas de interior -sal manantial-) y por laboreo minero (explotaciones de halita "sal gema" o de este mineral conjuntamente con sales potásicas). El beneficio de la sal marina y de la sal manantial se basa en la evaporación natural de agua marina o aguas continentales concentradas en cloruro sódico. La evaporación se produce por la acción combinada del calor solar y la cinética del aire. El proceso productivo para la recogida de la sal en las salinas (cosecha) comúnmente tiene lugar en periodo estival. Las instalaciones constan de depósitos de concentración y balsas de evaporación-precipitación. Este tipo de explotaciones tiene un carácter estacional condicionado por la meteorología, salvo en el caso de las salinas de Torrevieja-La Mata donde se consigue mantener la producción a lo largo de casi todo el año mediante la incorporación de salmuera obtenida por minería de disolución profunda en el diapiro salino de Pinoso.



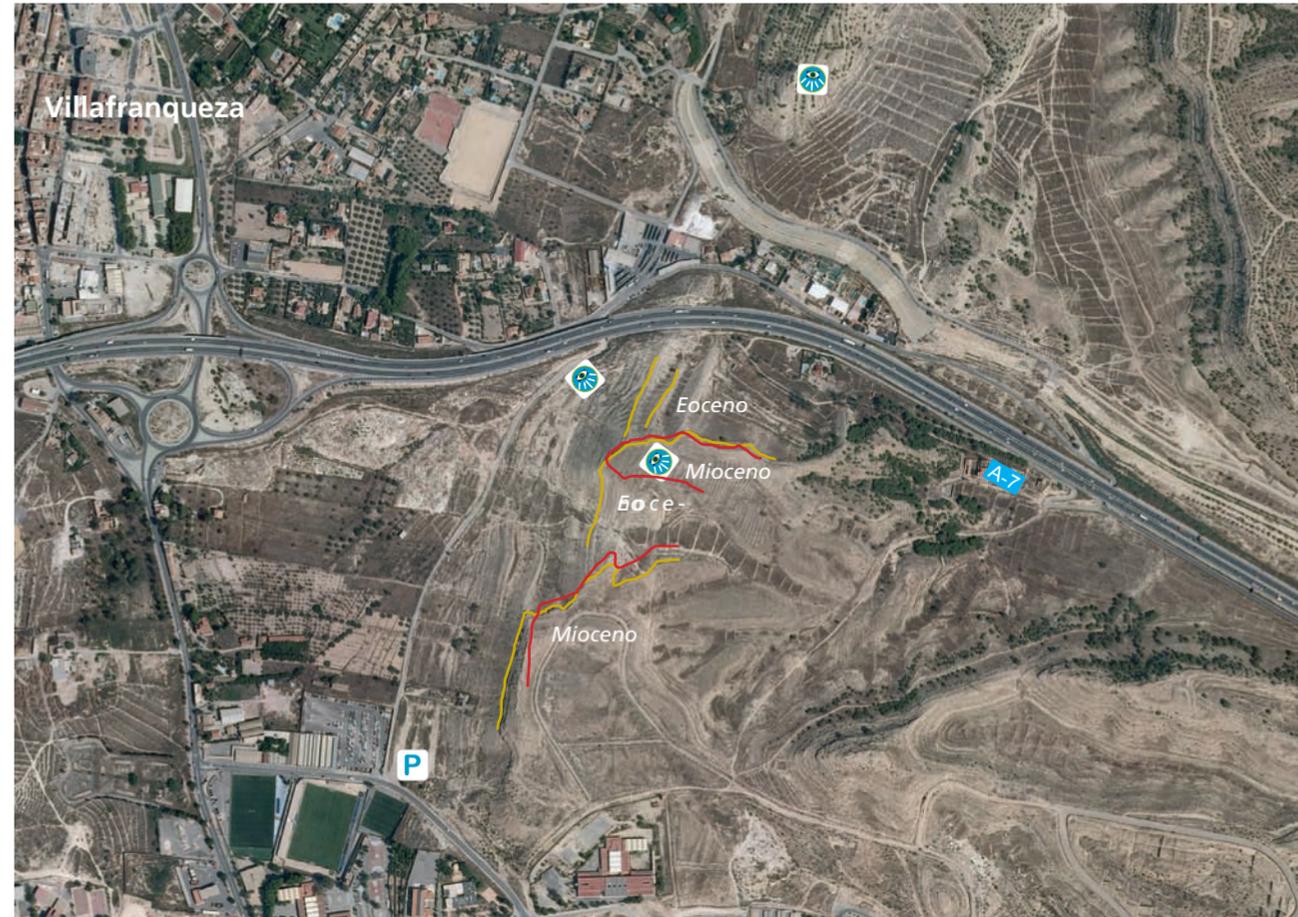
**Figura 5.** La Cueva del Gigante. Esta cueva, considerada Lugar de Interés Geológico (es de los pocos lugares señalizado en nuestra provincia) permite ver la asociación de minerales (que los geólogos denominan paragénesis) que constituyen el Cerro de la Sal. Además y dado que los materiales de su interior han estado más preservados de la oxidación y lixiviado asociados a las aguas superficiales, conservan sus rasgos originales. De ahí que en este punto podamos ver alternancias de delgadas capas de minerales que en lugares más próximos a la superficie se han homogenizado transformando su mineralogía.



**Figura 6.** Rambla Salada. Además de recoger las aguas de escorrentía cuando llueve, por la Rambla Salada discurre agua que surge de un manantial permanentemente. Las aguas de este manantial han permanecido largo tiempo en el subsuelo del Cerro, disolviendo lentamente el yeso y la halita. El resultado es un agua muy cargada en sales. Al salir al exterior, esta agua se evapora a lo largo del curso, dando lugar a la precipitación de sales en forma de costras blancas en los bordes del arroyo. Estas costras son denominadas eflorescencias salinas.

DISCORDANCIA DE VILAFRANQUEZA - EL PALAMÓ





### ¿CÓMO LLEGAR?

La discordancia de Villafranqueza está situada al este de la población que lleva su nombre, hoy barrio de Alicante, al norte de la ciudad sobre los relieves conocidos como Lomas del Garbinet y Racó de Santana.

El paraje está atravesado por la autovía A-70. Los accesos pueden realizarse desde Villafranqueza por la calle Balsas Nuevas hasta llegar al Barranco del Palamó, y atravesado éste por una red de caminos suficientemente densa que permite acceder a toda la zona. La mejor vista de la discordancia se consigue en la visual de sentido norte-sur desde los cerros del lado norte de la autovía, junto al barranco.

### INTERÉS GEOLÓGICO

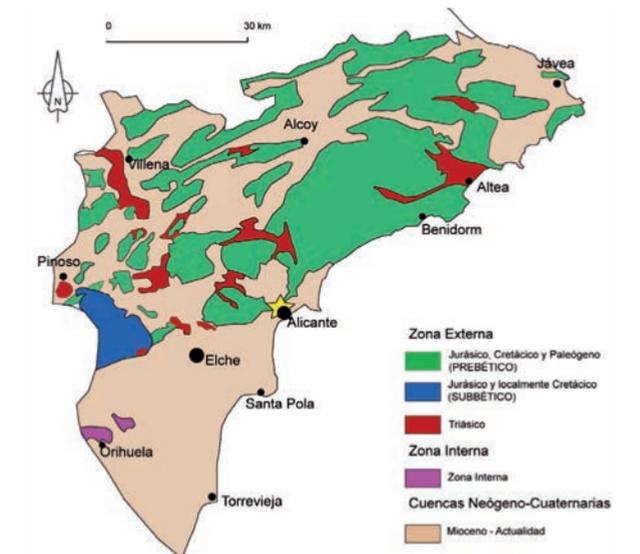
Las discordancias entre series de estratos son muy comunes en el registro geológico, no obstante, lugares donde la exposición de la misma permita una observación clara son más raros. Los ejemplos considerados “de libro” son extremadamente escasos. El de Villafranqueza es uno de ellos.

Didáctico	★★★★★
Científico	★★★
Paisajístico	★★

### ¿DÓNDE SE UBICA GEOLÓGICAMENTE?

Las Lomas del Garbinet comprenden materiales de la Zona Externa de la Cordillera Bética, pero también incluye materiales más recientes incluidos en el ámbito de las Depresiones Neógenas.

Rocas	Calizas, margas, areniscas y calcarenitas.
Edad	Eoceno (53-34 m.a.) y Tortonense (alrededor de 8 m.a.).
Estructura	Discordancia entre los materiales de ambas edades.
Proceso	Plegamiento, erosión y depósito.





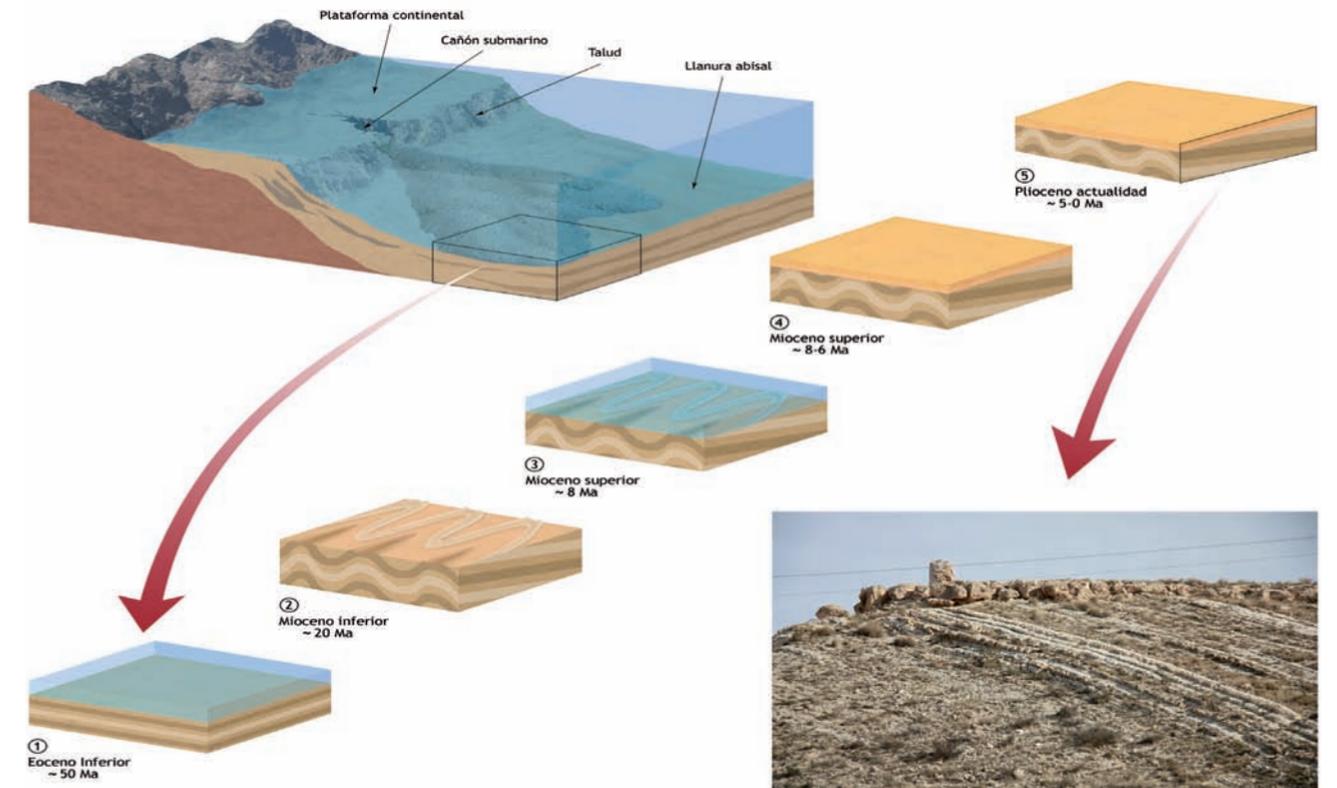
**Figura 1.** Fotografía de una discordancia angular que separa estratos inclinados del Eoceno (parte inferior) de una capa ligeramente inclinada (parte superior). Las capas inclinadas (debido al plegamiento explicado en la figura 2) son una alternancia de areniscas (tonos pardos), margocalizas (tonos blanquecinos) y margas (que están tapadas por la vegetación). La capa superior está constituida por areniscas calcáreas del Mioceno Superior que se depositaron en una zona costera, tal y como indican los restos fósiles.

### SABÍAS QUE...?

Las Lomas del Garbinet fueron un yacimiento de fósiles de erizos de mar muy importante hasta final de los años sesenta del pasado siglo. Entonces quedó esquilado fruto del afán recolector. El suelo estaba lleno de estos fósiles, que en la zona valencianoparlante de la provincia se conocen como *panets de bruixa* (panecillos de bruja). El catedrático Jiménez de Cisneros cuenta que los fósiles de nummulites, que a diferencia de los anteriores siguen siendo abundantísimos, los lugareños les llamaban *dinerets* (monedas antiguas). Si la denominación de los primeros tiene carácter mágico, la de los segundos es coincidente en el plano científico y en el popular (nummulites = moneda de piedra).

### DESCRIPCIÓN GEOLÓGICA

La superficie de discordancia separa un conjunto de materiales (calizas, areniscas y margas) que están plegados y ocupan una posición inferior, sobre los cuales descansan otros (calcarenitas) más modernos. Los primeros son materiales de la Cordillera Bética que se formaron en medio marino en la base de un talud, arrastrados por corrientes de turbidez. Formaron parte de un gran abanico submarino de sedimentos que se formó en la primera mitad de la era Terciaria (Paleógeno, desde 65 millones de años atrás, hasta hace 23) y que después se plegó con la cordillera. Sobre estos materiales se depositaron los segundos, en medio marino costero, en la segunda mitad de la era Terciaria (Tortonense, hace aproximadamente 8 millones de años). Todo el conjunto se elevó y la erosión lo expuso. Hoy es como un libro abierto dónde podemos estudiar esta fascinante historia.



**Figura 2.** Esquema evolutivo que muestra cómo se ha formado la discordancia de Villafranca. (1) EOCENO INFERIOR (aproximadamente 50 millones de años): en una cuenca marina se depositan areniscas (turbiditas), margas y calizas; (2) MIOCENO INFERIOR (aproximadamente 20 millones de años): los esfuerzos compresivos pliegan los depósitos eocenos; (3) MIOCENO SUPERIOR (aproximadamente 8 millones de años): una importante subida del nivel del mar durante el Tortonense inunda este sector; (4) MIOCENO SUPERIOR (aproximadamente entre 8 y 6 millones de años): se produce un depósito de sedimentos costeros seguidos de sedimentos marinos someros; (5) PLIOCENO-ACTUALIDAD (desde hace 5 millones de años hasta la actualidad): el plegamiento reciente (todavía activo) bascula los depósitos del Mioceno Superior y el Eoceno.

### OTROS PUNTOS DE INTERÉS GEOLÓGICO PRÓXIMOS:

Vamos a ver cuatro ejemplos puntuales de alto valor didáctico, uno sobre estratigrafía, otro sobre tectónica, otro sobre riesgos geológicos y, finalmente, otro sobre paleontología.

Hace unos seis millones de años, en el Messiniense superior, se cortó la comunicación entre el Atlántico y el Mediterráneo. Esto provocó prácticamente la desecación de este último, ya que la evaporación fue muy superior al aporte de los ríos. Cuando se abrió por fin el estrecho de Gibraltar, el Mediterráneo se reinundó y adquirió aproximadamente su volumen actual. A este importante evento de la historia de la Tierra se le conoce como Crisis de Salinidad del Messiniense.

La fotografía de la figura 4 corresponde a una pared de grandes dimensiones esculpida sobre la roca en la *Serra Grosa*. Es parte del conjunto de obras practicadas en las antiguas instalaciones de CAMPSA, que incluyen galerías y cuevas. La roca es una calcarenita de edad Tortoniense donde se aprecia muy bien la estratificación. Aunque la roca es la misma en toda la pared, la alteración diferencial de la misma se debe a pequeñas variaciones en el tamaño de grano de la calcarenita, y esto permite distinguir claramente sus estratos.



**Figura 3.** En Aguamarga, junto a la Ciudad de la Luz, tenemos un ejemplo de cómo quedó registrada la Crisis de Salinidad del Messiniense. Como se ve en la fotografía el afloramiento presenta en la parte inferior areniscas con estructuras sedimentarias propias de una zona de depósito litoral. Son de edad Messiniense, y como puede verse en la foto inferior han registrado rizaduras de oleaje simétricas. Sobre estos materiales, separados por una superficie de erosión, hay depósitos marinos de edad Plioceno. Esta superficie remarcada en la fotografía representa el tiempo sin depósitos marinos previo a la reinundación.



**Figura 4.** Los estratos son cuerpo de roca con superficies originales formadas cuando la roca se depositó como sedimento. Si nos fijamos en uno de ellos, podemos ver que hay unos planos que lo atraviesan y rompen su continuidad lateral. Estos últimos son fallas, superficies de rotura que a su vez han desplazado la roca, pudiendo deducirse el movimiento relativo a ambos lados del plano. Este es un bello ejemplo de estructuras tectónicas a pequeña escala, iguales que las que dibujan en los libros pero sobre el terreno real.



**Figura 5.** Dominando la ciudad de Alicante se encuentra el monte Benacantil en cuya cumbre se edifica grandiosa la fortaleza de Santa Bárbara. La roca que la sustenta es una caliza formada por la acumulación de conchas de organismos marinos que vivieron en nuestro mar hace más de diez millones de años, que el tiempo se encargó de consolidar y los fenómenos geológicos situar donde hoy se encuentra. La intemperie ha modelado la roca y ha generado un perfil conocido por las gentes de Alicante como la "Cara del Moro". La mitología alicantina liga esta escultura natural a múltiples leyendas tan bellas como falsas. El hombre, poco o nada ha tenido que ver con este capricho hoy convertido en símbolo de la ciudad; sin embargo, el río de bloques de roca que desde el Macho baja hasta el Barrio no es sino la consecuencia, en forma de riesgo geológico, de la mina que en la Guerra de Sucesión, soldados extranjeros contra soldados extranjeros, hicieron explosionar en el monte ante la mirada atónita del paisaje.



**Figura 6.** Huellas fósiles (icnitas) situadas en la Sierra del Colmenar que recogen un rastro realizado por un úrsido (oso) sobre una superficie blanda entre el Messiniense superior y el Plioceno inferior. Por la separación de las huellas puede deducirse que el animal llevaba una marcha ágil aunque no iba a la carrera.



EL CERRO DE LA CRUZ



### ¿CÓMO LLEGAR?

El Cerro de la Cruz forma parte de las primeras estribaciones de la Sierra del Reclot, relieve situado al suroeste de la provincia de Alicante. Se encuentra a unos 2 km al oeste del casco urbano de La Romana, en la comarca del Vinalopó Mitjà. Se accede desde dicha población a través de la carretera CV-840, que enlaza las localidades de La Romana y La Algueña. La propia carretera atraviesa el cerro y transcurre en este tramo paralelo a la Rambla de La Romana, que separa el cerro de la Cruz de Sierra Pelada, parte de cuyo relieve también se incluye en el Lugar de Interés Geológico aquí descrito.

A los afloramientos mejor expuestos se puede llegar a través de sendos recorridos peatonales que parten a ambos lados de la CV-840, siendo el más emblemático el que recorre el Barranco de Las Cuevas. Los principales problemas de accesibilidad radican en el estacionamiento de vehículos para grupos numerosos, debido a la inexistencia de áreas apropiadas para tal fin y al intenso tránsito de vehículos pesados en la zona.

### INTERÉS GEOLÓGICO

El entorno del Cerro de La Cruz destaca por su interés paleontológico, debido a la abundancia, diversidad y excelente estado de preservación de fósiles de invertebrados marinos pertenecientes a diversos grupos: braquiópodos, crinoides, ammonites, belemnites... Posee también un significativo interés científico y didáctico por la continuidad de los materiales de la serie del Jurásico Inferior alicantino, ejemplificando de forma notable las relaciones entre los ambientes de depósito de los fósiles y los propios restos. La observación de discontinuidades (producidas por momentos en los que se interrumpió la sedimentación), representadas por superficies ferruginosas, y fracturas singulares y el poder analizar cómo se formaron y se han conservado los fósiles hasta nuestros días (procesos tafonómicos) subrayan, aún más si cabe, su interés.

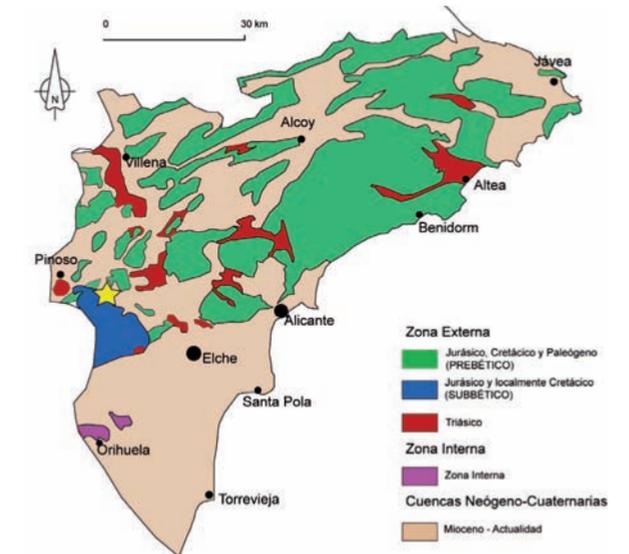
Didáctico	★★★★★
Científico	★★★★★
Paisajístico	★★

### ¿DÓNDE SE UBICA GEOLÓGICAMENTE?

El Cerro de La Cruz se localiza en la Zona Externa de la Cordillera Bética, en particular en el dominio Subbético, muy cerca del contacto con el Prebético, que se observa en la propia Sierra del Reclot, de la que forma parte.

Los materiales que predominan en estos relieves son calizas de diversa naturaleza (masivas, con sílex, crinoidíticas, oolíticas...), aunque puntualmente podemos encontrarnos con materiales más margosos y costras compuestas por óxidos de hierro. Todos estos materiales pertenecen al Jurásico Inferior y Medio (entre 195 y 170 millones de años, aproximadamente).

Rocas	Calizas diversas, margocalizas y costras ferruginosas
Edad	Jurásico Inferior y Medio
Estructura	Fallas, umbral (elevación del fondo marino)
Proceso	Relleno de fracturas por fósiles invertebrados marinos diversos





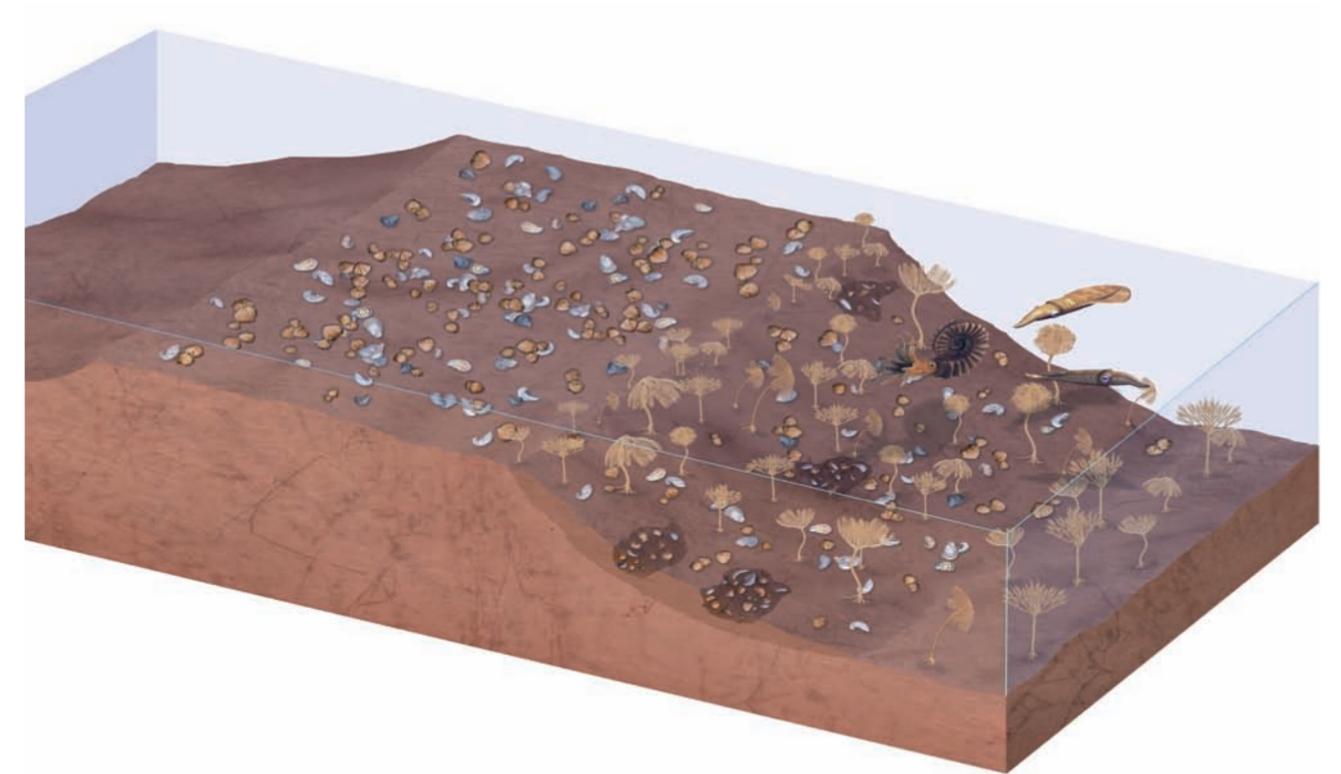
**Figura 1.** Concentraciones singulares de braquiópodos fósiles del Jurásico Inferior en “bolsadas” presentes en los niveles inferiores de calizas blancas del Cerro de La Cruz y Sierra Pelada. Su densidad y abundancia en los estratos es tal que es compleja su extracción sin fragmentar la concha de los fósiles adyacentes. Se pueden observar ejemplares huecos, debido a una peculiar forma de fosilización, probablemente relacionada con procesos de enterramiento muy rápido.

## DESCRIPCIÓN GEOLÓGICA

El Cerro de la Cruz es un excelente ejemplo de la dinámica de depósito que se desarrolló en las elevaciones del fondo del mar que existía al sur de Iberia durante el Jurásico. Los afloramientos arrojan un gran número de fósiles invertebrados marinos: ammonites, braquiópodos, crinoides, belemnites, corales, bivalvos y gasterópodos, entre otros.

La peculiar forma de las restringidas concentraciones de algunos de estos fósiles (bolsadas) puede ser interpretada como diques neptúnicos (reellenos sedimentarios de fracturas o fisuras abiertas sobre el fondo marino). La fase de fracturación vinculada al desarrollo de estos diques estaría en relación con la compartimentación incipiente de la plataforma del Jurásico Inferior que había al sur de Iberia. Se pueden observar, en este sentido, numerosos ejemplos de fallas de diversas escalas (desde centimétricas a decamétricas).

En los afloramientos más cercanos a la cima del cerro se pone de manifiesto un singular nivel ferruginoso centimétrico que presenta una gran concentración de diversos géneros de ammonites de distinta edad (figura 5).



**Figura 2.** Reconstrucción paleoambiental del Cerro de La Cruz (Jurásico Inferior). Proliferan los organismos bentónicos en el fondo (braquiópodos, crinoides) junto a ammonites y belemnites en las zonas de mayor profundidad. Nótese las acumulaciones preferenciales en el pie del talud, resultado del transporte y depósito aprovechando irregularidades del fondo o rellenando fracturas.



**Figura 3.** Detalle de un estrato de las calizas rojizas presentes en el Cerro de la Cruz, en el que se observan fósiles de organismos marinos nectónicos (nadadores) como los belemnites y bentónicos (fijados al fondo marino) como los crinoides. Estos últimos se muestran en forma de artejos articulados, sin desmembrar, o de placas aisladas debido a los procesos de desintegración acaecidos durante su fosilización.

### SABÍAS QUE...?

Los fósiles del Cerro de la Cruz fueron ya citados por el paleontólogo y profesor Jiménez de Cisneros en 1906. Llama la atención la alusión, en los primeros trabajos de este autor, a la escasa cantidad de fósiles, aunque ya en 1912 apunta que, por indicación del párroco de La Romana, visita el paraje debido a la abundancia de fósiles, de cuyo estudio en detalle se ocupará posteriormente en más de una docena de trabajos. Sucesivamente, numerosos autores recientes han fijado buena parte de sus investigaciones en este enclave, en cuestiones de índole paleontológica, estratigráfica o tectónica, entre otras.

### PUEDES ENCONTRAR ALGO PARECIDO EN...

Las fracturas y diques neptúnicos en los que se alojan concentraciones muy localizadas y abundantes de invertebrados fósiles marinos pueden observarse a lo largo de toda la Sierra del Reclot destacando en algunos parajes como La Solana o en las numerosas canteras que proliferan en el paisaje; también existen en relieves próximos, ya en la provincia de Murcia (Sierra de Quibas, Sierra de La Espada). Asimismo, niveles ferruginosos y fosfatados con una concentración elevada de restos fósiles (sobre todo ammonites, belemnites y braquiópodos) podemos hallarlos en las sierras de Crevillent, Orts y Los Frailes, relieves que limitan la depresión contigua a la de La Romana ("*valle de los Hondones*").



**Figura 4.** Sección de un fósil de ammonites contenido en una de las numerosas superficies ferruginosas que podemos encontrar en el Cerro de la Cruz. Se observa con detalle su estructura interna, su enrollamiento y la disposición característica en diversas cámaras separadas por "septos" que, a modo de tabiques, compartimentan la concha de este grupo de organismos cefalópodos fósiles.



**Figura 5.** Detalle del contenido del nivel condensado centimétrico ferruginoso que aflora en las partes altas del Cerro de La Cruz, en el cual se pueden llegar a distinguir varios eventos de depósito distintos, datados con edades diferentes y en el que se observan restos de diversos organismos fósiles (ammonites, braquiópodos, gasterópodos...) rodeados de una envuelta compuesta por óxidos de hierro. Este nivel, a menudo está afectado por varias generaciones de pequeñas microfallas de salto decimétrico que lo desplazan a modo de estructura escalonada, como puede observarse en varios emplazamientos del resalte calizo que conforma la cima del Cerro de La Cruz.

### SABÍAS QUE...?

En el nivel ferruginoso que conforma la costra existente cerca de la cima del Cerro de La Cruz se concentran, en tan sólo unos pocos centímetros, varios eventos de depósito de materiales y fósiles de ammonites que representan un intervalo de aproximadamente 10 millones de años (aunque esto no significa que los sedimentos allí presentes representen todo ese intervalo de tiempo, por procesos de reelaboración). Este reducido nivel ferruginoso se corresponde, en otros lugares próximos, con centenares de metros de espesor de unas calizas en las que se han instalado numerosas canteras para su explotación; es el famoso "Rojo Alicante", que se extrae en varias canteras próximas.

### OTROS PUNTOS DE INTERÉS GEOLÓGICO PRÓXIMOS:

A tan sólo un par de kilómetros al oeste, siguiendo la misma carretera CV-840 en dirección a La Algueña, se encuentra la localidad de Rambla Honda, también conocida como "El Llosar", reputada por su rica y diversa fauna de ammonites, braquiópodos y equinodermos del Jurásico Medio y Superior. Estos materiales vendrían a completar la serie jurásica que se inicia en el Jurásico Inferior del Cerro de La Cruz, ya que ambas localidades se encontrarían en continuidad estratigráfica relativa. Desde muy antiguo es conocida por la calidad de su piedra ornamental, y de ahí el nombre de "El Llosar".

También a unos pocos kilómetros al oeste, siguiendo la misma carretera, en dirección a El Rodriguillo nos encontramos con una de las explotaciones de piedra ornamental de mayor envergadura del sureste peninsular, en Monte Coto, con calizas terciarias de la variedad "crema marfil". Finalmente, en el mismo municipio hallamos, siguiendo la CV-840, el yacimiento diapírico de sal gema de Monte Cabezo en Pinoso, al que se le ha dedicado un capítulo específico en este libro. En cuanto a yacimientos fósiles de relevancia, el más próximo lo hallamos en la Sierra de Crevillent, en los renombrados yacimientos de macrovertebrados de esta sierra.



**Figura 6.** La provincia de Alicante cuenta con un Patrimonio Paleontológico extremadamente valioso y diverso. Su distribución a través de las tierras alicantinas es muy extensa y comprende la mayor parte de los grupos de organismos que habitaron nuestro entorno en las eras Mesozoica y Cenozoica: desde las series cretácicas con ammonites del Barranc de la Querola en la Sierra de Mariola o Fontcalent, a los arrecifes coralinos de Santa Pola, pasando por los yacimientos de grandes mamíferos de Crevillent, las pisadas fósiles (icnitas) de mamíferos de la Sierra del Colmenar, los peces miocenos de Hurchillo o las piñas y restos vegetales del Plioceno de Rojales o Guardamar del Segura. La gestión, preservación y puesta en valor de este patrimonio que lleva escrita la historia de la vida en nuestra provincia es un legado que debemos transmitir a las generaciones futuras. (Fotografía: mandíbula de mastodonte del yacimiento de grandes mamíferos de Crevillent, cortesía de MUPE).

### SABÍAS QUE...?

En el Cerro de La Cruz y en su vecino relieve de Sierra Pelada existen algunas especies fósiles de braquiópodos definidas y dadas a conocer por primera vez como nuevas para la ciencia en esta localidad, la cual sirve de referente a nivel mundial (localidad tipo). Esta circunstancia, junto a todas las singularidades paleontológicas descritas recomiendan el estudio en profundidad de la zona para dotarla en un futuro de un grado de protección adecuado (por ejemplo bajo la figura de Zona Paleontológica), de acuerdo a la Ley 4/1998, de 11 de junio, del Patrimonio Cultural Valenciano.



EL ARRECIFE FÓSIL DE SANTA POLA



### ¿CÓMO LLEGAR?

La ermita de Nuestra Señora del Rosario es el punto de observación principal. Está situado a casi 2 km al norte del faro del cabo de Santa Pola. Se puede acceder a él desde los Arenales del Sol o desde Santa Pola, tomando en ambos casos la estrecha carretera costera que discurre al pie de los acantilados. A lo largo de toda esta carretera es posible observar panorámicas generales de los elementos fundamentales de la pared del arrecife.

### INTERÉS GEOLÓGICO

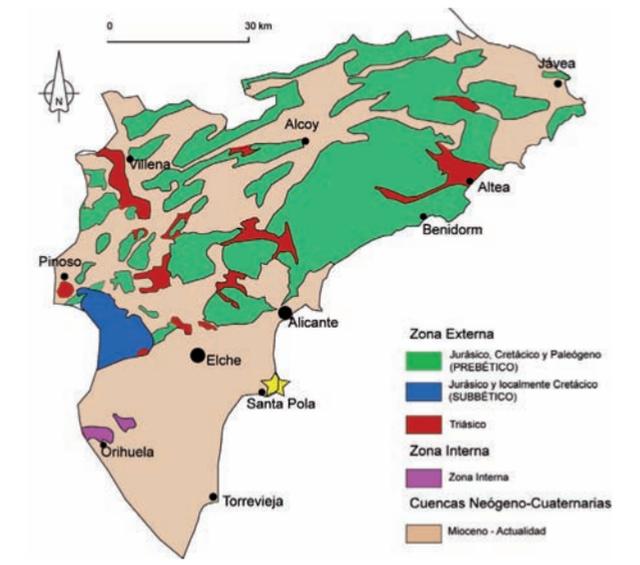
El arrecife messiniense de Santa Pola es uno de los pocos ejemplos de atolón "fósil" encontrados en el mundo. Hacer un trayecto por la sierra de Santa Pola es como recorrer un arrecife actual, pero sin necesidad de bucear. Es posible observar su morfología general y diferentes detalles de su estructura, incluyendo distintas morfologías de las colonias de coral en posición de vida. Su interés científico es tan alto que ha sido objeto de estudio por compañías de petróleo con el fin de establecer un modelo sedimentario general de este tipo de arrecifes.

Didáctico	★★★★★
Científico	★★★★★★
Paisajístico	★★★

### ¿DÓNDE SE UBICA GEOLÓGICAMENTE?

El atolón de la Sierra de Santa Pola se formó durante el Messiniense, hace unos 6 millones de años, en la denominada Cuenca del Bajo Segura. Esta cuenca, que se extiende entre Alicante y Murcia, se originó en el Mioceno Superior y su relleno registra con gran precisión la evolución del Mar Mediterráneo en tiempos geológicos recientes.

Rocas	Calizas dolomitizadas
Edad	Messiniense
Estructura	Frente arrecifal
Proceso	Sedimentación carbonatada

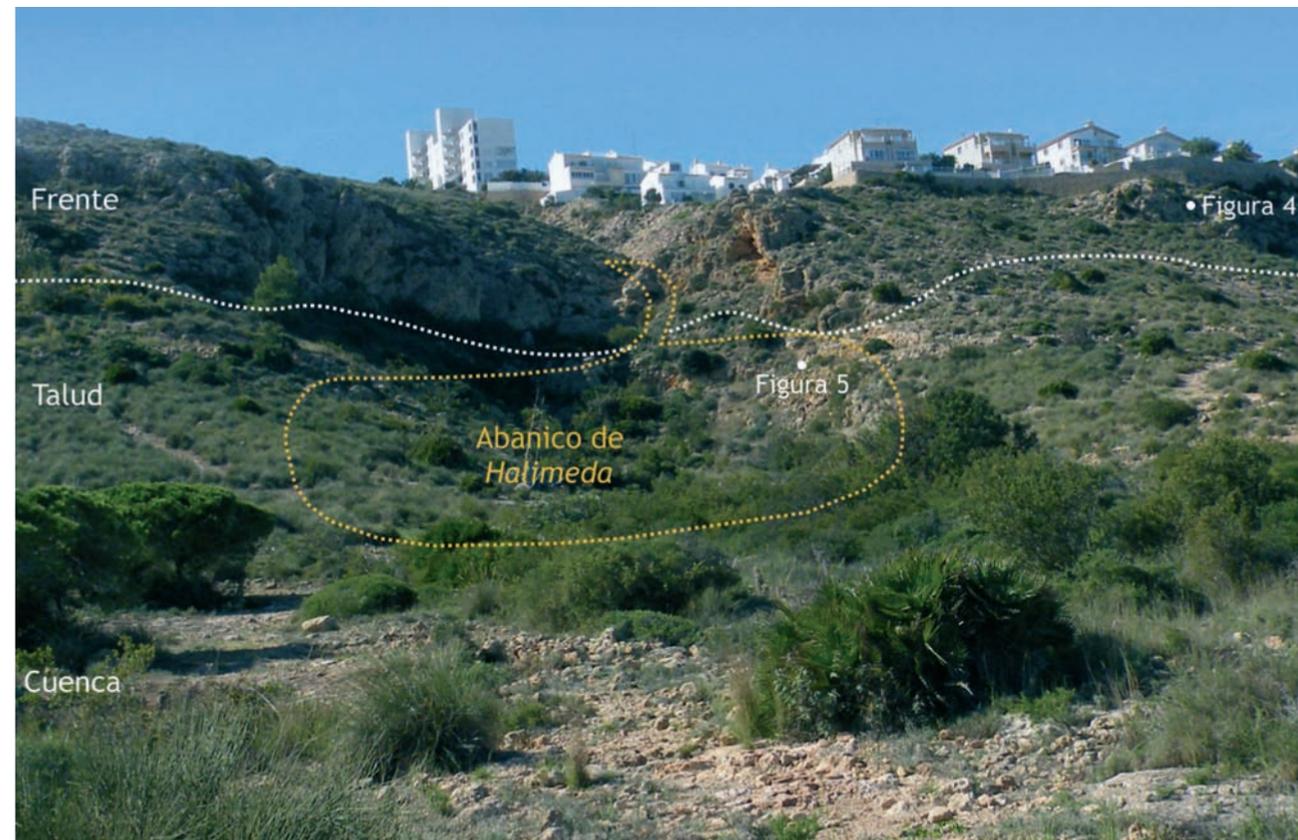


## DESCRIPCIÓN GEOLÓGICA

La sierra de Santa Pola es una plataforma carbonatada de pequeñas dimensiones que corresponde a un antiguo atolón de edad Messiniense de unos 5 km de diámetro (Figs. 2 y 3). Tras ser enterrado por sedimentos más recientes, fue exhumado durante el Cuaternario y el relieve resultante reproduce la morfología original del arrecife y proporciona magníficos afloramientos.

Desde la Ermita es posible observar los tres componentes básicos de este antiguo arrecife:

**1. Frente arrecifal.** Coincide con el acantilado actual y su altura llega a alcanzar 50 m cerca del Faro, aunque en este sector su altura es menor. Está constituido fundamentalmente por colonias del coral *Porites* que muestran diferentes morfologías de acuerdo con la profundidad (Fig. 2). Así, en la parte inferior dominan las morfologías planares, mientras que en la superior do-

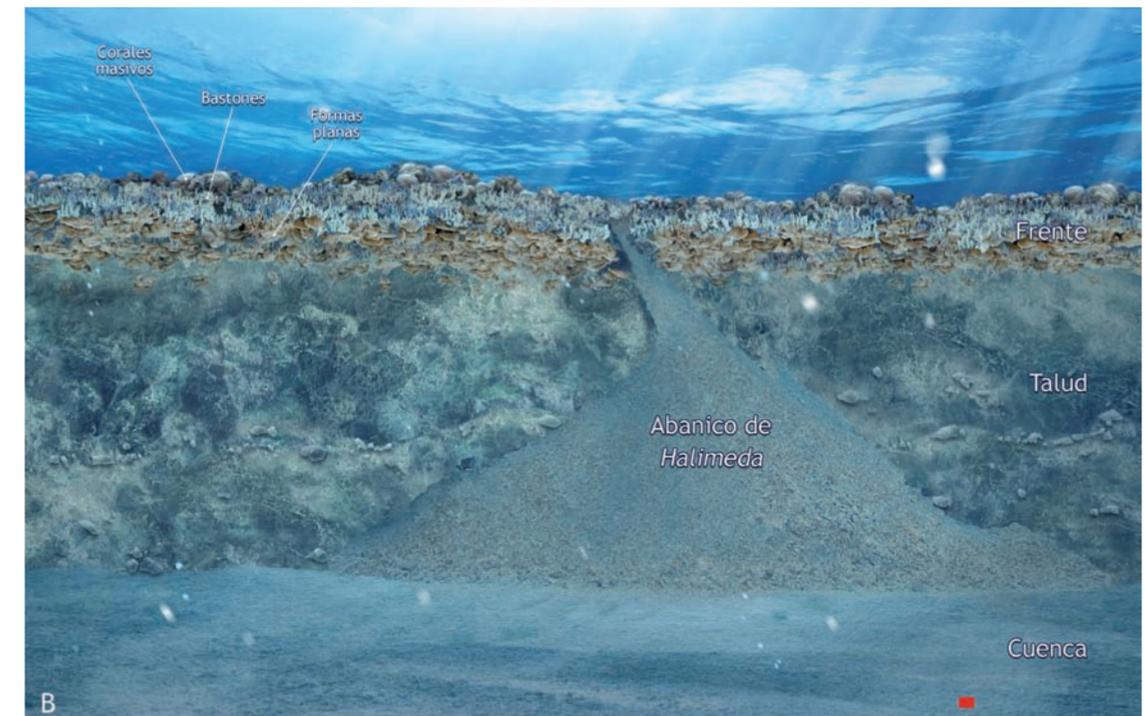
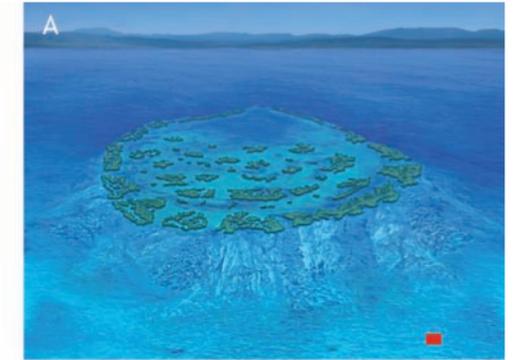


**Figura 1.** El frente arrecifal visto desde la Ermita. Se observan claramente tres elementos básicos de la parte frontal del arrecife. La línea de trazos blancos marca el contacto entre el frente arrecifal y el talud. La línea de puntos amarillos señala el abanico de Halimeda. Se puede comprobar también el impacto paisajístico del desarrollo urbanístico intensivo que además ha provocado la destrucción de partes de gran interés del edificio arrecifal, principalmente en su parte superior.

minan las formas en bastón (Fig. 4). En la parte más alta, en la antigua cresta arrecifal, son frecuentes las colonias masivas semiesféricas.

**2. Talud arrecifal** submarino donde, durante el Messiniense, se acumulaban los fragmentos caídos del arrecife. Coincide con el talud actual y, por ello, sus depósitos están parcialmente cubiertos por fragmentos caídos en época más reciente y en condiciones subaéreas.

**3. Abanico de *Halimeda*** (Fig. 5). Se desarrolló sobre el talud justo en frente de un canal de desagüe que conectaban la laguna interna del atolón y el mar abierto. Durante el Messiniense las *Halimeda*, algas verdes articuladas, colonizaban las zonas de la laguna próximas a los canales. Al morir, se desarticulaban y sus placas componentes eran arrastradas por las corrientes acumulándose sobre el talud.



**Figura 2.** Aspecto del atolón de Santa Pola hace 6 millones de años. En ese momento, la línea de costa estaría situada unos 20 km al oeste del litoral actual. El cuadrado rojo representa la posición actual de la Ermita. B: Esquema paleogeográfico que muestra cómo sería el sector de la ermita durante el Messiniense. El punto que hoy ocupa la misma (cuadrado rojo) se encontraría a unos 90 metros de profundidad. Se puede observar cómo la morfología que desarrollaron las colonias del coral *Porites* estaba controlada por la profundidad de las aguas, es decir por la energía mecánica del oleaje y las corrientes, así como por la iluminación.



**Figura 3.** A: Vista aérea de un atolón actual del Pacífico. Además de su forma circular, destaca su asimetría, con mejor desarrollo del arrecife en el sector orientado a barlovento. B: Foto aérea del Cabo de Santa Pola. Su similitud morfológica con la figura A resulta evidente, incluida su asimetría, con la pared arrecifal mucho mejor desarrollada en el sector oriental del cabo, que correspondería a la zona de barlovento del antiguo arrecife. Hace 6 millones de años el aspecto del Cabo de Santa Pola debía ser muy parecido al del atolón de la foto. C: El frente arrecifal en el sector de barlovento del atolón messiniense de Santa Pola. Además del frente, se observan otros elementos del antiguo arrecife (talud, canales, lenguas de Halimeda y contrafuertes).



**Figura 4.** Zona alta de la pared arrecifal con predominio de "bastones" de Porites. Estas morfologías constituyen la parte fundamental de la pared arrecifal. Los bastones se agrupan formando "matorrales" que pueden alcanzar más de 2 m de altura. Los bastones tienen un diámetro menor de 2 cm. Es importante destacar que, en la mayor parte de los casos, no se conservan los Porites originales ya que su naturaleza aragonítica ha facilitado su disolución. Por esta razón, lo más frecuente es que tan sólo se observen los moldes huecos, con frecuencia ferruginizados, de los Porites originales. La abundancia de huecos confiere al frente arrecifal una gran porosidad, convirtiéndolo en una potencial roca almacén de petróleo.



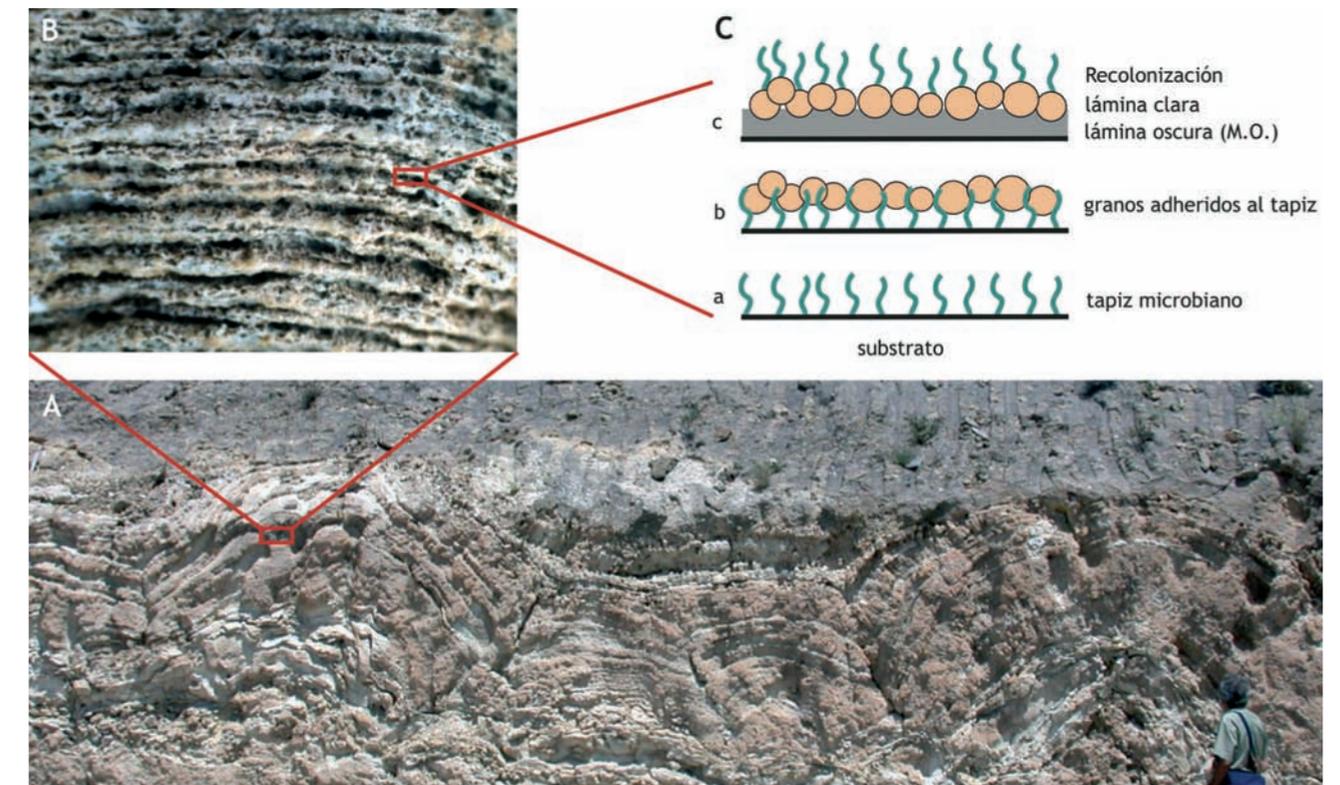
**Figura 5.** Abanicos de Halimeda. A: Las Halimeda son algas verdes de talo articulado que viven en aguas poco profundas. Cuando mueren los talos se desarticulan produciendo un gran número de placas sueltas, cuyo tamaño oscila alrededor de 1 cm. B: Acumulación de placas de Halimeda fósiles en el margen norte del abanico de la Ermita.

### SABÍAS QUE...?

La formación del arrecife tuvo lugar poco antes de la Crisis de Salinidad Messiniense que culminó con la desecación del Mediterráneo y la formación de inmensas llanuras salinas. El atolón de Santa Pola sería un testigo privilegiado de aquel extraordinario episodio.

### OTROS PUNTOS DE INTERÉS GEOLÓGICO PRÓXIMOS:

El bosquecillo de pinos, situado al sur del Faro (marcado en la figura de localización como PA), es un punto de observación alternativo ya que hay muchos bloques caídos procedentes de la pared arrecifal y de los abanicos de *Halimeda*. En ellos, sin necesidad de ascender por el cantil, es posible observar las características de las colonias de coral y de las acumulaciones de *Halimeda*.



**Figura 6.** En la Avenida de Elche (carretera a Torrellano), tomar el desvío a la derecha que conduce a la CAM. Al final de la calle, en el fondo de la explanada asfaltada se observa un magnífico afloramiento de estromatolitos del Messiniense, cubiertos por areniscas del Plioceno. Aunque menos espectaculares también existen afloramientos de estromatolitos fósiles en el arrecife de Santa Pola. A: aspecto general de los domos. B: detalle de las láminas estromatolíticas en las que se observa la laminación de espesor milimétrico característica, con alternancia de láminas claras, ricas en carbonato, y láminas oscuras, con mayor proporción de materia orgánica. C: El origen de las parejas de láminas. Microorganismos, fundamentalmente cianobacterias, colonizan un sustrato de partículas de carbonato, formando un tapiz microbiano mucilaginoso. Este tapiz provoca la precipitación de carbonato y además atrapa partículas arrastradas por las corrientes, lo que conduce a su enterramiento y, con el tiempo, a la formación de una lámina oscura.



EL PLIEGUE DEL PILAR  
(SIERRA DE BENEJÚZAR)



### ¿CÓMO LLEGAR?

El pliegue del Pilar se encuentra a algo más de 1 km al sureste de Benejúzar, muy cerca de la Ermita de Nuestra Señora del Pilar. Desde el pueblo de Benejúzar hay que seguir las indicaciones hacia la Ermita; unos 400 m antes de llegar a ella se toma un camino asfaltado a la izquierda, y a unos 250 m se llega a otro cruce a la derecha donde hay una pequeña explanada donde se puede aparcar el coche. Para lograr tener una buena panorámica del pliegue, como la de la fotografía de la portada, hay que atravesar a pie la pequeña rambla y ascender por una cresta de roca de arenisca (ver detalle en la figura de localización).

### INTERÉS GEOLÓGICO

Además de su belleza paisajística, destaca especialmente por su elevado interés didáctico. Se trata de un ejemplo interesante de cómo la estructura geológica (en este caso un pliegue) es responsable del relieve de la región. Además, este pliegue puede considerarse activo debido a la actividad de la falla del Bajo Segura que, entre otros, produjo el conocido terremoto de Torrevieja de 1829.

Didáctico ★★★★★

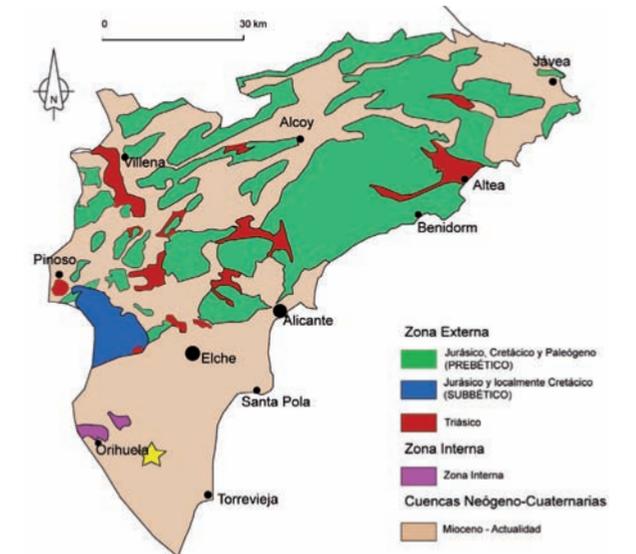
Científico ★★★

Paisajístico ★★★★★

### ¿DÓNDE SE UBICA GEOLÓGICAMENTE?

Este pliegue se localiza geológicamente en una cuenca, la del Bajo Segura, que ha sido rellenada por rocas sedimentarias desde el Mioceno Superior (hace aproximadamente 10 millones de años) hasta la actualidad. La edad concreta de las rocas que conforman este pliegue es Mioceno Superior (Messiniense), es decir entre 6 y 5 millones de años, aunque hacia el norte, hacia el pueblo de Benejúzar, las rocas más jóvenes del Plioceno (5 a 2 millones de años) también están plegadas.

Rocas	Areniscas y margas
Edad	Mioceno Superior (Mesiniense)
Estructura	Pliegue
Proceso	Colisión placas Africana y Euroasiática



## DESCRIPCIÓN GEOLÓGICA

Es un pliegue de pequeño tamaño, apenas tiene un par de centenares de metros de ancho, y se sitúa en la parte norte de la sierra de Benejúz. Este pliegue del Pilar forma parte de otro de mayores dimensiones que es el que da forma a la sierra de Benejúz (figura 1). Las rocas que están plegadas son de edad Mioceno Superior, en concreto del Messiniense (entre hace 6 y 5 millones de años), aunque también están plegadas las rocas más jóvenes del Plioceno y, con menor intensidad, las del Cuaternario. En realidad se trata de un pliegue todavía activo que se está formando por la colisión entre las placas Africana y Euroasiática. El lento pero continuo acercamiento de estas placas durante los últimos millones de años a una velocidad de aproximadamente 5 mm/año hace que estas rocas se plieguen lentamente y la sierra de Benejúz se eleve a una velocidad de una décima de milímetro al año. Por el contrario, el valle por el que discurre el río Segura se hunde. En definitiva, el relieve que observamos en nuestra provincia, especialmente en la mitad sur, está controlado por estos pliegues que, como las olas, tienen forma de cresta y de seno, que se alternan sucesivamente. Allí donde tienen forma de cresta los pliegues (que reciben el nombre de antifformes) dan lugar a relieves elevados, a sierras de diferente altura, mientras que donde tienen forma de seno (reciben el nombre de sinformes) forman zonas más o menos hundidas por las que suelen discurrir ríos o, si nos encontramos en el litoral, suelen ser ocupadas por lagunas. Un ejemplo claro de este relieve controlado por estos pliegues antifformes y sinformes lo encontramos en la franja costera de nuestra provincia que discurre entre Alicante y San Pedro del Pinatar. La carretera N-332 atraviesa estos pliegues de manera que va ascendiendo y descendiendo a lo largo de los mismos. De norte a sur, la carretera atraviesa los siguientes pliegues entre los que alternan antifformes (relieve elevado o positivo: +) y sinformes (relieve deprimido o negativo: -): Sierra del Colmenar en Alicante (+), Salinas de El Saladar (-), El Altet (+), El Clot de Galvany (-), Sierra de Santa Pola (+), Salinas de Santa Pola (-), Sierra de La Marina o El Molar (+), Desembocadura del río Segura (-), Sierra de Guardamar o El Moncayo (+), Salinas de La Mata (-), Cabo Cervera (+), Salinas de Torre Vieja (-), sector de Cabo Roig-Punta Prima (+) y La Manga del Mar Menor (-), ya en la provincia de Murcia.



Figura 1. Panorámica de la Sierra de Benejúz en la que se observa un pliegue antifforme en las rocas del Mioceno Superior y Plioceno.

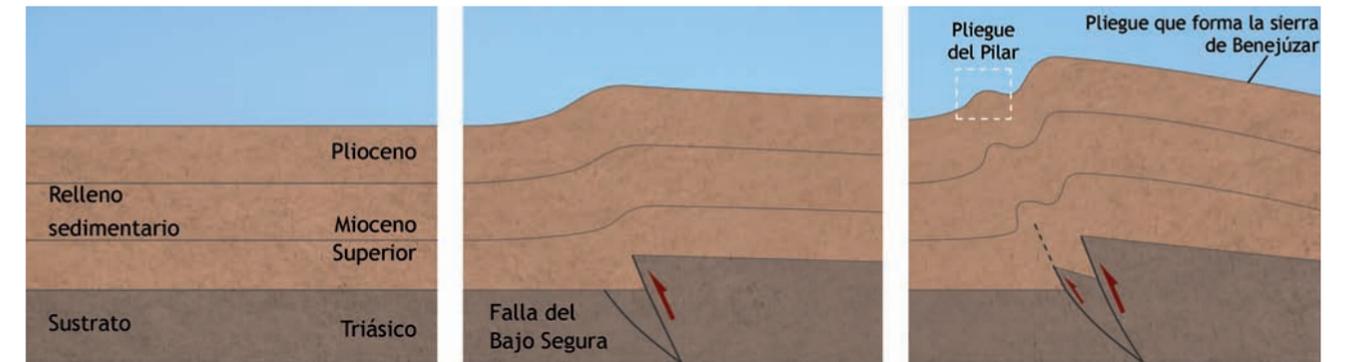


Figura 2. Panorámica de la Sierra de Benejúz en la que se muestra su estructura geológica en profundidad. En ella puede observarse el pliegue antifforme de las rocas del Mioceno Superior y Plioceno. En profundidad también se indica la posición de la falla del Bajo Segura que corta las rocas de edad triásica, las mismas que forman las sierras de Callosa y Orihuela. La actividad de esta falla es la responsable de la formación del pliegue de la Sierra de Benejúz (de tamaño kilométrico) y del pliegue del Pilar (de apenas un par de centenares de metros). De forma esquemática se indica la relación existente entre la actividad de la falla y la formación, en superficie, de los pliegues.

### OTROS PUNTOS DE INTERÉS GEOLÓGICO PRÓXIMOS:

En las proximidades de Benejúzar se encuentran numerosos lugares de interés geológico. Además de los indicados en el LIG número 20 de este libro correspondiente a los Yesos de San Miguel de Salinas, en este capítulo también queremos destacar los siguientes: (1) rizaduras fósiles producidas por el oleaje del mar messiniense (entre hace 6 y 5 millones de años), (2) depósitos de playas fósiles de edad tirreniense (de hace 100.000 años), (3) la laguna litoral de Santa Pola, y (4) mineralizaciones de la Sierra de Orihuela (oligisto, hematites y asbesto principalmente).



**Figura 3.** Rizaduras en areniscas de edad Mesiniense (entre 5 y 6 millones de años) que se encuentran en las areniscas plegadas del pliegue del Pilar. Esta fotografía está tomada junto al aparcamiento indicado en la figura de localización. Estas rizaduras, conocidas también como ripples, son producidas en el sedimento arenoso por el oleaje del mar (actualmente las encontramos en las playas arenosas de nuestra provincia).



**Figura 4.** Detalle de una playa fósil de edad Tirreniense en el límite entre el Cabo Cervera y la playa de La Mata. A lo largo de la costa allicantina podemos observar numerosos retazos de estas playas de hace 100.000 años. El nombre de Tirreniense es debido a que los mejores ejemplos se encuentran a lo largo de las costas italianas bañadas por el Mar Tirreno. Otros buenos ejemplos de este tipo de playas fósiles se encuentran en las costas de Torrevieja, La Marina, la Sierra de Santa Pola, el Cabo de las Huertas, Calpe, Jávea, etc.

### SABÍAS QUE...?

Cuando a cualquier roca le aplicamos un esfuerzo "instantáneo", como por ejemplo el golpeo de un martillo, favorecemos que se rompa (decimos que tiene un comportamiento frágil). Sin embargo, si a esa misma roca la sometemos a un esfuerzo, aunque sea pequeño, durante un tiempo muy prolongado (en el caso del anticlinal del Pilar es de algo más de 3 millones de años), ésta puede llegar a plegarse (decimos entonces que tiene un comportamiento dúctil) tal y como podemos observar en la fotografía de la portada.

### SABÍAS QUE...?

La falla del Bajo Segura es una de las que ha producido más terremotos en la Península Ibérica durante los últimos 500 años. El más importante es el que se produjo el 20 de marzo de 1829, al que se le ha asignado una intensidad X (escala Mercalli I-XII) y una magnitud aproximada de 6.5 (escala Richter). Este sismo causó 389 víctimas mortales en Torrevieja y la Vega Baja del Segura, destruyendo casi 3000 viviendas.



**Figura 5.** Panorámica de la laguna litoral de Santa Pola (Salinas de Santa Pola) que está separada del mar por una barra o cordón de dunas (Fig. 13). Al igual que el resto de lagunas del litoral alicantino (Salinas de La Mata, Torrevieja, Clot de Galvany, El Saladar, etc.) se sitúa en zonas de pliegues con forma de seno (conocidos como sinformes). Las Salinas de Santa Pola se asientan sobre un sinforme situado entre dos antiforres (Sierra del Molar al sur y Sierra de Santa Pola al norte). Es un relieve joven y activo con movimientos verticales diferenciales de una décima de milímetro por año. Fotografía cortesía del Diario Información.

### SABÍAS QUE...?

Hace aproximadamente 6000 años, cuando el último ascenso del nivel del mar a escala planetaria alcanzó su nivel actual, el agua marina llegó a invadir lo que ahora conocemos como Vega Baja del Segura, generando un pequeño golfo en el que el mar penetraba varias decenas de kilómetros por el actual valle del río Segura. Posteriormente, el cierre costero de este golfo, mediante un cordón dunar, formó la conocida Albufera de Elche, una laguna litoral muy somera que unía las actuales Salinas de Santa Pola, el Hondo y otros sectores deprimidos de la Vega Baja del Segura. Esta extensa albufera era conocida por los autores como Sinus Illicitanus. Desde entonces hasta la actualidad, el depósito de sedimentos procedentes de los ríos Vinalopó y Segura ha colmatado y reducido progresivamente su extensión, provocando la desconexión entre el Hondo y las Salinas de Santa Pola. Este proceso natural ha sido acelerado en sucesivas etapas por el hombre, con varias desecaciones llevadas a cabo en los siglos XVIII y XX.



**Figura 6.** Detalle de una mineralización de asbesto en la Sierra de Orihuela. Durante el Triásico (hace más de 200 millones de años), a favor de algunas fallas se produjo ascenso de magma que antes de alcanzar la superficie se enfrió y se solidificó. En la actualidad, estas rocas (no volcánicas sino filonianas o subvolcánicas porque no llegaron a superficie) se pueden observar en algunos puntos de la sierra, especialmente en el cerro del Oriolet, en la cantera inactiva situada junto al túnel de la carretera N-340 que separa el Monte de San Miguel del resto de la Sierra. Estas rocas de color verde oscuro reciben el nombre de ofitas. Precisamente en relación con estas rocas son frecuentes varios tipos de mineralizaciones que tradicionalmente dieron lugar a algunas explotaciones mineras aunque de poca importancia. El aprovechamiento principal era de minerales de hierro como el oligisto o hematites. Otras mineralizaciones curiosas que se pueden observar en la sierra son las de asbesto (Figura 3).



YESOS DE SAN MIGUEL DE SALINAS



### ¿CÓMO LLEGAR?

Cerca de la localidad de San Miguel de Salinas se pueden encontrar varios puntos para observar los yesos. El más próximo se localiza inmediatamente al sur del pueblo, en los cortes artificiales del canal de regadío. Otros cercanos son las canteras, ya abandonadas, visibles desde la carretera que se dirige a Campoamor. También es interesante el corte que ofrece la cantera localizada en la cabecera de un pequeño barranco que cruza la carretera a Orihuela por el punto kilométrico 16.

### INTERÉS GEOLÓGICO

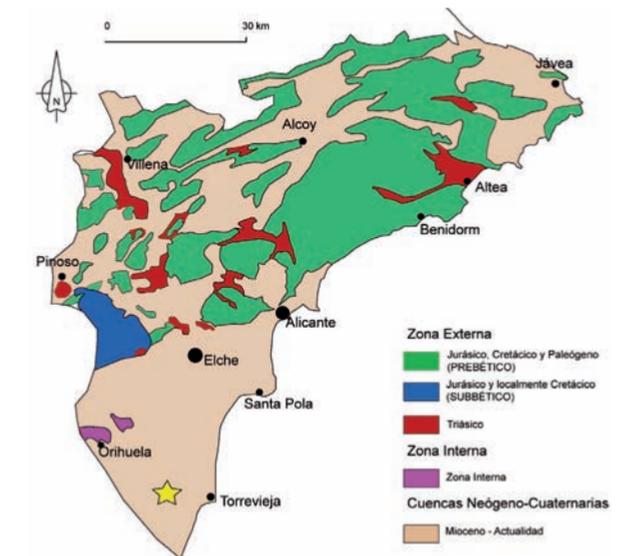
El aspecto geológico principal de los yesos es su relación con la etapa de precipitación de evaporitas que ocurrió a finales del Mioceno, durante el Messiniense (7.2 – 5.3 millones de años), en numerosas cuencas del Mediterráneo. Yesos similares se han reconocido en las cuencas de Almería (Sorbas y Níjar), además de Sicilia, los Apeninos, Grecia y Chipre. Esta amplia distribución de los yesos ha sido la clave para definir la “Crisis de Salinidad del Messiniense” como un acontecimiento singular y único en la evolución del Mediterráneo.

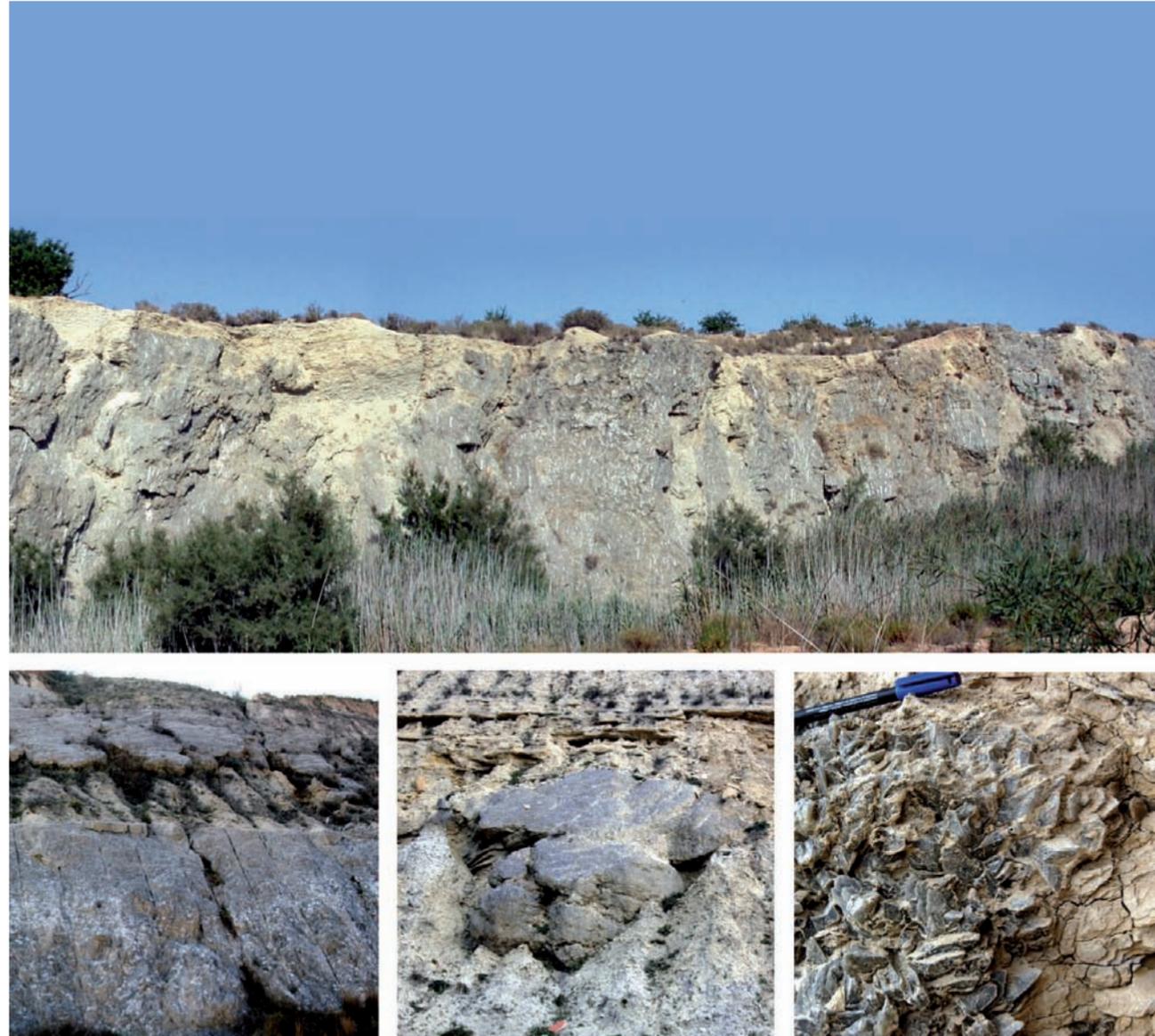
Didáctico	★★★★★
Científico	★★★★★★
Paisajístico	★★

### ¿DÓNDE SE UBICA GEOLÓGICAMENTE?

Los yesos de San Miguel de Salinas forman parte del relleno sedimentario de la Cuenca del Bajo Segura. Esta cuenca ocupa la mayor parte del sur de la provincia de Alicante y contiene sedimentos cuya edad abarca desde el Tortoniano (Mioceno Superior) hasta el Cuaternario.

Rocas	Yeso
Edad	Messiniense
Estructura	Estratificación
Proceso	Precipitación de evaporitas

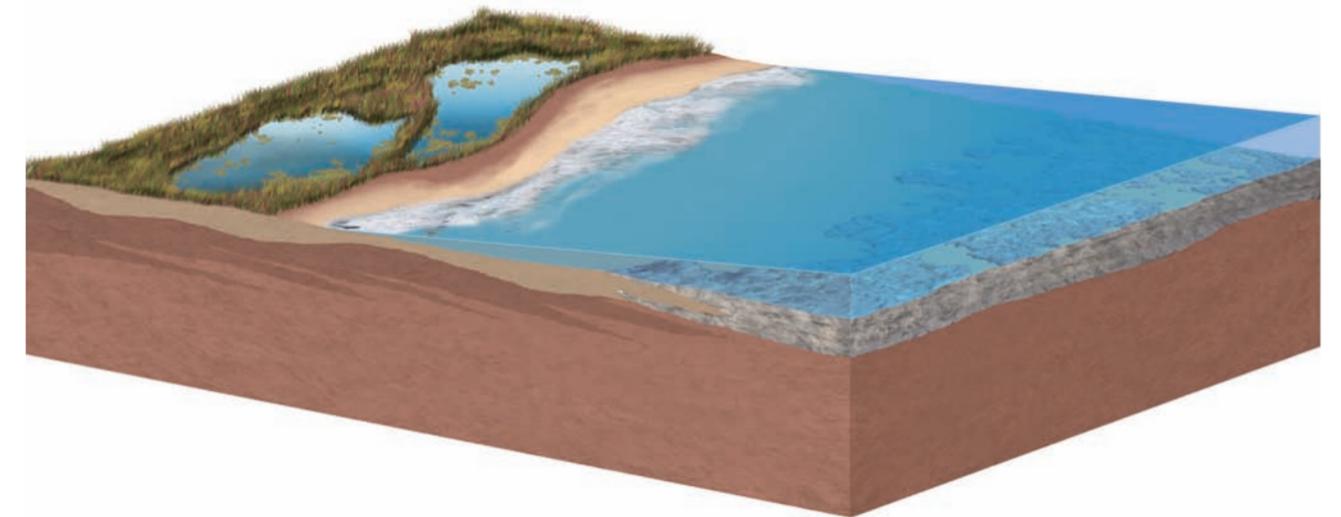




**Figura 1.** Superior: vista parcial de un potente banco de yeso localizado en la cabecera del barranco del km 16. Inferior izquierda: dos bancos de yeso de morfología tabular en el canal al sur de San Miguel de Salinas. Inferior central: cuerpo de yeso con forma de cono. Inferior derecha: detalle de los cristales de yeso selenítico.

## DESCRIPCIÓN GEOLÓGICA

El yeso ( $\text{SO}_4\text{Ca}\cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ) que aflora en San Miguel de Salinas aparece formando estratos de uno a varios metros de espesor. El tipo de cristalización permite identificarlo como yeso selenítico. En la mayoría de los casos la morfología de los estratos es tabular, si bien se reconocen algunas formas en grandes conos parecidos a coliflores. Los estratos de yeso se encuentran incluidos en margas y arenas. Las margas contienen microfósiles (foraminíferos planctónicos y bentónicos) y nannofósiles (organismos con un tamaño de unas pocas micras) que justifican tanto su génesis marina como su edad Messiniense. Las arenas se presentan en estratos cuyas estructuras indican que el fondo marino fue suficientemente somero para estar modelado por olas de tormentas.



**Figura 2.** Reconstrucción paleoambiental durante el Messiniense, cuando se formaron los yesos de San Miguel de Salinas en un mar somero afectado por oleaje de tormentas.

## SABÍAS QUE...?

En el año 1970 el buque oceanográfico Glomar Challenger realizó varios sondeos en la llanura abisal del Mediterráneo, perforando por primera vez las evaporitas del Messiniense. Junto a yeso y otros sedimentos se extrajeron testigos de halita, que supusieron el argumento principal para enunciar la hipótesis conocida como "Desecación del Mediterráneo". Básicamente, esta hipótesis sostiene que durante el Messiniense el nivel del Mar Mediterráneo descendió en torno a 1.500 - 2.000 metros, quedando sus partes más profundas ocupadas por salinas someras. La evaporación de toda esta agua salada dio lugar a la precipitación de grandes capas de rocas evaporitas (sales, principalmente yeso y halita), que son las que actualmente vemos en San Miguel de Salinas.



**Figura 3.** Dos ejemplos de yeso selenítico en los que se reconoce la típica morfología de los cristales maclados. Esta morfología maclada es un fenómeno común en los yesos, en los que se produce una agrupación simétrica de cristales de tal que forma que un cristal queda dividido en dos, resultando un cristal maclado en forma de "V" o punta de flecha.

### SABÍAS QUE...?

El yeso selenítico ha recibido, popularmente, numerosas denominaciones. Así, la "selenita" hace referencia al brillo, a la luz de la luna llena, de los cristales de yeso. En el mismo sentido se ha llamado también "piedra del lobo". El nombre de "espejuelo" deriva de su capacidad de reflexión de la luz; recordemos que en la época romana el yeso selenítico era conocido como "lapis specularis" o piedra de espejo. Ya los romanos lo usaron en sus construcciones a modo de cristal de ventanas.

### PUEDES ENCONTRAR ALGO PARECIDO EN...

Los mismos yesos de edad Messiniense afloran en las proximidades de Benejúzar, donde, al igual que en San Miguel de Salinas, han sido explotados económicamente mediante canteras. En Benejúzar, los cristales de yeso selenítico se agrupan formando unas espectaculares agrupaciones de cristales, de más de 1 metro de altura, con una característica morfología en abanico.



**Figura 4.** Grandes cristales de yeso selenítico con forma de abanico en el afloramiento de Benejúzar.



**Figura 5.** Estratos de areniscas depositadas por tormentas con estructuras de deformación con morfología en almohadilla. Tienen un elevado valor científico porque es uno de los primeros ejemplos descritos a nivel mundial de estructuras sedimentarias de deformación producidas por olas de tormenta.

### SABÍAS QUE...?

El yeso se define tanto como un mineral, si se presenta en cristales aislados, como una roca si aparece en agrupaciones de cristales formando estratos. En el caso de que el yeso se haya generado por precipitación de agua marina, la roca resultante es denominada como "evaporita". Las principales evaporitas están constituidas por yeso y halita o sal común (ClNa).

### OTROS PUNTOS DE INTERÉS GEOLÓGICO PRÓXIMOS:

En la carretera que se dirige desde San Miguel de Salinas a Campoamor, a su paso por el paraje de Las Escalericas - Ciudad de las Comunicaciones, se cortan unos estratos de areniscas que exhiben unos excepcionales ejemplos de estructuras de deformación. Éstas son conocidas desde antiguo como "volcanes de arena", y muestran una amplia variedad de morfologías como "almohadillas", "bolas", laminaciones distorsionadas y microfracturas, entre otras. Estas estructuras de deformación aparecen en estratos depositados por el efecto de tormentas en un mar somero, similares a los niveles de arena asociados a los bancos de yeso de San Miguel de Salinas. Por otra parte, en el entorno del embalse de La Pedrera, localizado cerca de San Miguel de Salinas se han hallado numerosos peces fósiles entre los niveles de diatomitas. Una representación de estos fósiles puede observarse en la colección del Museo de Paleontología de Elche (MUPE).



**Figura 6.** Pez fósil hallado en niveles de diatomitas. Los depósitos messinienses de yesos son, junto con los materiales denominados diatomitas los materiales sedimentarios más característicos y espectaculares de las cuencas que rodean al Mediterráneo y que más han despertado el interés de los investigadores. Estas diatomitas están constituidas por acumulación de cubiertas esqueléticas de naturaleza silicea de diatomeas (algas unicelulares) fundamentalmente. Se trata de capas de espesor centimétrico a métrico integradas por láminas muy finas que contienen restos de peces fosilizados en ambientes litorales. Estos materiales preceden a los depósitos de yesos e indican momentos de elevada fertilidad en la cuenca. Fotografía cortesía de MUPE.

PARA SABER MÁS

Para escribir este libro los diecinueve autores nos hemos alimentado de las publicaciones de centenares de investigadores tanto nacionales como extranjeros que a lo largo de más de un siglo han trabajado en nuestra provincia. En un libro de estas características, con el único propósito de agilizar la lectura, no hemos querido hacer referencia a estos trabajos tan específicos, difícilmente accesibles al público general. A continuación nos limitamos a relatar una pequeña selección de publicaciones dirigidas a un público más amplio. Los especialistas podrán encontrar información bibliográfica detallada en los capítulos “Geología de la Cordillera Bética” de Vera (2004) y en el de “Alicante en la Cordillera Bética” de Estévez *et al.* (2004), ambos publicados en el libro Geología de Alicante (Alfaro *et al.*, eds., 2004). Además, en los próximos meses estará disponible al público la nueva página web [www.geoalicante.com](http://www.geoalicante.com). En ella se incluye un sección sobre bibliografía geológica de la provincia de Alicante.

#### Publicaciones

Alfaro, P., Andreu, J. M., Estévez, A. Tent-Manclús, J. E. y Yébenes A. (2004). *Geología de Alicante*. AEPECT- Universidad de Alicante, 267 p.

Alfaro, P., Andreu, J. M., Estévez, A. Pina, J. A. y Yébenes, A. (2004). *Itinerarios geológicos por la provincia de Alicante para su utilización en Bachillerato*. ICE. Universidad de Alicante, 317 p.

Alfaro, P., Andreu, J. M., Baeza, J. F., Cañaveras, J. C., Caracuel, J. E., Corbí, J., Estévez, A., Lancis, C., Martín, I., Pina, J. A., Quesada, E., Soria, J. M. y Yébenes, A. (2008). *Geología Alicante 08, El Albir (Serra Gelada)*, 1-16 p.

Alfaro, P., Andreu, J.M., Baeza, J.F., Beltrán, S., Benito, M., Cano, M., Cañaveras, J.C., Corbí, H., Domènech, C., Estévez, A., García, M.J., García-Tortosa, F.J., Hernández, J.A., Lancis, C., Martín, I., Martínez, J., Pina, J.A., Ramírez, J., Rodes, J.J., Romero, J., Solanas, J.L., Soria, J.M., Tomás, R., Vicedo, M. y Yébenes, A. (2009). *Geología Alicante 09, Sierra de Aitana*, 1-20 p.

Casanova, J. M. y Canseco, M. (2002). *Minerales de la Comunidad Valenciana*. Caja de Ahorros del Mediterráneo. Alicante, 240 p.

Díaz Martínez, E., Guillén Mondéjar, F., Mata Perelló, J. M., Muñoz Barco, P., Nieto Albert, L. M., Pérez Lorente, F. y Santisteban Bové, C. (2008). *Nueva legislación española de protección de la Naturaleza y desarrollo rural: implicaciones para la conservación y gestión del patrimonio geológico y la geodiversidad*. Geo-Temas, 10, 1311-1314.

Durán, J. J., Brusi, D., Palli, Ll., López-Martínez, J., Palacio, J. y Vallejo, M. (1998). *Geología Ecológica, Geodiversidad, Geoconservación y Patrimonio Geológico: la Declaración de Girona*. En Durán J. J. y Vallejo, M. (Eds.). Comunicaciones de la IV Reunión de la Comisión de Patrimonio Geológico, 67-72. Sociedad Geológica de España. Madrid.

Moseley, F. (1990). *A Geological Field Guide to the Costa Blanca, Spain*. Geologists' Association Guide, London.

Theodossiou-Drandaki, I. (2000). *Sin educación no es posible la conservación*. En: *Patrimonio Geológico: Conservación y Gestión* (D. Baretino, W.A.P. Wimbledon y E. Gallego, eds.), 119-135, Madrid.

Yébenes, A., Estévez, A., Alfaro, P. y López-Arcos, M. (2008). *Geología Alicante 08, Serra Gelada desde el mar*, 1-16 p.

#### Páginas web:

Geoalicante: Geología en la provincia de Alicante [www.geoalicante.com](http://www.geoalicante.com)

Museo Paleontológico de Elche (MUPE) [www.cidarismpe.org](http://www.cidarismpe.org)

Asociación Mineralógica Paleontológica de San Vicente del Raspeig <http://www.ampsvr.org>

Asociación Paleontológica Alcoyana (ISURUS) [www.paleoisurus.com](http://www.paleoisurus.com)

Grupo Mineralógico de Alicante [www.gmalicante.org/miembrosingl.htm](http://www.gmalicante.org/miembrosingl.htm)

Diputación de Alicante. Área de Medio Ambiente. Visor Principal. [www.geonet.es/medioambiente/principal.aspx](http://www.geonet.es/medioambiente/principal.aspx)

Diputación de Alicante. Área de Medio Ambiente. Senderos. [http://medioambiente.ladipu.com/itinerarios\\_ambientales/index.html](http://medioambiente.ladipu.com/itinerarios_ambientales/index.html)



