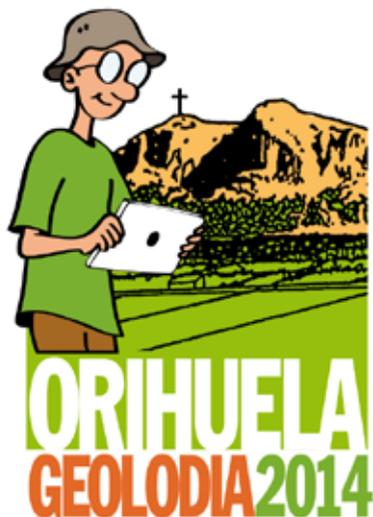


# geología 14

Alicante

**Sierra de Orihuela**  
**11 de mayo de 2014**



**Geología** surge de una iniciativa aragonesa en el año 2005. Gracias al apoyo y al ánimo de los impulsores de esta idea, José Luis Simón, de la Universidad de Zaragoza, y Luis Alcalá, de la Fundación Dinópolis, en 2008 llevamos a cabo el primer Geología en la provincia de Alicante.

El número de participantes ha aumentado progresivamente desde los 635 en 2008 (Serra Gelada) hasta los 2500 registrados en la edición de 2013 (Arrecife fósil de Santa Pola), afianzándose como una de las actividades de divulgación indispensables para los amantes del patrimonio natural alicantino.

En los últimos años, Geología se ha convertido en una actividad de carácter nacional ([http://www.sociedadgeologica.es/divulgacion\\_geologia.html](http://www.sociedadgeologica.es/divulgacion_geologia.html)). Esta actividad, organizada por la Sociedad Geológica de España, la Asociación Española para la Enseñanza de las Ciencias de la Tierra y el Instituto Geológico y Minero de España, es un día festivo de divulgación de la Geología, en el que la comunidad geológica española pretende acercar esta Ciencia a los ciudadanos.

Este año hemos elegido la sierra de Orihuela, cuya sobresaliente geodiversidad la convierte en un lugar privilegiado para la enseñanza y divulgación de la Geología. Para poder atender mejor a los asistentes al Geología alicantino, hemos diseñado en esta ocasión dos itinerarios para públicos diferentes. El primero es un recorrido más “montañero” de aproximadamente 10 km de longitud que desde la urbanización Montepinar sube a la Cruz de la Muela y desciende por el barranco de las Minas. El segundo es un recorrido semiurbano de 4,5 km que rodea el Cerro de San Miguel o del Oriolet. En ambos recorridos los asistentes podrán conocer, entre otros aspectos, cómo y cuándo se formaron las rocas más antiguas de la provincia de Alicante

figura 1 - Panorámica de la sierra de Orihuela con la Vega Baja del Segura en primer término.



(hace más de 200 millones de años), detalles de las inundaciones del río Segura, por qué se producen terremotos en el entorno de Orihuela, por qué hay aguas termales en San Antón, cómo era el “no volcán” de Orihuela, en qué consistía la actividad minera en la sierra o cómo se ha formado la Vega Baja del Segura.

Como actividades complementarias, frente al Colegio de Santo Domingo se impartirán algunos talleres dirigidos a los “geolodieros” más pequeños (talleres de fósiles y minerales) y se volverá a reproducir una excavación paleontológica por parte del Museo Paleontológico de Elche (MUPE).

En esta edición participaremos algo más de 100 monitores (mayoritariamente profesionales de diferentes ámbitos de la Geología y de la Ingeniería Geológica de la provincia, la mayoría de la Universidad de Alicante y Miguel Hernández, de diversos institutos de enseñanza de la provincia, de las administraciones públicas, y de empresas de hidrogeología y geotecnia). También contamos, un año más, con la entusiasta colaboración de estudiantes del grado de Geología de la Universidad de Alicante.

La actividad está patrocinada por el Vicerrectorado de Cultura, Deportes y

Política Lingüística y la Facultad de Ciencias de la Universidad de Alicante, el Ayuntamiento de Orihuela, y el Área de Medio Ambiente de la Diputación de Alicante. La organización corre a cargo del Departamento de Ciencias de la Tierra y del Medio Ambiente de la UA, en colaboración con la Concejalía de Medio Ambiente, Agricultura y Agua del Ayuntamiento de Orihuela.

Además de las instituciones nacionales y locales antes mencionadas queremos agradecer la colaboración de la FECYT, del CSIC y del Colegio de Geólogos, y resaltar la ayuda desinteresada del equipo del MUPE de Elche, del Grupo Mineralógico de Alicante y de la Asociación Mineralógica Paleontológica San Vicente del Raspeig, así como de las empresas Laboratorio IMASA y GEALAND.

Finalmente, queremos dedicar unas líneas a Trino Ferrández Verdú y Emilio Diz Ardid, por el empuje y el entusiasmo mostrados en realzar el patrimonio natural de la sierra de Orihuela.

Los monitores del *Geolodía*



**Autores y monitores del Geología Alicante 2014:**

(por orden alfabético) Ainara Aberasturi, Juan Carlos Aguilera, Natividad Alfaro, Pedro Alfaro, Emilio J. Alhambra, M<sup>a</sup> Cristina Almansa, Felisa Amorós, José M. Andreu Rodes, Juan Avilés, Juan Ayanz, José F. Baeza, Antonio Belda, David Benavente, Gregorio Canales, Miguel Cano, Juan Carlos Cañaveras, Julia Castro, Mar Cerdán, Hugo Corbí, Jaime Cuevas, José M. Cuevas, Miguel Díaz, Emilio Diz, César Domènech, Rafael Durá, Carmen Espinosa, Josefa Espinosa, Antonio Estévez, Santiago Falcés, Trino Ferrández, Ignacio Fierro, Rafael Galiana, Ernesto García-Sánchez, M<sup>a</sup> Ángeles García del Cura, Alice Giannetti, Abraham González, José González, Montserrat González, Juan A. Hernández, Pedro Jaúregui, Agustín Jiménez, Juana Jordá, Francisco Linares, María C. Pla Bru, Alejandro López Pomares, Mariano López-Arcos, Marina López-Cortés, Pedro López, Yolanda López, Lucién Macone, José Manuel Marín, Iván Martín Rojas, Manuel Martínez Escandell, Javier Martínez Martínez, José M. Martínez Nadal, M. Feliciano Martínez, Miguel Mejuto, Ignacio Meléndez, Miguel Molina, Florentino Monteagudo, José Navarro Pedreño, Jorge Olcina, Lourdes Oliver, Salvador Ordóñez, José M. Ortega, Manuel Palomo, Juana Parrés, Rafael Pedauyé, José A. Pina, Moisés Plaza, Julio Ramón Pascual, Juan José Rico, María de la Riva, Pedro Robles, Juan José Rodes, Juan Romero, Sergio Rosa Cintas, José F. Sáez, Antonio Sánchez, Juan Luis Soler, Jesús M. Soria, José E. Tent, Roberto Tomás, Francisco Vives y Alfonso Yébenes.

**Estudiantes colaboradores:**

Felipe Ávila, Sergio Bellot, Alejandro Bonet, Sandra Chaves, José Tomás Clement, Rubén Collado, Antonio Cuenca, Alberto Expósito, Raquel Fernández, Gonzalo Frías, Víctor Gómiz, Emilio Gutiérrez, Tamara Kern, Melanie López, Jorge Marí, Alejandro Martínez, Esmeralda Martínez, Marta Mas, Daniela Matei, Iván Medina, Laura Melero, María Melero, Marc Miralles, Andrea Molero, Aída Muñoz, Irene Navarro, Marina Niño, Miriam Parra, Victoriano Pineda, Rubén Puertas, Elara Redondo, Antonio Reolid, Inés Roig, Juan Ruz, Aitana Sahagún y Andrea Sempere.

**Diseño:** Enrique López Aparicio

**Edita:** Universidad de Alicante  
Departamento de Ciencias de la Tierra y del Medio Ambiente

**Imprime:** Diputación de Alicante

**ISBN:** 978-84-697-0182-9

**Versión digital:** [dctma.ua.es](http://dctma.ua.es)

Versión digital, de acceso libre, en la página web del Departamento de Ciencias de la Tierra y del Medio Ambiente: [dctma.ua.es](http://dctma.ua.es)

**UA** | UNIVERSITAT D'ALICANT  
Viceectorat de Cultura, Esports i Política Lingüística  
Viceectorat d'Estudians

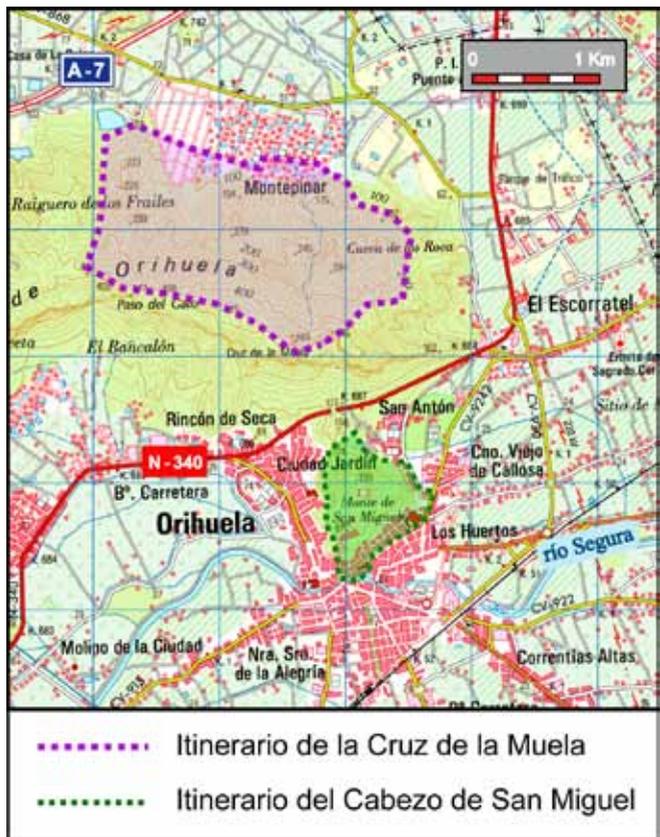


figura 2 – Mapa topográfico de la sierra de Orihuela en el que se han representado los dos itinerarios de Geología 2014: 1) Cruz de la Muela-Barranco de las Minas y 2) Cerro de San Miguel.



figura 3 - Panorámica de las sierras de Orihuela y Callosa en la que destaca el relleno sedimentario más reciente producido principalmente por el río Segura.

Orihuela se encuentra flanqueada por dos paisajes de grandes contrastes, la **Vega** y la **Sierra**. La sierra, que representa una parte esencial del paisaje de Orihuela y de sus habitantes, fue declarada Lugar de Interés Comunitario (LIC) por la Generalitat Valenciana en el año 2002, incluyéndose en la Red Natura 2000. En 1999 y en 2005 fueron declaradas dos Microrreservas de flora (Rincón de Bonanza y Barranco de la Higuera-El Valle), y en 2009 pasó a formar parte de una Zona de Especial Protección para las Aves (ZEPA). El Ayuntamiento ha adquirido el compromiso para su Declaración de Paraje Natural Municipal.

Al igual que ocurre en el resto de espacios naturales de la Comunidad Valenciana, el valor de su patrimonio geológico pasa casi desapercibido y, con mucha diferencia, es el menos conocido de sus valores naturales. La sierra de Orihuela posee una variada y rica geodiversidad que la convierte en un lugar privilegiado para actividades de divulgación y enseñanza de la Geología. Pasear por la sierra de Orihuela es hacerlo por un mar de más de 200 millones de años, el *mar de Tethys*, es caminar por rocas que estuvieron a más de 1000 km de Iberia formando parte de otra placa tectó-

nica, y que han estado a más de 20 km de profundidad. Además en la sierra y el entorno de Orihuela se observan aguas termales y restos de antiguas actividades mineras, o panorámicas de la falla del Bajo Segura, responsable de la mayoría de terremotos de la comarca. La Vega Baja del Segura, que la rodea, también tiene una interesante historia con su *Sinus Ilicitanus*, sus inundaciones o sus fenómenos de subsidencia.

Cada vez son más los ciudadanos que disfrutan del entorno natural de nuestras ciudades y pueblos. Las actividades deportivas como el senderismo están creciendo considerablemente en la sierra de Orihuela. Conocer la geología de la Sierra y de la Vega ayudará a los oriolanos a valorar, si cabe más, su privilegiado entorno natural.

*Alto soy de mirar a las palmeras,  
rudo de convivir con las montañas...  
Yo me vi bajo y blando en las aceras  
de una ciudad espléndida de arañas.  
Difíciles barrancos de escaleras,  
calladas cataratas de ascensores,  
¡qué impresión de vacío!,  
ocupaban el puesto de mis flores,  
los aires de mis aires y mi río.*

**Miguel Hernández**

## sobre oropéndolas, topónimos y pendones

En 1758 el ilustre botánico sueco Carlos Linneo designa con el nombre latino *Oriolus oriolus*, derivado del adjetivo latino *aureolus* (*dorado*), a un pájaro amarillo y negro, común por sotos y riberas de los ríos mediterráneos.

La *Real y Gloriosa Enseña del Oriol*, bandera de la ciudad de Orihuela, es un pendón coronado por un pájaro de plata sobredorada, el **Oriol**, nombre valenciano para la oropéndola. Es un ave mítica que aparece ya en la Edad Media en el sello concejil de la ciudad y que va sufriendo una metamorfosis en sus distintas representaciones, para aparecer posado en un leño con las alas extendidas y posteriormente con espada en una de sus garras, asemejándose cada vez más a un águila. El nombre de *Oriola-Orihuela* pudo derivar de la abundancia en su término de orioles/oropéndolas.



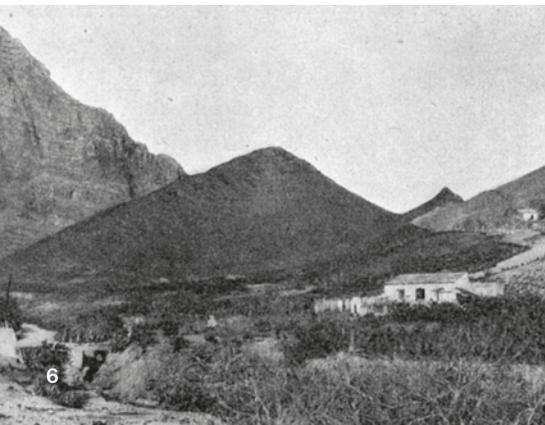
figura 4 - Imagen del estandarte de Orihuela.

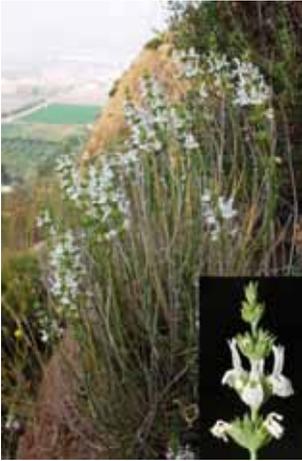


figura 5 - fotografía del pájaro oriol (oropéndola).

La ciudad ha adoptado a lo largo de la historia distintos nombres: se le atribuye erróneamente para época romana el nombre de *Orcelis*; en época visigoda como *Aorariola* o *Aurariola*; en época islámica *Uryula*, quizá una derivación del anterior; y en la Edad Media *Oriola* en valenciano y *Orihuela* en castellano. Algunos cronistas hacen derivar el topónimo de las palabras latinas *Auri olla*, es decir *olla* o *recipiente de oro*, por la supuesta abundancia de oro en nuestras tierras, el cual se extrajo en Santomera, en la sierra de Orihuela, y según otros autores como Martínez Paterna, también en el Cabezo del Oriolet, en las proximidades de la ciudad.

figura 6 - Aspecto del **cerro del Oriolet** (rocas oscuras) antes de que se abriesen las canteras. El afloramiento fue descrito por Cavanilles en 1797, en sus *Observaciones sobre la Historia Natural, geografía, agricultura, población y frutos del Reyno de Valencia*, vol. 2, p. 285, realizadas por encargo del Rey Carlos IV, R.O. de 1791: "Después satisfice mi curiosidad en recorrer el cerro llamado Oriolet que como queda dicho se halla entre la muela y el monte del Castillo asido a ambas faldas. Su figura es cónica algo rebajada y se compone de una especie de piedra verde que se rompe en angulos... Es sumamente dura, echa lumbre herida con el eslabón perciviendose olor de azufre. La creo mina de algun metal. No solamente se ve este en el Oriolet sino que se estiende por los cerros y falda del monte hasta San Cristóbal, como tambien hasta parte de las rayzes de los montes del Castillo y Muela".





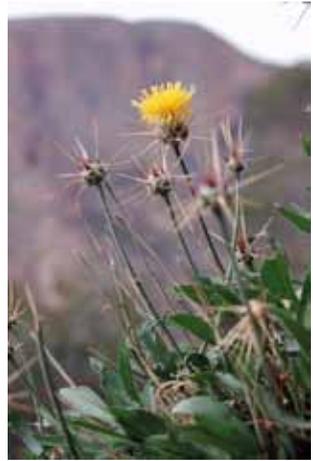
**Sideritis glauca Cav.**

(*Rabo de gato*). Endemismo local que aparece únicamente en las sierras de Callosa, Orihuela y el Cantón (Murcia). Descrita para la ciencia por Cavanilles en 1797, es una especie abundante en fisuras de paredes más o menos verticales, tanto de solana como de umbría y constituye junto a *Centaurea saxicola* la asociación vegetal más singular de estas sierras.



**Lafuentea rotundifolia L.**

Endemismo Iberolevantino herbáceo y perenne, de olor agradable, aspecto aterciopelado y numerosas flores en espigas. De entre 20 y 40 cm de altura, crece en fisuras de paredes calizas de cualquier orientación y es común en cuevas o cantiles protegidos de la luz solar. En las sierras de Callosa y Orihuela alcanza uno de los puntos más al norte de su distribución. Florece de marzo a mayo.



**Centaurea saxicola Lag.**

(*Cardo amarillo de roca*). Cardo amarillo, algo leñoso en la base, común en las fisuras de rocas y pedregales más o menos verticales de las sierras. Se trata de un endemismo murciano-almeriense, muy raro en la Comunidad Valenciana. Se cita en el "Libro Rojo de especies vegetales amenazadas", y fue descrito para la ciencia en la sierra de Orihuela por Mariano Lagasca en 1811. Florece de mayo a junio.

## VEGETACIÓN

La vegetación rupícola, formada por plantas que viven ancladas al sustrato rocoso aprovechando las fisuras existentes en las paredes de la sierra y que no las encontraremos en otros ambientes, constituye la mayor singularidad florística de la sierra de Orihuela y su distribución es muy limitada.

### ¿SABÍAS QUE ...?

A principios del siglo XX la sierra de Orihuela se encontraba desprovista de arbolado. Con el propósito de controlar los procesos erosivos se llevó a cabo la reforestación de buena parte de sus laderas y pies de monte con una especie resistente a la sequía y de crecimiento relativamente rápido: el *pino carrasco* o *Pinus halepensis*.

## FAUNA

La comunidad faunística asociada a la sierra de Orihuela se ha estimado en un total de 115 especies de fauna vertebrada (excepto peces), de las cuales 3 son de anfibios, 12 de reptiles, 21 de mamíferos y 79 de aves.



figura 7 - Búho real, una de las especies de rapaz más abundantes en la sierra de Orihuela.

Las rocas de la sierra de Orihuela han sufrido una historia convulsa ligada a los movimientos entre tres placas tectónicas: África, Eurasia y el Continente Mesomediterráneo. A continuación enumeramos los momentos clave de la historia de la sierra de Orihuela:

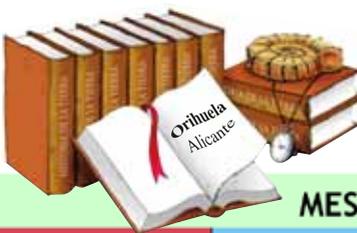


figura 8 - Mapa paleogeográfico del Triásico en el que se muestra la posición de Iberia y el Continente Mesomediterráneo. Con una estrella se indica la posición aproximada donde se depositaron los sedimentos que, con posterioridad, formaron las rocas de la sierra de Orihuela.

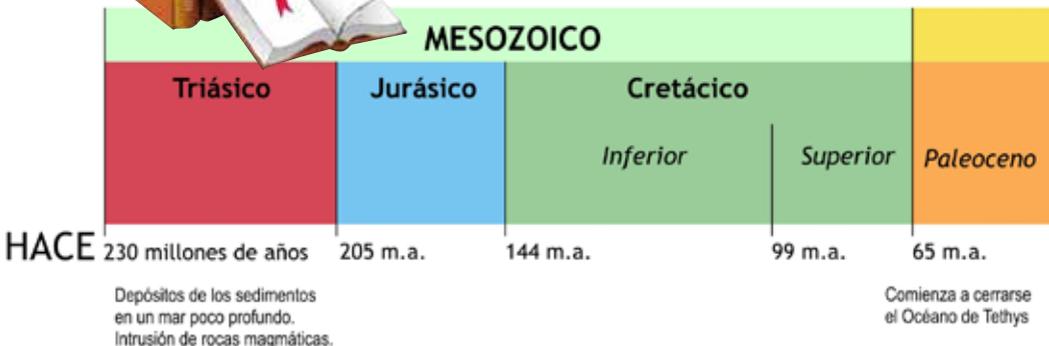
## El Continente Mesomediterráneo y el Océano Tethys

La historia de la sierra de Orihuela comienza en el Triásico, hace 240 millones de años. En ese momento la geografía que existía en la zona en la que nos encontramos era muy diferente de la actual. Había un mar poco profundo que se extendía al sur de Iberia (mar de Tethys) y a unos cientos de kilómetros al oeste una isla denominada Continente Mesomediterráneo (figura 8). Durante el Triásico, en las zonas costeras y bajo el mar de la plataforma continental de esta isla se depositaron sedimentos (Figura 9). Estos sedimentos son los que, con posterioridad, han dado lugar a las rocas que conforman la sierra de Orihuela. Por tanto, las rocas de esta sierra (también las de la sierra de Callosa) son de edad triásica y se originaron, en su mayoría, debajo del mar.

figura 9 - Corte esquemático en el que se ha representado el mar triásico. En color verde se señala la salida hacia el exterior, sin alcanzar la superficie, del material subvolcánico a favor de algunas fallas.



## TABLA DEL TIEMPO



## 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 tectónicas. África comenzó a desplazarse hacia el norte y, por tanto, a acercarse a Iberia (Eurasia). Esto produjo que el Continente Mesomediterráneo (CM) también comenzara a moverse (ver página 22), desplazándose poco a poco hacia el oeste. Como consecuencia de todo este proceso, el mar que separaba ambos continentes comenzó a cerrarse lentamente. En un primer momento las rocas del fondo oceánico se hundieron debajo de los continentes formando lo que se conoce en Geología como una **zona de subducción** (figura 10). Las

rocas marinas que se habían depositado en los bordes del CM también se vieron involucradas y se hundieron lentamente. Como consecuencia, estas rocas sufrieron un aumento de presión y temperatura que provocaron su transformación en **rocas metamórficas**.

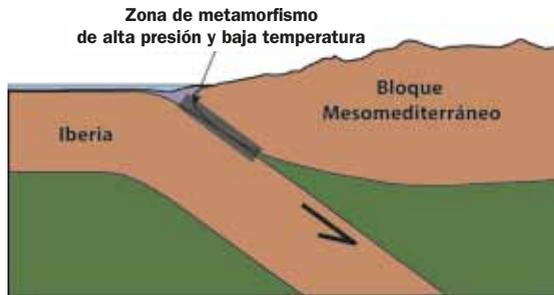
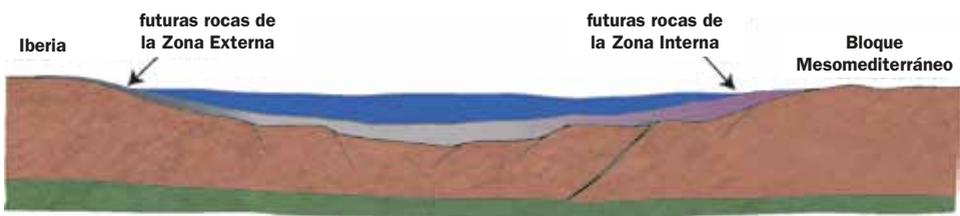
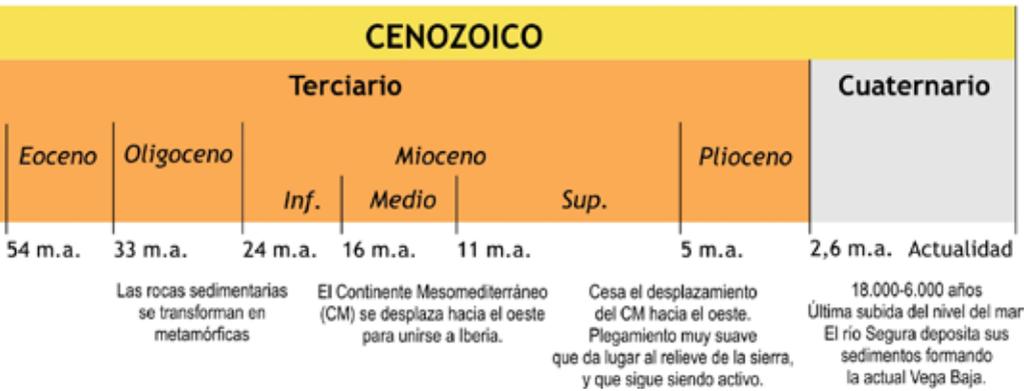


figura 10 - Corte esquemático que representa la zona subducción en la que el Continente Mesomediterráneo se introducía bajo Iberia. En él se localiza de forma aproximada donde se produjo el metamorfismo de las actuales rocas de la sierra de Orihuela.



## TIEMPO GEOLÓGICO



## La colisión del Continente Mesomediterráneo e Iberia (Eurasia)

Mientras que ocurría esa transformación de rocas sedimentarias en rocas metamórficas el Continente Mesomediterráneo seguía desplazándose hacia el Oeste. Este desplazamiento continuó hasta que se encontró con la Península Ibérica, contra la que colisionó. Las rocas que había en la zona de colisión se deformaron intensamente, plegándose y fracturándose. Algunos de esos pliegues y fracturas se pueden observar a lo largo de la sierra de Orihuela (página 14). Este desplazamiento continuó hasta hace aproximadamente 8 millones de años, cuando se detuvo y un fragmento de un tamaño considerable del continente Mesomediterráneo quedó definitivamente unido al sur de Iberia (ver página 22). En ese momento, la pequeña placa tectónica (CM) quedó unida a la placa Euroasiática. Este fragmento es lo que actualmente se conoce como Zona Interna de la Cordillera Bética y sus rocas constituyen, entre otras, las sierras de Orihuela y Callosa.

### El final... por el momento (8 millones de años - actualidad)

Desde entonces (hace aproximadamente 8 millones de años) la placa africana se aproxima a la euroasiática a una velocidad aproximada de 5 mm/año. Este “choque” de placas sigue deformando las rocas de la sierra de Orihuela y de su entorno (prueba de ello es la actividad sísmica). Esta deformación genera pliegues muy amplios y de gran radio, algunos de los cuales se observan en la sierra de Orihuela. De hecho, estos pliegues son los responsables del relieve actual de la propia sierra y, en general, de toda la comarca.

## LUGAR DE ENCUENTRO E INFORMACIÓN

Urbanización Montepinar (intersección entre las calles Alicante y Orense). Se accede desde la carretera CV-868 que va a La Matanza.

### LONGITUD

Recorrido a pie de 10 km.

### DURACIÓN APROXIMADA

4,5 horas, incluidas las explicaciones.

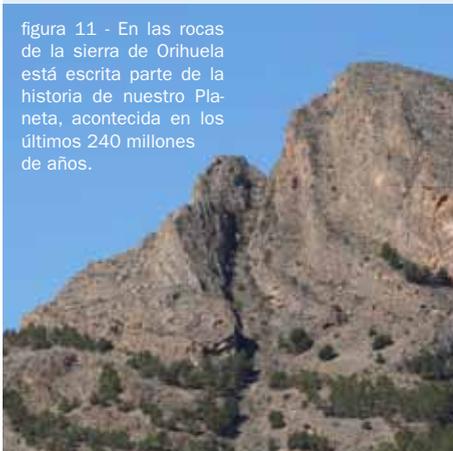
### NIVEL DE DIFICULTAD

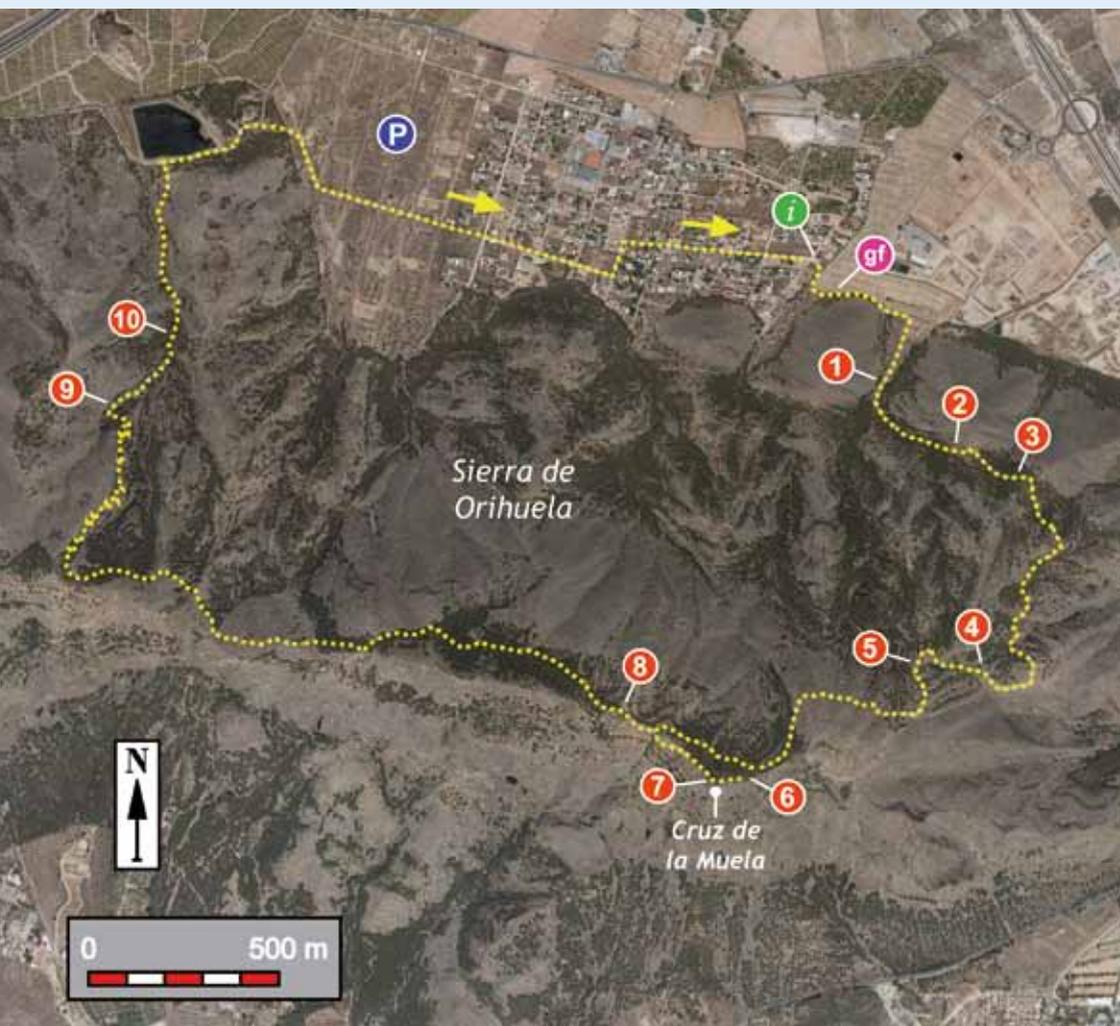
Media. El itinerario discurre a lo largo de senderos en buen estado pero el desnivel es de 450 m.

### NIVEL DE SEGURIDAD

Alto. Se recomienda no salir de los senderos. En el mirador de la cruz de la Muela hay que mantener una distancia de seguridad prudente al escarpe.

figura 11 - En las rocas de la sierra de Orihuela está escrita parte de la historia de nuestro Planeta, acontecida en los últimos 240 millones de años.





|                               |                                  |                                   |
|-------------------------------|----------------------------------|-----------------------------------|
| <b>i</b> Punto de encuentro   | <b>1</b> Rocas del Triásico      | <b>6</b> Falla del Bajo Segura    |
| <b>P</b> Zona de aparcamiento | <b>2</b> Foliación               | <b>7</b> <i>Sinus illicitanus</i> |
| <b>gf</b> Parada de geofísica | <b>3</b> Pliegues menores        | <b>8</b> Tectónica de placas      |
| ..... Itinerario geológico    | <b>4</b> Bioturbación            | <b>9</b> Minería en la sierra     |
|                               | <b>5</b> Estructura de la sierra | <b>10</b> Suelos                  |

A simple vista la sierra de Orihuela puede parecer una masa de roca uniforme, pero en realidad se distinguen cinco conjuntos principales de rocas:

**Carbonatos** · Composición caliza y dolomítica, de color gris y aspecto compacto. Constituyen la mayor parte de la sierra de Orihuela.

**Filitas y cuarcitas** · Proceden del metamorfismo de arcillas y areniscas respectivamente. De color violeta, gris azulado o verdoso. Se encuentran en la falda sur de la sierra y en el barranco de la Baronesa.

**Calcoesquistos** · Son el producto del metamorfismo de margas. Tienen tonos amarillentos o marrones claros. Abundantes en la senda que sube a la Cruz de la Muela.

**Metabasitas** · Ver páginas 36 y 37.

**Brechas** · Rocas sedimentarias generadas por la acumulación de fragmentos de otras rocas que proceden de la erosión de la sierra. Forman los abanicos aluviales que rodean la sierra.



figura 12 · Aspecto de las rocas carbonatadas del Triásico en la parada 1. Se observa un fósil de **crinoideo** (son una clase del filo equinodermos); también reciben el nombre común de *lirios de mar*, debido al aspecto ramificado de sus brazos.

### ¿MÁRMOLES O CALIZAS Y DOLOMIÁS?

Se tiene constancia de que las rocas de la sierra de Orihuela han sido sometidas, en algún momento de su historia geológica, a condiciones metamórficas. 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 se alcanzaron profundidades algo superiores a los 20 km). Si las condiciones geológicas hubiesen sido las normales, 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 presentan una **cristalinidad baja**. Por tanto, nos encontramos ante un caso curioso en el que rocas carbonatadas que han sufrido condiciones metamórficas todavía mantienen un aspecto parecido al original de las rocas sedimentarias. De ahí que en algunas publicaciones científicas 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 13 · Imagen tridimensional de Google Earth de Orihuela y su sierra en la que se han indicado los principales sectores donde afloran rocas carbonatadas, filitas y cuarcitas.

Algunas rocas de la sierra de Orihuela tienen una organización en láminas muy finas, como si fueran las hojas de un libro. Este conjunto de láminas recibe el nombre de **foliación** (del latín *folium*, que significa *hoja*) y es una característica que presentan la mayoría de las rocas metamórficas.

¿Cómo se ha originado esta foliación? Como se ha indicado anteriormente estas rocas han estado sometidas a grandes presiones y temperaturas. En muchas ocasiones esas presiones son dirigidas, es decir hay más presión en una dirección del espacio que en otra. Las presiones dirigidas hacen que los minerales que ya existían en la roca se reorienten, de tal modo que tienden a disponerse con su parte más larga

perpendicular a la máxima presión (figura 14). Algo parecido les ocurre a los nuevos minerales que se están formando durante el metamorfismo, a los que les resulta más fácil crecer en la dirección de menor presión. El resultado de todo ello es que los minerales que componen las rocas metamórficas tienden a estar todos orientados paralelos entre sí, definiendo láminas muy finas que dan lugar a la *foliación*.

### ¿SABÍAS QUE ...?

No todas las rocas metamórficas están foliadas; si los minerales que las componen no tienen ningún lado más largo que los demás no pueden orientarse, por lo que la roca tendrá un aspecto masivo. Este es el caso de las rocas carbonatadas de la parada anterior que, a pesar de ser rocas metamórficas, no están foliadas.

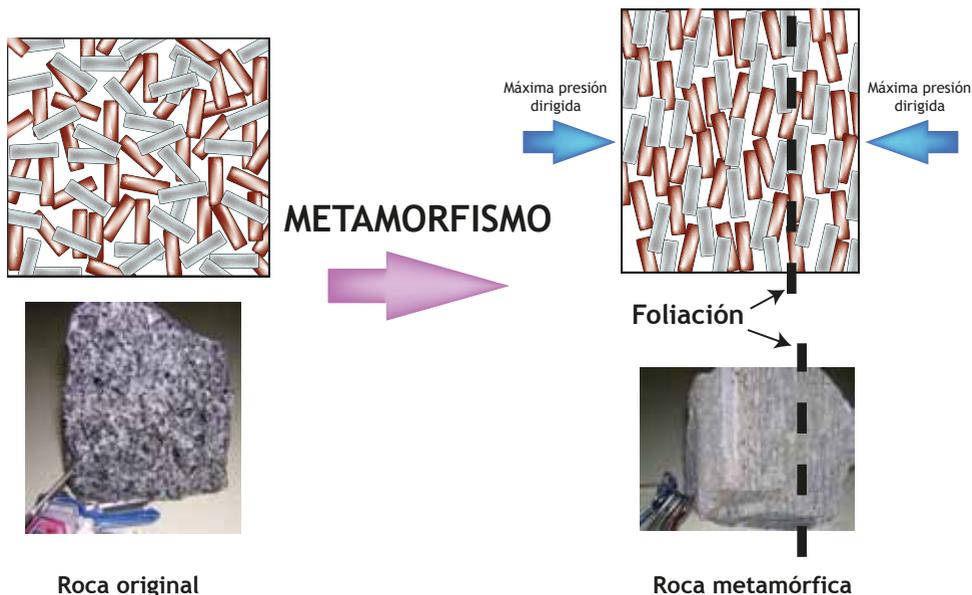


figura 14 - Durante el metamorfismo, las presiones dirigidas producen la foliación (aspecto hojoso) de las rocas.



figura 15 - Las rocas de la sierra de Orihuela se hundieron en una zona de subducción (figura 10) hasta 20 km de profundidad, alcanzando temperaturas superiores a 250°C que favorecieron la deformación dúctil (formación de pliegues). Por otra parte, durante decenas de millones de años, estas rocas han estado sometidas a esfuerzos provocados por las placas Euroasiática, Africana y el Continente Mesomediterráneo.

Una de las singularidades de las rocas de la sierra de Orihuela es que están plegadas. Pero...

¿Cómo es posible que rocas tan duras y rígidas puedan plegarse? Las rocas pueden tener dos tipos de comportamiento: frágil y dúctil, dependiendo de las condiciones a las que estén sometidas. Dos de los factores que más influyen son la temperatura y el tiempo.

**TEMPERATURA:** A medida que un objeto está más caliente su comportamiento es más dúctil, o lo que es lo mismo, tiende a deformarse sin romperse; algo parecido le ocurre por ejemplo al chocolate que cuando está a temperatura ambiente se parte fácilmente en trozos pero al calentarlo se vuelve maleable. Las rocas, a temperaturas elevadas, pueden plegarse con relativa facilidad.

**TIEMPO:** Los procesos geológicos son, en general, extremadamente lentos (en Geología la unidad habitual de medida es el millón de años). Cualquier objeto tiende a comportarse dúctilmente cuando se deforma lentamente, mientras que si la velocidad de deformación es rápida tiende a comportarse de forma frágil (a romperse). Imaginemos una tabla de madera de una estantería: si la golpeamos con un martillo (deformación rápida) se romperá, pero si apoyamos sobre ella una colección de libros durante años, se flexionará y deformará permanentemente.



figura 16 - Pliegues de escala centimétrica en rocas triásicas del Barranco de las Minas, resultado de los esfuerzos tectónicos.

En la sierra de Orihuela apenas se encuentran restos fósiles, al estar constituida fundamentalmente por rocas sometidas a metamorfismo (ver página 12). Estos procesos metamórficos (habitualmente elevadas presiones y temperaturas) suelen disipar cualquier rastro fósil de las rocas sedimentarias originales. Los escasos enclaves en los que se pueden identificar fósiles en la sierra de Orihuela se encuentran en materiales carbonatados, originariamente depositados en un mar somero hace aproximadamente 230 millones de años (Triásico).

Los fósiles aquí reconocidos corresponden a conchas de bivalvos y, fundamentalmente, a pistas de organismos bentónicos también llamadas ichnofósiles. Normalmente no es fácil precisar el organismo que originó cada pista en concreto, aunque es posible inferirlo analizando la estructura y morfología de la traza. La mayoría de los ichnofósiles hallados en la sierra de Orihuela son el resultado de la actividad de gusanos que realizaron madrigueras alimentándose y moviéndose dentro del fondo marino poco consolidado.

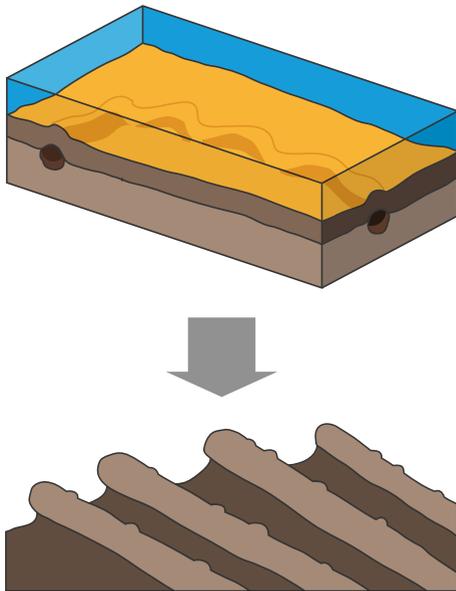


figura 17 - Las pistas fósiles de Orihuela se formaron en el interior del sustrato. Ahora las vemos en la superficie de los estratos porque el nivel superior ha sido erosionado por los agentes atmosféricos.

**¿SABÍAS QUE ...?**

Los crustáceos actuales construyen galerías en el fondo marino con muchísimas ramificaciones que pueden llegar a ser muy complejas, pudiendo alcanzar varios metros de profundidad. En la figura podemos ver el molde de una galería de un crustáceo actual (Nickell y Atkinson, 1995). Escala = 10 cm.



**¿SABÍAS QUE ...?**

El término *fósil* incluye, además de los consabidos restos de un determinado organismo, cualquier signo de su actividad biológica.

Además de los pliegues de menor tamaño que se observan a lo largo del itinerario (ver página 14), la sierra de Orihuela también tiene pliegues con un tamaño de cientos de metros. Desde esta panorámi-

ca se reconoce un pliegue sinforme, situado al norte, y un pliegue antiformal al sur (figura 18). Los pliegues antiformal, tal y como ocurre en la sierra de Orihuela, suelen coincidir con relieves elevados.

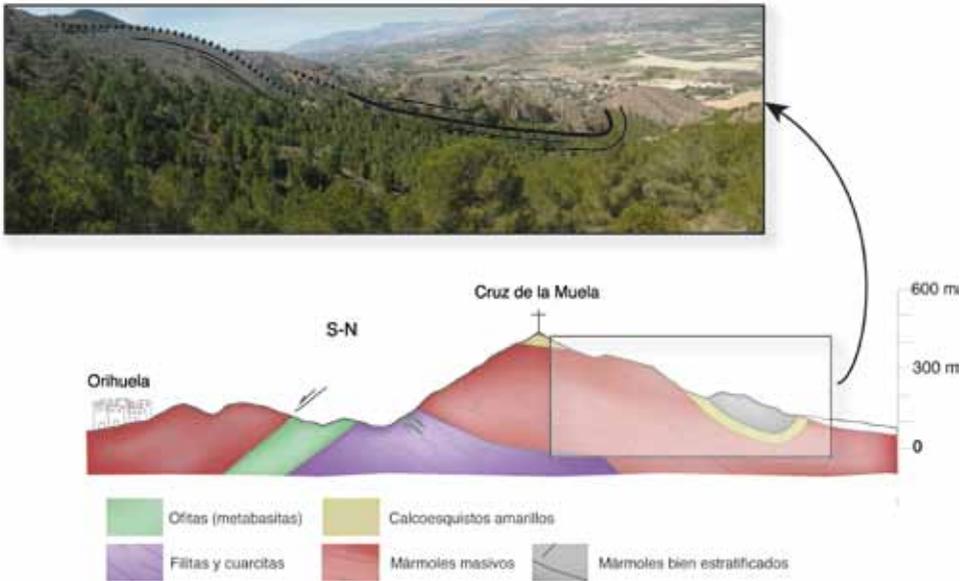


figura 18 - Corte geológico de la sierra de Orihuela donde se señala con un recuadro la panorámica de la fotografía superior. Con líneas de color negro se indican los pliegues de las rocas triásicas.

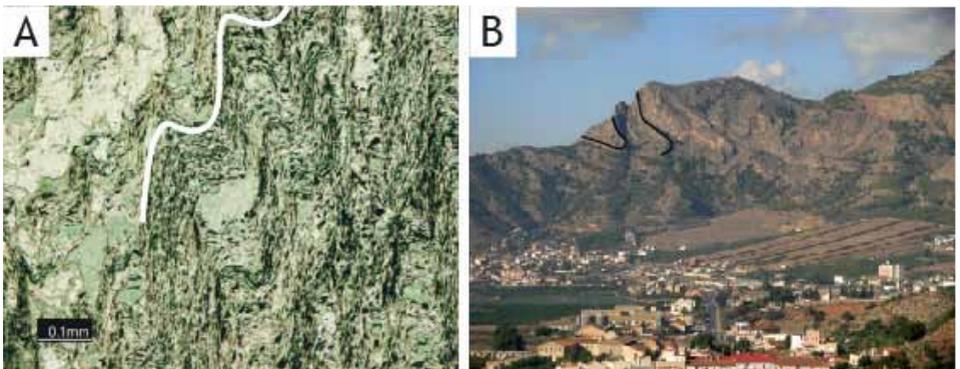


figura 19 - Los pliegues de la sierra de Orihuela tienen una geometría fractal. Coexisten pliegues de tamaño kilométrico, métrico, centimétrico e, incluso, pliegues tan pequeños que sólo son visibles con un microscopio (foto de la izquierda, A).

figura 20 - Pliegue en rocas carbonatadas de edad triásica. Estos pliegues de escala métrica son muy frecuentes en el sendero a la Cruz de la Muela.

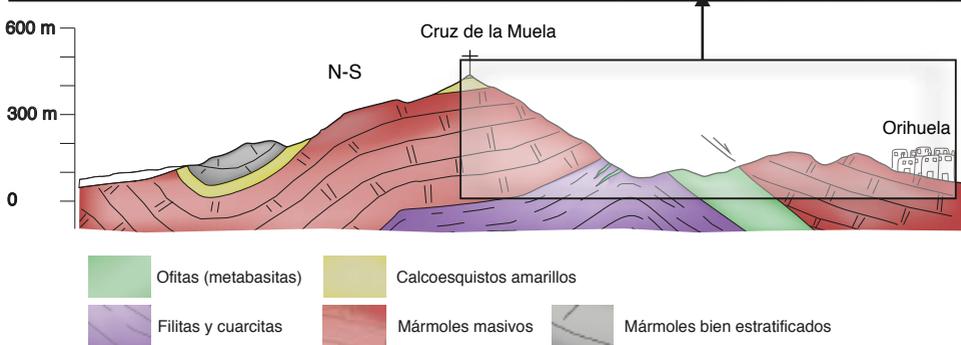


figura 21 - Corte geológico de la sierra de Orihuela donde se señala con un recuadro la panorámica de la fotografía superior. Obsérvese que este corte es idéntico al de la figura 18, pero orientado al contrario.

### ¿SABÍAS QUE ...?

Cuando las rocas se deforman se originan estructuras (pliegues y/o fracturas) de todos los tamaños, desde tan pequeñas que necesitamos un microscopio para verlas, hasta tan grandes que llegan a reconocerse desde el espacio. Además, si las condiciones son idénticas esta colección de estructuras de diferentes tamaños tienen la misma geometría. Es lo que se conoce como geometría fractal. No sólo las estructuras geológicas tienen esta geometría, por ejemplo el romanescu (híbrido entre brócoli y coliflor) es una verdura con geometría fractal.





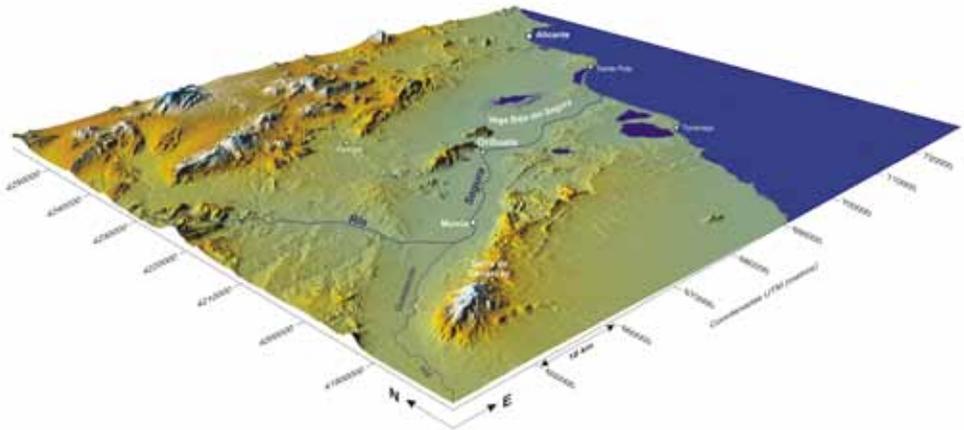


figura 24 - La mayoría de los cursos fluviales del Planeta están controlados por la geología, bien por el tipo de rocas o por su estructura. El curso bajo del río Segura no es una excepción. En la figura se observa como el río Segura fluye hacia el SE desde Cieza hasta llegar a Alcantarilla donde cambia dirección. ¿A qué se debe este cambio tan brusco de dirección? Las sierras de Carrascoy y de la Cresta del Gallo se están elevando continuamente por la falla del Norte de Carrascoy. Estos relieves impiden que el río continúe su curso hacia el SE, hacia Cartagena, obligándole a girar hacia el Noreste, paralelamente a la falla. A partir de la ciudad de Orihuela, vuelve a cambiar de dirección, ahora hacia el Este, también de forma paralela a la traza de la falla del Bajo Segura.

### ¿SABÍAS QUE ...?

Uno de los efectos geológicos de los terremotos es que construyen relieves. La actividad de esta falla a lo largo de los últimos millones de años, a través de miles de terremotos, es responsable de la elevación de los relieves de la sierra de Hurchillo, sierra de Benejúzar, Lomas de la Juliana y sierra de El Moncayo (Guardamar). También produce un pliegue sinclinal, sobre el que se sitúa el valle del río Segura.

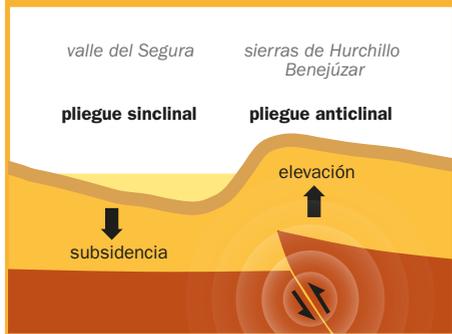
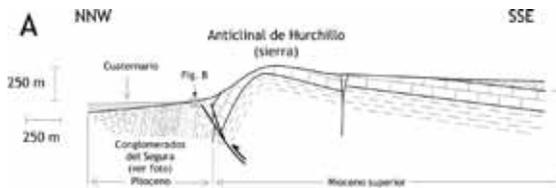


figura 25 - Estructura geológica de la sierra de Hurchillo (A) Se ha indicado la posición de la fotografía inferior (B), en la que se observan estratos verticales de rocas conocidas como "Conglomerados del Segura" de edad Plioceno (aproximadamente 3,5 millones de años).

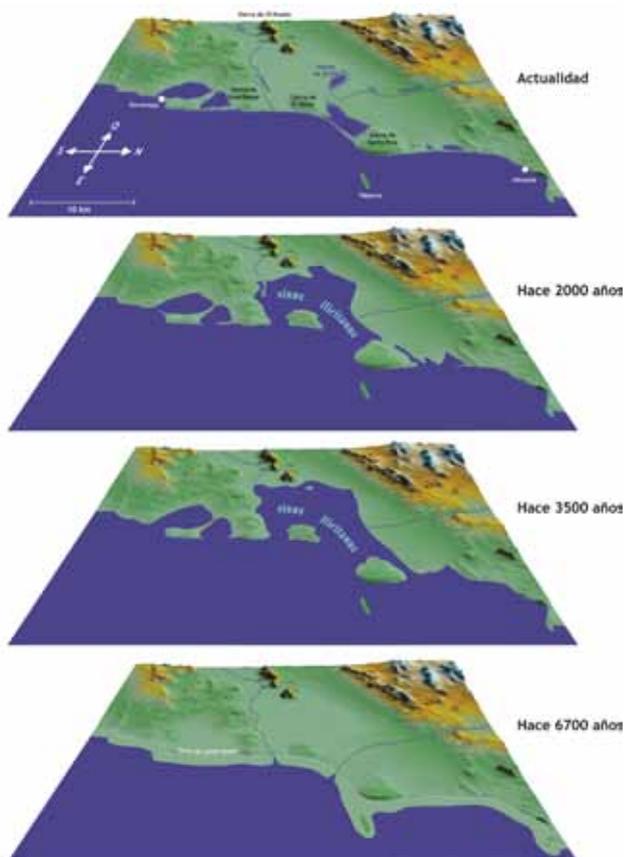
### ¿SABÍAS QUE ...?

La falla del Bajo Segura, como el resto de las fallas de la Península Ibérica, puede considerarse una falla lenta, con tasas de desplazamiento menores a un milímetro al año. Los estudios geológicos y geodésicos indican que la falla se mueve aproximadamente entre 0,2 y 0,6 milímetros por año.



## VEGA BAJA DEL SEGURA: MOMENTOS DESTACADOS

|                         |   |
|-------------------------|---|
| <i>hace 20.000 años</i> | El mar se situaba a unos 120 metros por debajo del nivel actual.  |
| <i>hace 15.000 años</i> | El mar se situaba unos 70 m por debajo del nivel del mar actual.  |
| <i>hace 6.200 años</i>  | Comienza a inundarse el valle fluvial del río Segura y se forma el <i>Sinus ilicitanus</i> .  |
| <i>hace 5.000 años</i>  | La laguna salobre llegaba hasta casi Orihuela.<br>Desde entonces, la laguna salobre comenzó a colmatarse de sedimentos por los aportes mayoritarios del río Segura y, en menor medida, del río Vinalopó y otros cursos fluviales menores. |
| <i>hace 2.000 años</i>  | La desembocadura del río Segura se localizaba en mitad de la laguna.  |
| <i>Hace 1.500 años</i>  | La desembocadura del río se situó en Guardamar.   |



### ¿SABÍAS QUE ... ?

De forma natural, la laguna salobre se ha ido desecando por los aportes de sedimentos de los ríos, especialmente del Segura. Pero el hombre ha acelerado este proceso. A principios del siglo XVIII, el cardenal Belluga llevó a cabo los primeros trabajos de colonización. Posteriormente, le siguieron los realizados por el Marqués de Elche, particulares o sociedades locales y el Instituto Nacional de Colonización. Sobre estos terrenos ganados a estas zonas pantanosas y salobres se asientan las actuales poblaciones de Dolores, San Fulgencio, San Felipe Neri o San Isidro de Albaterra.

figura 26 - Evolución del paisaje de la Vega Baja del Segura desde hace 6.700 años hasta la actualidad con la formación del *Sinus Ilicitanus*.

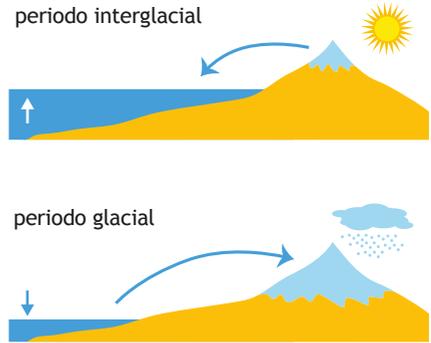
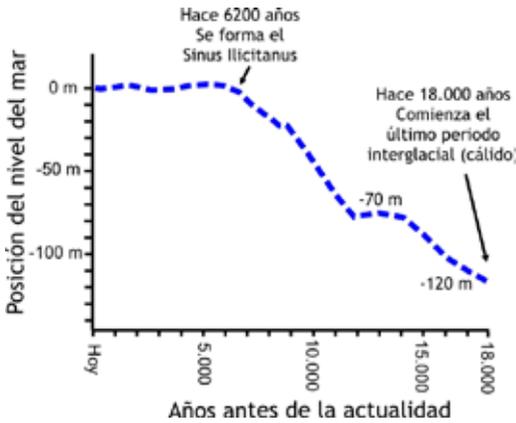


figura 27 - Durante el Cuaternario, es decir, durante los 2,6 últimos millones de años, el clima del Planeta ha sufrido varios cambios importantes con una alternancia de periodos fríos (glaciales) y cálidos (interglaciales). Durante los periodos fríos, la acumulación de grandes volúmenes de hielo en los continentes ha ocasionado un descenso del nivel del mar incluso de hasta más de 100 metros. Cuando comenzó el último periodo interglacial hace unos 18.000 años (todavía nos encontramos en este periodo cálido), el hielo glacial comenzó a fundirse y el nivel del mar a ascender lentamente de forma más o menos continua.



figura 28 - Esquema que muestra los tres grandes dominios geomorfológicos de Orihuela: la Sierra y la Vega separados por los abanicos aluviales.

figura 29 - Antiguo aspecto de la sierra de Orihuela y el palmeral de San Antón.

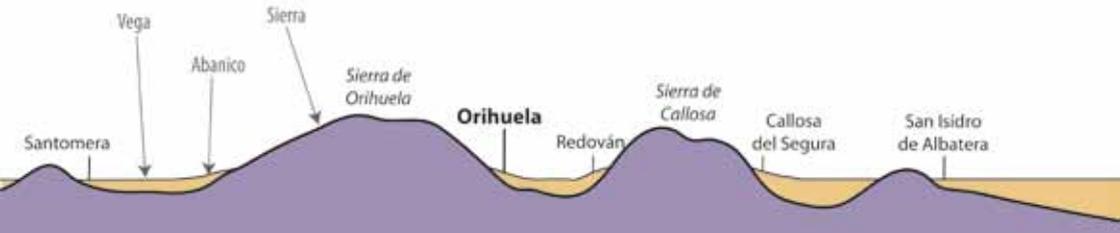


figura 30 - Corte esquemático en el que se observa cómo están unidas las sierras de Orihuela y Callosa, así como los distintos cabezos que salpican la Vega Baja del Segura.

La historia de la sierra de Orihuela está relacionada con la evolución y desplazamiento de tres placas tectónicas: África, Eurasia y el Continente Mesomediterráneo. Las placas nacen, crecen o decrecen y mueren. Lo que quiere decir esta frase es que a lo largo de la

historia de la Tierra, las placas van apareciendo y desapareciendo a lo largo de decenas o centenares de millones de años. El antiguo continente Mesomediterráneo, que se movió independientemente de África y Eurasia, es un buen ejemplo.

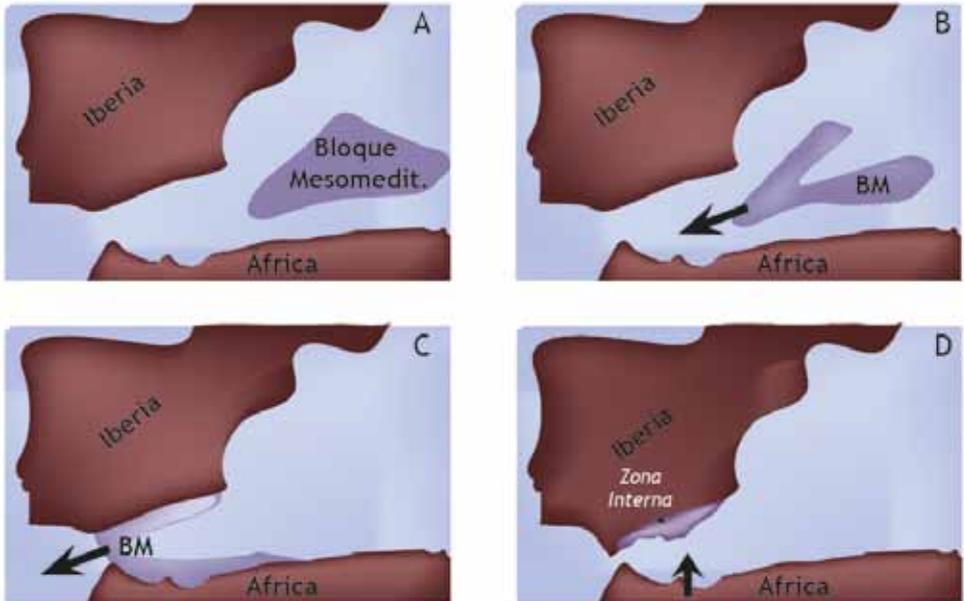


figura 31 - La historia de la sierra de Orihuela está relacionada con tres placas tectónicas: África, Eurasia y el Continente Mesomediterráneo (CM) (A). Hace aproximadamente 70 millones de años se produjo un cambio muy significativo en el movimiento de las placas tectónicas. África comenzó a desplazarse hacia el norte y, por tanto, a acercarse a Iberia. Esto provocó que el CM comenzara a desplazarse, poco a poco hacia el oeste (B). Este desplazamiento continuó hasta que se encontró con la Península Ibérica, contra la que colisionó durante varios millones de años (C). Las rocas que había en la zona de colisión se deformaron intensamente, plegándose y fracturándose, y formando nuestra Cordillera Bética (la sierra de Orihuela forma parte de esta cadena de montañas). Este desplazamiento continuó hasta hace aproximadamente 8 millones de años, cuando se detuvo y un fragmento de un tamaño considerable del CM quedó definitivamente unido al sur de Iberia (D). En ese momento, la pequeña placa tectónica (CM) quedó unida a la placa Euroasiática, y dejó de existir como placa independiente. Este fragmento es lo que actualmente se conoce como Zona Interna de la Cordillera Bética y sus rocas constituyen, entre otras las sierras de Orihuela y Callosa.

### ¿SABÍAS QUE ...?

Los primeros mapas de tectónica de placas elaborados en los años setenta identificaron 12 grandes placas. Los estudios modernos geodésicos (GPS) han permitido identificar, de momento, 56 placas.

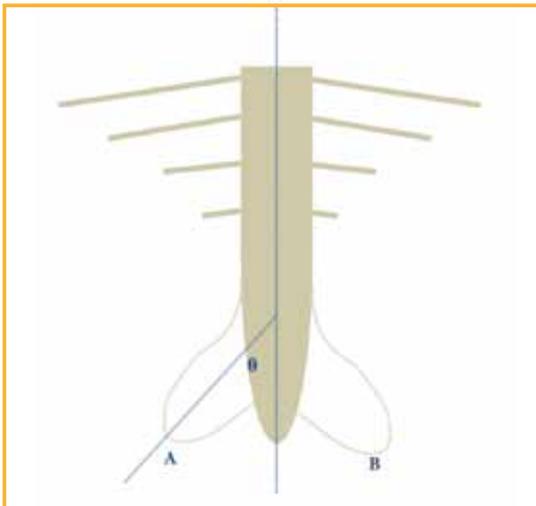
### ¿SABÍAS QUE ...?

El récord de velocidad medido entre 2 placas tectónicas se ha registrado en el Pacífico occidental, en Tonga (al sur de Samoa y este de Fiji). Aquí la placa Pacífica se hunde ¡24 cm al año! bajo la placa Australiana (la placa Africana y la Euroasiática se aproximan 0,5 cm/año en nuestro entorno).

Las plantas pueden “ver” donde están las grietas con suelo y crecen a lo largo de ellas.

La trayectoria que sigue una raíz depende de la resistencia que encuentre en el suelo. Las raíces no actúan al azar y ocupan, con mayor frecuencia, las hendiduras, grietas y poros grandes del suelo. El mecanismo por el que las raíces se localizan en estos huecos parece estar ligado a un fenómeno llamado **circumnutación** (el modelo en vaivén de crecimiento radicular, ver esquema inferior). Desde los tiempos de Darwin, este proceso ha sido observado por numerosos investigadores.

Las grietas y las fisuras del suelo ofrecen menos resistencia para el crecimiento radicular, y mediante esos movimientos oscilatorios la raíz “encuentra” la grieta. Además, mientras crece la va abriendo, liberando sustancias orgánicas que disuelven la roca y formando así más suelo.



### ¿SABÍAS QUE ...?

Existen varios tipos de movimientos oscilatorios de las raíces. El cambio de posición del extremo apical es muy rápido. En menos de una hora puede cambiar de la posición **A** a la **B**.

figura 32 - Las raíces muestran un aspecto ondulado al ir oscilando mientras atraviesan el suelo.

La sierra de Orihuela es uno de los escasos lugares de la provincia de Alicante donde ha habido una minería metálica en el pasado. La más importante está relacionada con el hierro. En varios puntos de la ladera sur de la sierra, y en el barranco de las Minas situado en la ladera norte, existen minas y prospecciones mineras de este metal. La mayoría datan del siglo XIX, aunque existen evidencias de actividad minera desde la Prehistoria. Estas minas están formadas por un pozo simple o una galería horizontal, aunque también existen algunas más complejas. Los minerales más importantes son el **oligisto** o **hematites** y la **goethita**, aunque también se ha descrito **siderita**, **pirita** y **ocres**. Algunos silicatos asociados a estas minerali-

zaciones son **asbestos** o **amianto** (crocidolita) o **calcedonia**.

También hay que destacar la mina de **cinabrio**, para la extracción de mercurio, conocida como mina Virgen del Carmen. Esta mina, situada en el cerro del Oriolet junto al barrio de San Antón, se abrió en 1863 permaneciendo activa durante dos o tres años.

Además, en la sierra de Orihuela, en la pedanía de La Aparecida, existen mineralizaciones de cobre en niveles de cuarcitas del Triásico. En esta sierra también se ha descrito la presencia de **ilmenita**, **magnetita**, **calcopirita** y **arsenopirita** en las metabasitas; y se han citado minerales de enriquecimiento supergénico: **cuprita**, **calcosina** y **covellina**. Asimismo, se han citado



oligisto o hematites ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ )



hematites ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ) y pirita ( $\text{FeS}_2$ )



goethita ( $\text{FeO}(\text{OH})$ )



asbestos o amianto ( $\text{Na}_2\text{Fe}^{2+}_3\text{Fe}^{3+}_2\text{Si}_8\text{O}_{22}(\text{OH})_2$ )

**malaquita**, **azurita** y **crisocola**, como menas de meteorización. Como curiosidad, existen referencias de presencia de cobre nativo, plata y oro (que algunos autores dicen que da el nombre a la ciudad, "Aurariola"). Estas mineralizaciones se continúan en la sierra del Puerto, ya en la Región de Murcia.

Finalmente, por la naturaleza carbonatada de las rocas hay abundante **calcita**. Existen también referencias de varias minas de **yeso**, y canteras de **alabastro**.

Las mineralizaciones metálicas de la Sierra de Orihuela (hierro, cinabrio y cobre) se formaron en una de las principales épocas "metalogenéticas" de la Cordillera Bética: el **Triásico**. Aunque no existen investigaciones detalladas,

parece que la mayoría de estas mineralizaciones se concentran en el contacto entre las rocas detríticas y carbonatadas de esta edad. Algunas de estas mineralizaciones son estratiformes llegando a "impregnar" las rocas carbonatadas (diseminación), y otras se concentran en fracturas. Su origen puede estar ligado con actividad volcánica triásica (las mineralizaciones de Orihuela están asociadas a los afloramientos de metabasitas, que son rocas magmáticas; ver páginas 36 y 37). Es común en otros lugares de la Cordillera Bética (Alicante, Murcia y Andalucía), que fluidos calientes ricos en hierro y otros metales circularsen a lo largo de fracturas "mineralizando" tanto las rocas magmáticas como las rocas sedimentarias.



**calcosina** ( $\text{Cu}_2\text{S}$ )



**calcedonia** (variedad criptocristalina de la sílice  $\text{SiO}_2$ )



**cinabrio** ( $\text{HgS}$ )



**malaquita** ( $\text{Cu}_3(\text{CO}_3)_2(\text{OH})_2$ )

### LUGAR DE ENCUENTRO E INFORMACIÓN

Se puede elegir el punto de inicio entre dos opciones:

#### **A Seminario de Orihuela**

(recomendado para los oriolanos y habitantes de la comarca).

**B Colegio de Santo Domingo, Puerta de La Olma** (recomendado para los visitantes de otras poblaciones de la provincia), ya que se habilitará una zona de aparcamiento.

### LONGITUD

Recorrido a pie de 4,5 km.

### DURACIÓN APROXIMADA

2 h 45 min, incluidas las explicaciones.

### NIVEL DE DIFICULTAD

Bajo. El tramo entre el Cerro del Oriolet y el Seminario no es recomendable para personas de movilidad reducida (tiene algunas zonas escalonadas con pasamanos). Este tramo se puede evitar si se realiza un itinerario lineal de ida y vuelta entre el Seminario, Colegio de Santo Domingo y el Cerro del Oriolet.

### NIVEL DE SEGURIDAD

Alto. Se recomienda no salir de los senderos. En el trayecto urbano, es necesario prestar atención al tráfico.



figura 33 - Vista panorámica del Cerro de San Miguel desde la Cruz de la Muela.



#### INICIOS DEL RECORRIDO

- i Seminario
- i Colegio de Santo Domingo
- T ZONA DE TALLERES
- gt Geotecnia
- p Historia del Palmeral
- h Horno de cinábrio

#### ..... ITINERARIO GEOLÓGICO

- |   |  |
|---|--|
| <span style="color: orange;">1</span> Inundaciones río Segura                 | <span style="color: orange;">6</span> Baños de San Antón       |
| <span style="color: orange;">2</span> Falla del Bajo Segura *<br>(terremotos) | <span style="color: orange;">7</span> Acuífero de la Vega Baja |
| <span style="color: orange;">3</span> Sinus ilicitanus *                      | <span style="color: orange;">8</span> Rocas magmáticas         |
| <span style="color: orange;">4</span> Subsistencia                            | <span style="color: orange;">9</span> Minería en Orihuela *    |
| <span style="color: orange;">5</span> Alteración de monumentos                | <span style="color: orange;">10</span> Tectónica de Placas *   |

\* Ver paradas 6, 7, 8 y 9 en el itinerario anterior

La Vega Baja del Segura ha tenido un aprovechamiento agrícola desde la antigüedad. Al tratarse de una llanura de inundación presenta un elevado riesgo frente a las avenidas. La elevada frecuencia y virulencia de este riesgo natural se debe a una serie de causas entre las que se puede destacar: la diversidad en el tipo de lluvias que generan inundaciones, una topografía de escasa pendiente, abundantes estrechamientos y elevación del cauce, ciertas dificultades de desagüe hacia el mar, un nivel freático del acuífero alto y el aporte de algunos ríos, ramblas y canales.

### Protección frente a las inundaciones

Cuando el hombre se instaló en este territorio se protegió frente a las inundaciones ubicando sus poblaciones en las

laderas de los relieves. Este hecho fue cambiando con el tiempo, especialmente durante el s. XX, siendo cada vez más abundantes las ocupaciones en sectores con mayor riesgo.

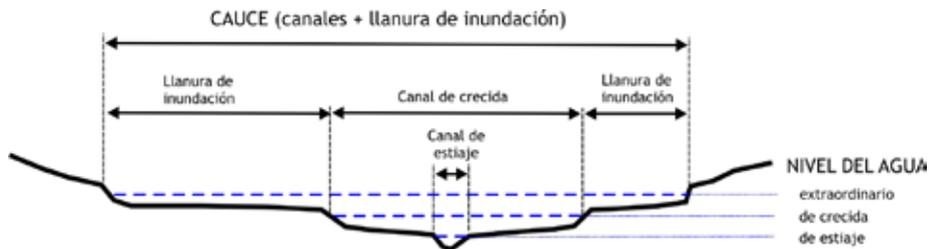
Inicialmente la lucha contra las avenidas estuvo basada en la construcción de una red para el riego (red de acequias y azarbes) que, además, permitía un aprovechamiento exhaustivo del agua. Asimismo, cuando el río crecía se utilizaban sacos terreros para evitar que el agua inundase los campos y se construían diques longitudinales (motas). La ineficacia de los métodos tradicionales conllevó el diseño de varios planes de defensa frente a las avenidas. El más importante se desarrolló tras la inundación de 1987 y supuso el encauzamiento del río entre Murcia y Guardamar.

figura 34 - Trazado actual del río Segura en el tramo Beniel-Orihuela después de su encauzamiento. Se han remarcado los antiguos meandros del río (sotos). Con estas obras la longitud del río entre la Contraparada (Murcia) y Guardamar ha pasado de 88 km a 65 km, lo que ha supuesto un acortamiento del recorrido del río de algo más del 25%.



## ¿SABÍAS QUE ...?

El cauce de un río incluye sus canales de estiaje y crecida, pero también sus llanuras de inundación. En episodios extraordinarios, que se repiten en el tiempo, el río ocupa todo su cauce.



| fecha                  | inundación                | caudal (Q) y altura del agua (h)     | daños en la Vega Baja   |
|------------------------|---------------------------|--------------------------------------|---|
| 15 de Octubre 1879     | Riada de Santa Teresa     | Q = 2000 m <sup>3</sup> /s           | Destrucción generalizada  |
| 22 de Mayo 1884        | Riada de la Ascensión     |                                      | Gravísimos daños en las Vegas Media y Baja                                  |
| 30 de Noviembre 1916   | Riada de San Andrés       |                                      | Anegamiento del pueblo de Orihuela  |
| 21 de Abril 1946       | Riada del Viernes Santo   | Q = 1138 m <sup>3</sup> /s           | Evacuación de Dolores, Rafal y San Fulgencio                                |
| 20 de Octubre 1948     |                           | Q = 1172 m <sup>3</sup> /s           | 105.000 tahúllas anegadas   |
| 19 de Octubre 1972     |                           | h = 6 m en Beniel                    | 540 ha anegadas en la Vega Baja   |
| 20 de Octubre 1973     | Riada de Puerto Lumbreras | h = 5,6 m en Orihuela                | 500 personas evacuadas. 86 víctimas mortales                                |
| 3 de Noviembre 1987    |                           | Q = 1000 m <sup>3</sup> /s           | Récord lluvia/24 h en Orihuela (311 mm)<br>Centenares de personas evacuadas |
| 5-7 de Septiembre 1989 |                           | h = 7,2 m en Rojales                 |   |
| 21 de Octubre de 2000  |                           | Q = 350 m <sup>3</sup> /s h = 4,65 m | El río alcanzó la cima del nuevo encauzamiento                              |

Tabla I. Inundaciones más destacadas en la Vega Baja.

## ¿SABÍAS QUE ...?

La primera referencia histórica de una avenida data del año 738 a. C. Los árabes, ya en el siglo XI, comparaban las inundaciones del Segura con las del Nilo. Fueron ellos quienes introdujeron el sistema de riego por redes de acequias (aguas vivas) y azarbes (aguas muertas), técnica que optimiza el riego de todo el valle cultivado y fue usada en Mesopotamia para diseminar avenidas.

El horno de Santa Matilde de Orihuela, que es del tipo Bustamante y data de 1888, se utilizaba para obtener mercurio a partir del cinabrio (sulfuro de mercurio). El mineral cinabrio se calienta con un fuego de leña produciendo vapores de mercurio que son separados de las rocas. Estos vapores se condensan a su paso por varios serpentines expuestos al aire e inclinados hacia abajo. Cada serpentín está construido empalmando aludeles, como unas vasijas de barro cocido abiertas

por ambos extremos. Los vapores de mercurio al condensarse producen mercurio líquido, que cae por estos serpentines mientras que el resto de los gases continúan su camino. Hacia la mitad del trayecto hay una quiebra, y el aludel que hay en esa quiebra tiene un orificio para que salga el mercurio líquido. Los gases continúan por los serpentines inclinados hacia arriba hasta llegar a unas arquetas que contienen agua. Los gases lavados, ya sin mercurio, salen por la chimenea.

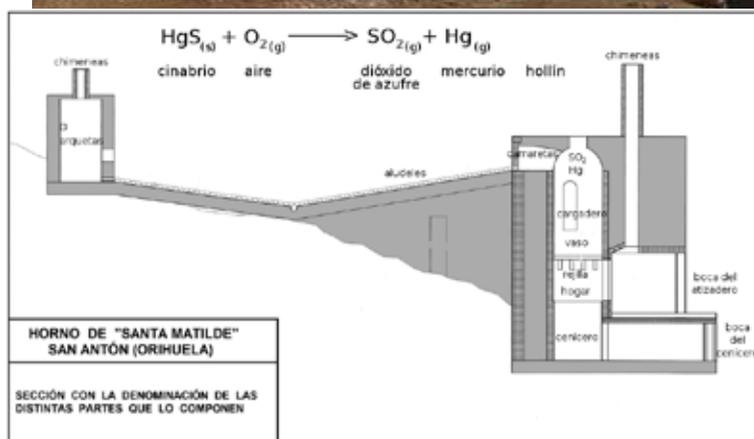
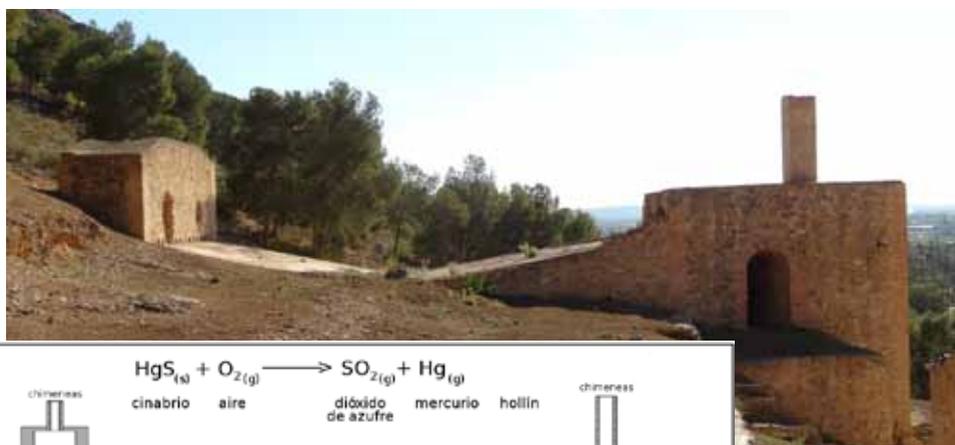


figura 35 - El edificio del horno mide 26 metros de largo por 7 de ancho, siendo el vaso de una altura de 9 metros por 2 de diámetro, con un plan de cabecera de 9 metros hasta la quiebra.

### ¿SABÍAS QUE ...?

España fue pionera en la producción de mercurio y desarrolló un método avanzado de destilación en 1633.

### ¿SABÍAS QUE ...?

Durante casi 250 años el mercurio llegó a ser un metal estratégico, ya que servía para extraer oro y plata.

La subsidencia del terreno hace referencia al hundimiento de la superficie terrestre. Este hundimiento puede ser paulatino o súbito e implica el asentamiento en un área extensa. La subsidencia puede deberse a varios factores, que pueden ser naturales o causados por el impacto de una gran variedad de actividades humanas.

La extracción de fluidos (agua, gas o petróleo) del terreno puede causar



figura 36 - Esquema conceptual del origen de la subsidencia del terreno en la ciudad de Orihuela.

importantes valores de subsidencia como consecuencia del cierre gradual de los huecos que estaban rellenos por el fluido extraído. La subsidencia causada por extracción de agua desde el subsuelo (figura 36) afecta a importantes ciudades como México D.F, Venecia, Valle de San Joaquín (EE.UU.), Taipei (Taiwán), Tokio (Japón) o Pekín (China) pudiendo llegar a ocasionar asientos del terreno incluso de varios metros.

En el caso de Orihuela, existe constancia de la ocurrencia de una subsidencia generalizada por descenso del nivel freático. Este descenso fue causado por la extracción de agua desde pozos de bombeo. Asimismo, este fenómeno se vio agravado en las proximidades del río Segura debido a su encauzamiento mediante pantallas profundas que modificaron la red de flujo en su entorno ocasionando asientos diferenciales en numerosos edificios. La subsidencia de algunos edificios se reconoce a simple vista por el giro que han sufrido (figura 37).



figura 37 - Edificio basculado en Plaza Nueva (Orihuela), situada en las proximidades del río Segura.

La fachada Sur del Colegio de Santo Domingo de Orihuela (con las portadas neoclásicas de la Iglesia y del Convento realizadas en el siglo XVII y la portada barroca de la Universidad en el siglo XVIII) ha sido construida básicamente con calizas oolíticas y calcarenitas.

También se ha utilizado una roca dolomítica de color negro que localmente recibe el nombre de *Piedra Jabalina* o *Piedra Negra de Callosa*. Esta roca dolomítica negra aflora junto al propio edificio y constituye gran parte del relieve de las sierras de Orihuela y Callosa.

### Piedra Jabalina

Mármol de bajo grado, con variable brechificación y presencia de vénulas de calcita blancas. La Piedra Negra de Callosa o Piedra Jabalina, junto con dolomita y calcita como minerales principales, puede presentar dolomita ferrífera y ankerita asociadas a vénulas y estilolitos, así como moscovita, pirita y óxidos de hierro, grafito, celestina e indicios de wollastonita y grosularia que son dos silicatos característicos del metamorfismo de rocas carbonáticas.



figura 38 - Aspecto de la roca dolomítica negra en Microscopio Óptico Petrográfico iluminada con luz polarizada cruzada.

Los sillares bajos de las rocas más porosas (las calizas oolíticas y las calcarenitas), han sufrido importantes procesos erosivos de **arenización** y **alveolización**. Estos procesos están relacionados con la humedad del suelo, que asciende por capilaridad a través de los sillares arrastrando iones salinos. A partir de dichas soluciones y su interacción con la roca se forman minerales cuya presión de cristalización “rompe” la roca (figura 40).

La *Piedra Negra* se conserva mejor incluso estando en lugares más expuestos a los procesos capilares, ya que es mucho menos porosa y no permite que el agua circule por capilaridad.



figura 39 -Bajorrelieve realizado con Piedra Negra. Portada de la Iglesia.

figura 40 - Esquema sobre los procesos de alteración que sufre la fachada de Santo Domingo. Detalle de cómo la cristalización de sales disgrega la roca.

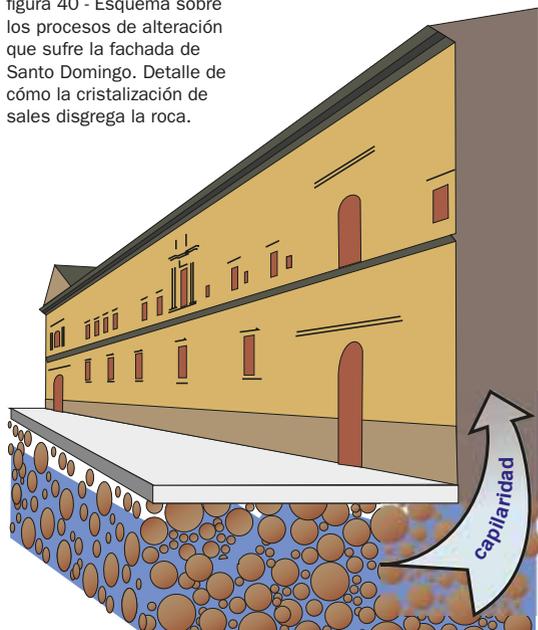


figura 41 - Ejemplo de sillares y sus correspondientes llagueados antes de su última restauración. Los sillares bajos de las rocas más porosas (las calizas oolíticas y las calcarenitas), han sufrido importantes procesos erosivos de **arenización** y **alveolización**. Estos procesos están relacionados con la humedad del suelo, que asciende por capilaridad a través de los sillares arrastrando iones salinos. A partir de dichas soluciones y su interacción con la roca se forman minerales cuya presión de cristalización "rompe" la roca.



figura 42 - Para evitar este deterioro del edificio, los bloques más afectados fueron sustituidos y se montaron *respiraderos* (indicados con flechas) para interferir en el proceso del ascenso capilar de la humedad.

### ¿SABÍAS QUE ...?

Las piedras pulidas coloreadas colocadas en exteriores sufren un proceso de decoloración debido al aumento de rugosidad de su superficie por meteorización tanto debida a procesos químicos (ataque ácido por contaminación) como físicos (erosión eólica, hielo-deshielo y cristalización de sales). La oxidación de minerales, principalmente sulfuros y materia orgánica son causas frecuentes de decoloración.

El **manantial de los Siete caños** o de los **Baños de San Antón** surge en el contacto entre los carbonatos triásicos de la sierra de Orihuela y los depósitos detríticos de la Vega Baja. Constituye parte de la descarga natural del acuífero de esta sierra, el cual es alimentado por la infiltración del agua de lluvia. El agua drena, por un lado, subterráneamente hacia el acuífero de la Vega Baja que rodea la sierra y, por otro, se dirige hacia el manantial de los Baños de San Antón, donde se encuentra a la cota más baja de los afloramientos calizos permeables.

### ¿SABÍAS QUE ...?

Se denomina **Gradiente Geotérmico** al aumento que experimenta la temperatura con la profundidad, motivado por la energía interna del Planeta. En la corteza terrestre la temperatura suele aumentar 3°C por cada 100 m de profundidad. Sin embargo, hay lugares donde este gradiente es más elevado, tal y como ocurre en las sierras de Orihuela y Callosa, debido a sus características geológicas. En ocasiones, estas zonas tienen un interés especial para el aprovechamiento geotérmico mediante el empleo de pozos de gran profundidad que extraen agua o vapor a elevada temperatura.

### ¿SABÍAS QUE ...?

El agua que mana por los Baños de San Antón tiene una conductividad eléctrica de 6200  $\mu\text{S}/\text{cm}$  (microsiemens/centímetro). Es decir, tiene una salinidad 7 veces superior a la del agua del grifo. El agua, en contacto con las rocas, se carga en sales (en general, a mayor tiempo de circulación por el acuífero, mayor es la cantidad de sales que disuelve y, por tanto, mayor es su conductividad).

La temperatura de sus aguas es de 25°C, lo que indica un flujo profundo del agua infiltrada antes de salir por el manantial. Ello debe estar condicionado por la estructura geológica de la sierra, con una serie de fracturas que permiten su circulación a mayor profundidad, cargándose además en sales. Este aumento de temperatura está favorecido en esta zona por el elevado gradiente geotérmico local, que llega a ser de unos 4,5°C cada 100 m de profundidad.

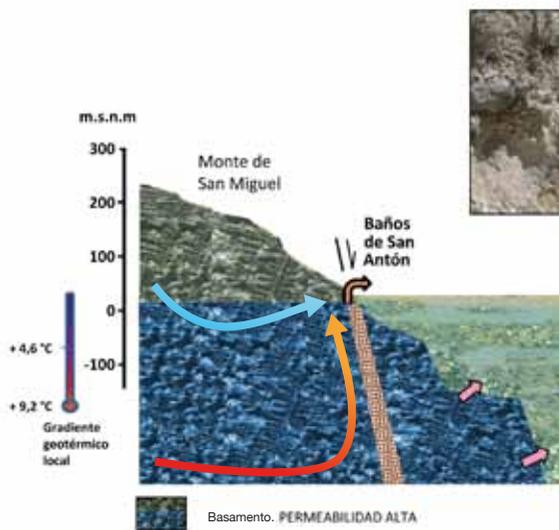


figura 43

**A** · Baños de San Antón: corte esquemático de la relación hidrogeológica entre los materiales carbonatados de la sierra de Orihuela y los detríticos de la Vega Baja. La ubicación del manantial del Balneario de San Antón se interpreta asociada a una zona de fractura por la que asciende agua caliente.

Es el acuífero detrítico más grande de la provincia de Alicante con una extensión total de más de 1000 km<sup>2</sup>. Su espesor medio está en torno a los 150 m, aunque puede llegar a superar los 250 m, lo que significa que almacena importantísimos volúmenes de agua. En la Vega Baja presenta al menos 4 o 5 niveles de gravas y arenas (permeables y con capacidad para almacenar agua), de algunos metros de espesor, intercalados entre depósitos arcillosos (impermeables). Los niveles permeables se encuentran interconectados entre sí, formando lo que se denomina el *acuífero profundo* multicapa, en el que se localizan las principales explotacio-

nes. Encima de éstos, en los primeros 30 o 40 m de sedimentos, hay un tramo más arcilloso, con algunos niveles de arenas y limos arenosos intercalados, formando el *acuífero superficial*. Este acuífero está relacionado con una extensa red de azarbes que drenan las infiltraciones de los excedentes de riego, dada la proximidad del nivel freático a la superficie.

Dada la elevada salinidad de sus aguas, el uso exclusivo del acuífero es para regadío. Esta salinidad podría estar en parte relacionada con una antigua “intrusión marina”, ya que la línea de costa se adentraba varios kilómetros en la actual Vega Baja (ver páginas 20 y 21. *Sinus Ilicitanus*).

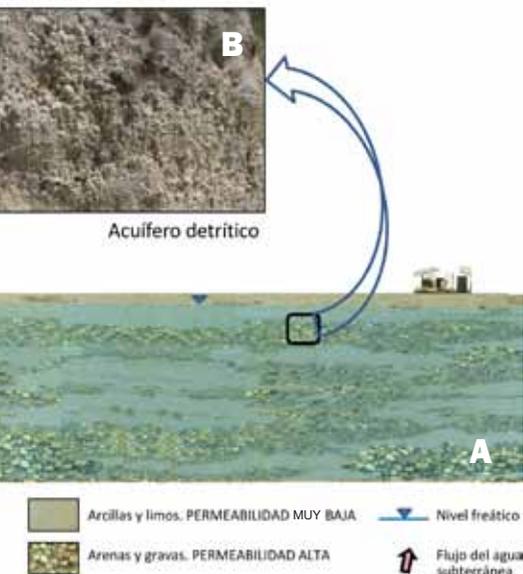


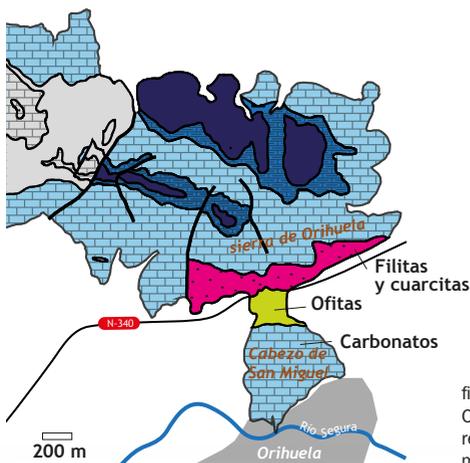
figura 44 - El acuífero de la Vega Baja y Media del Segura se extiende desde el SW de Murcia hasta la desembocadura del río Segura en Guardamar, coincidiendo con las Vegas Media y Baja del Segura.

**¿SABÍAS QUE ...?**

Dentro del acuífero detrítico de la Vega Baja se suelen incluir las sierras de Callosa y Orihuela a pesar de su naturaleza carbonatada. La principal razón es la total conexión hidráulica (el agua pasa directamente de las rocas carbonatadas a las detríticas). Es en estas sierras del centro del acuífero donde se encuentran los pozos de mayor productividad de la provincia; en muchos de ellos es posible extraer más de 100 L/s sin apenas descensos del nivel en el pozo.

**B** · Los acuíferos detríticos: son formaciones geológicas formadas por niveles de bloques, gravas y arenas de diversos tamaños de grano que presentan poros o huecos, donde el agua se almacena y circula. En función del tamaño, la forma de los granos y sus proporciones el movimiento del agua a través de los poros es más fácil (mayor permeabilidad) o más difícil y lenta (menor permeabilidad).

El Cerro del Oriolet se sitúa entre el Monte de la Muela y el Cabezo de San Miguel. Aquí se encuentra una antigua cantera de **metabasitas**, que suministró piedra para la fabricación de adoquines. La cantera moderna ha extraído 45.000 m<sup>3</sup>, con una superficie impactada de 15.000 m<sup>2</sup>.



Las metabasitas son rocas ígneas (gabros-dioritas) pobres en cuarzo, es decir, *básicas* desde el punto de vista geoquímico, constituidas por cristales de plagioclasas y piroxenos con algunos anfíboles (hornblenda y actinolita), que han sufrido metamorfismo. De ahí el nombre asignado a este tipo de rocas: *meta-* (metamorfismo) y *-basita* (roca básica).

En el Triásico, este magma se solidificó cerca de la superficie pero sin llegar a alcanzarla (rocas subvolcánicas). El magma se inyectó entre los sedimentos marinos detríticos del Triásico inferior y los carbonatos del Triásico medio formando una capa con un espesor de 60-80 m. Esta capa, aproximadamente paralela a los estratos, se conoce como *sill*.

figura 45 - Mapa geológico de la parte oriental de la sierra de Orihuela, en el que con distintos colores y tramas aparecen representados los conjuntos de materiales aflorantes. Las metabasitas se dibujan en color verde.

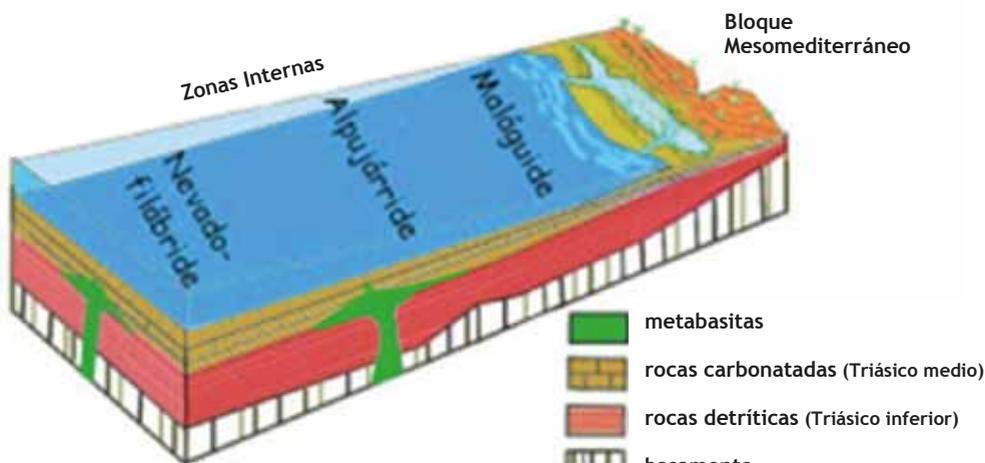


figura 46 - Bloque diagrama tridimensional en el que se representa la paleogeografía del Trías en el momento en el que se generaron las metabasitas (representadas en color verde).



figura 47 - Aspecto de las metabasitas en la cantera del Oriolet. En ocasiones, a estas metabasitas también se les conoce con el nombre de "ofitas" debido a su textura.

### ¿SABÍAS QUE ...?

Henry Clifton Sorby (1826 – 1908) se le considera el fundador de la petrografía microscópica mediante la **técnica de láminas delgadas**. Esta técnica se usó por primera vez en Sheffield en el año 1851. La técnica tenía bastantes analogías con la usada en biología para el estudio de dientes, huesos, madera... Básicamente consiste en fijar mediante un adhesivo una rebanada de roca pulida por una cara sobre un porta de vidrio, y desgastarla hasta conseguir que la roca sea transparente a la luz (espesor de 0,030 mm=30  $\mu$ m). El microscopio iluminado con luz polarizada,

había sido desarrollado en Edimburgo en 1829 por William Nicol (1766-1851). Desde entonces la fábrica y las texturas no sólo de los materiales geológicos, sino arqueológicos, metalúrgicos, cerámicos... han sido estudiados mediante esta técnica que permite, además, identificar con precisión los minerales (Mineralogía Óptica). El primer petrográfo español fue José Macpherson y Hemas (1839 - 1902), que presentó en 1875 en la S.E.H.N, el primer trabajo español realizado con esta técnica: *El origen peridotítico de la serpentina de la serranía de Ronda*.



Iluminada con luz polarizada paralela



Iluminada con luz polarizada cruzada

La palmera, como aprovechamiento agrícola, ha estado estrechamente vinculada al espacio de la Huerta, el cual constituye un agrosistema extraordinariamente frágil y complejo, resultado del largo proceso histórico que, iniciado en el siglo IX, al implantarse un novedoso sistema de riegos en la llanura aluvial del Segura, fue progresivamente reduciendo terrenos lagunosos y salinos a favor de la agricultura. La expansión colonizadora se prolonga en el tiempo hasta su culminación a mediados del siglo XX, perpetuando una red hídrica basada en la doble circulación de aguas —riego y avenamiento— que se retroalimenta ante los escasos débitos del río y que es necesaria por la existencia de un manto impermeable en el subsuelo, que de no retornar encharcaría nuevamente el territorio. El palmeral, por su resistencia a la

salinidad, se ha desarrollado sobre todo en los territorios que conforman la periferia de la Huerta, pero también siguiendo las infraestructuras viarias y de riego, así como elemento imprescindible en los cierres de parcela constituyendo el soporte principal de esos setos naturales junto con otras especies arbóreas o arbustivas. De esta forma ha llegado hasta nuestros días el Palmeral de San Antón a las puertas de la ciudad de Orihuela, declarado por su importancia *Paraje Pintoresco* en 1963 y en la actualidad *Bien de Interés Cultural*. Éste ámbito huertano es representativo de un modelo de producción agrícola que compaginaba aprovechamientos a distintos niveles en una misma parcela, combinando la explotación hortícola en el interior con la arbórea en los linderos; modelo que se conoce con el nombre de “cultivo promiscuo”, carac-

figura 48 - Mapa del Palmeral de San Antón, donde se observa la ocupación de parcelas por edificios de uso público de carácter dotacional (educativo-deportivo), consecuencia del tratamiento que en 1990 otorgó el PG.O.U. de Orihuela frente a la función agrícola.

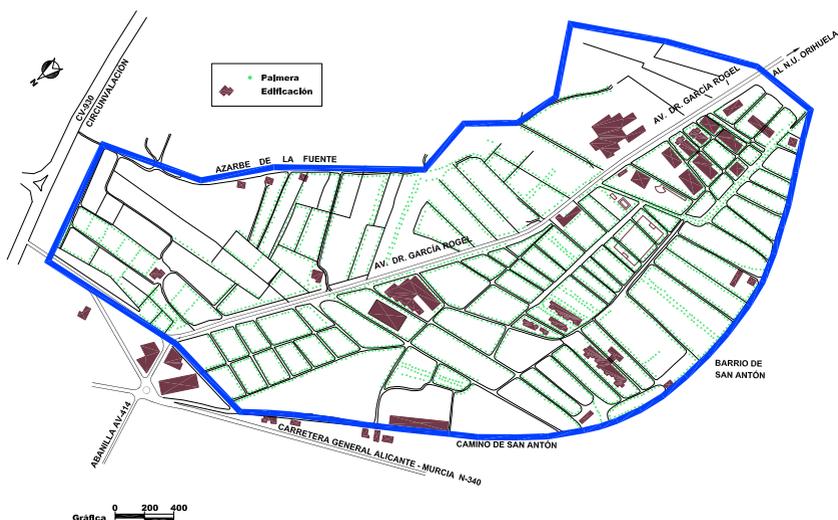


figura 49 - Ringlera de palmeras delimitando una parcela en el Palmeral de San Antón. En él se aprecia el programa de regeneración agrícola que está llevando el actual Ayuntamiento de Orihuela mediante la figura de Custodia del Territorio.



terizado por una mayor intensificación del suelo al obtener, el agricultor, rendimientos de bajo, medio y alto vuelo mediante esta marcada simbiosis de plantaciones. El desarrollo de la agricultura de mercado, que sustituye a la secular basada en la de subsistencia, todavía vigente en la segunda mitad del siglo XX, ha conllevado el abandono de este espacio tradicional que, junto con la ocupación de servicios socio-culturales, han supuesto una merma de la superficie agrícola y la progresiva reducción del número de palmeras, que ha pasado de las 8.581 unidades inventariadas en 1994, a las cerca de 6.500 en el 2012. Más recientemente otro mal amenaza la supervivencia de este paisaje, el picudo rojo.

La referencia al palmeral oriolano ha quedado plasmada en escritos de diversa índole en los que se señala el valor natural, cultural e histórico del mismo, lo que permite contrastar las visiones recogidas desde la Ilustración con la situación que atraviesa hoy día. El corpus documental existente muestra descripciones con diferentes intenciones y estilos narrativos, que podemos agrupar en tres grandes bloques: a) la literatura de viajes, cuyos autores, desde

su visión contemplativa, se dejan llevar por la subjetividad provocada por un paisaje que aparece por primera vez ante sus ojos y del que quedaron gratamente sorprendidos, como Wilhelm von Humboldt (1799), Henry D. Inglis (1831), Charles Davillier (1862) y José Casañ Alegre (1894); b) los tratados científicos, de carácter naturalista, geográfico o filológico que esgrimen con presupuesta objetividad la percepción que captan del territorio, tales como Antonio José Cavanilles (1795), Francisco Figueras (1910), Juan Sansano (1954) y Jorge Guillén (1974) ; y por último, c) las obras de creación, de poetas, narradores y ensayistas que idealizan el espacio observado como decorado en sus composiciones, casos de Miguel Hernández (1932), Antonio Sequeros (1956) y Rafael Coloma (1957).

figura 50 - Ilustración que Jean Sermet incorpora como representativa de la Huerta de Orihuela en su obra "La España del Sur" en 1956.



*Anda, columna, ten un desenlace  
de surtidor. Principia por espuela.  
Pon a la luna un tirabuzón. Hace  
el camello más alto de canela.  
Resuelta en claustro, viento esbelto paze,  
oasis de beldad a toda vela  
con gargantillas de oro en la garganta:  
fundada en ti se iza la sierpe, y canta.*

**Miguel Hernández**  
*Palmera. Perito en Lunas*

organizan:



Excmo. Ayuntamiento de  
**Orihuela**



CONCEJALÍA  
MEDIO AMBIENTE  
AGRICULTURA Y  
AGUA



SEDE UNIVERSITARIA

convocan:



Sociedad  
Geológica  
Española



Asociación  
Española  
de Geólogos

Instituto Geológico  
y Minero de España

patrocinan:



DIPUTACIÓN  
DE ALICANTE



DIPUTACIÓN  
DE VALENCIA



MINISTERIO DE CIENCIA  
E INNOVACIÓN

FECYT

FEDERACIÓN ESPAÑOLA  
DE CENTROS DE INVESTIGACIONES  
Y TECNOLÓGICAS



CÁTEDRA ASSUMPTIO SANZES  
UNIVERSIDAD DE ALICANTE

