

# geología 10

Alicante



**Ciudad de Alicante**  
**25 de Abril**



2

**G**eolodía surge de una iniciativa aragonesa el año 2005. Desde entonces se ha celebrado anualmente en distintas localidades de la provincia de Teruel. Su espíritu es acercar la Geología al ciudadano, a la Sociedad, en el marco donde aquella alcanza su mejor expresión, en contacto directo con la Naturaleza. 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 y 2009 realizamos los Geolodías Serra Gelada y Aitana respectivamente, itinerarios geológicos de divulgación dirigidos a un público no especializado. A estas dos primeras ediciones asistieron más de 600 personas en Serra Gelada, entre los itinerarios marítimo y terrestre, y más de 800 en la Sierra de Aitana. La gran acogida de esta actividad nos ha animado a organizar una nueva edición, esta vez en la ciudad de Alicante.

Esta tercera edición se celebrará el próximo domingo 25 de abril de 2010, fecha escogida 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 para realizar el primer Geolodía de ámbito nacional. De momento hay programados para ese mismo día más de 30 Geolodías en distintas provincias de la geografía española. Con esta actividad, la comunidad geológica española quiere celebrar con el resto de ciudadanos el Día de la Tierra, declarado por la ONU el 22 de abril.

Después de un itinerario marítimo (Serra Gelada) y otro de montaña (Sierra de Aitana) hemos elegido un recorrido urbano por la ciudad de Alicante que estamos convencidos que va a sorprender gratamente a todos los participantes ya que la ciudad tiene un espectacular patrimonio geológico. Una vez más ofrecemos un viaje a los amantes de la Naturaleza con el objeto de que experimenten, aprendan y disfruten del magnífico Patrimonio Geológico de nuestra provincia. A lo largo de un recorrido urbano peatonal de casi 10 km (aprovecharemos el **Ciclovia**, iniciativa del Ayuntamiento de Alicante),

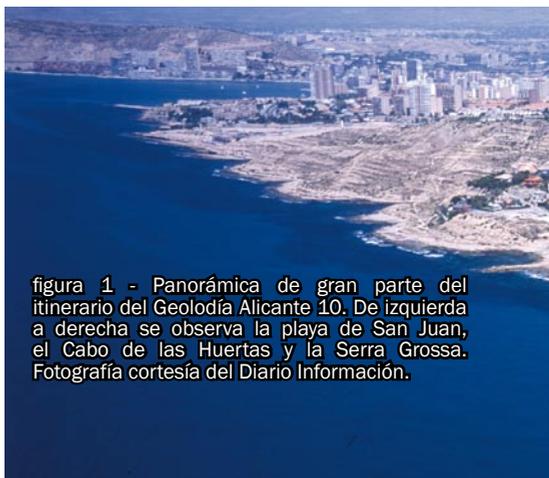


figura 1 - Panorámica de gran parte del itinerario del Geolodía Alicante 10. De izquierda a derecha se observa la playa de San Juan, el Cabo de las Huertas y la Serra Grossa. Fotografía cortesía del Diario Información.

situaremos una docena de paradas donde más de 40 monitores, la mayoría de ellos geólogos e ingenieros geólogos de la Universidad de Alicante realizarán breves explicaciones divulgativas. A lo largo del itinerario se aprecian muy diversos materiales y procesos geológicos que han podido pasar inadvertidos para la gran mayoría de las personas que con seguridad habrán pasado multitud de veces por esa zona contemplando el paisaje pero sin una mirada atenta a lo que nos revelan esos testigos mudos que son las rocas.

En este recorrido entre la Playa de San Juan y el Paseo de la Explanada, los asistentes al Geolodía Alicante 2010 podrán conocer cómo se formó la playa de San Juan, podrán observar playas y dunas fósiles que había en Alicante hace 100.000 años, estudiarán los fósiles contenidos en las rocas así como las rocas utilizadas para construir la Iglesia de Santa María o el emblemático Paseo de la Explanada, y aprenderán algo de la historia geológica de la ciudad, en la que hay rocas de algo más de 200 millones de años hasta sedimentos actuales. Estos aspectos geológicos se complementarán con la visita al desprendimiento rocoso

provocado en 1709 durante la Guerra de Sucesión para la cual contaremos con la colaboración con profesores de Geografía Humana de la Universidad de Alicante.

Esperamos que este tercer Geolodía tenga la misma aceptación que la de los dos anteriores y consiga que definitivamente el Geolodía se convierta en una de las actividades tradicionales de la programación cultural de los alicantinos. Pensamos que sólo así, desde el conocimiento, desde la educación, desde la cultura, podremos entre todos poner en valor este patrimonio. Debemos defender, proteger y conservar nuestro patrimonio cultural, entre el que está lógicamente el patrimonio geológico.

Al igual que en ediciones anteriores la actividad está patrocinada por el Vicerrectorado de Extensión Universitaria y la Facultad de Ciencias de la Universidad de Alicante, y organizada por el Departamento de Ciencias de la Tierra y del Medio Ambiente de la Universidad de Alicante. Además de las instituciones nacionales antes mencionadas queremos agradecer la colaboración del Excmo. Ayuntamiento de Alicante y del Área de Medio Ambiente de la Diputación de Alicante.

*Los monitores del Geolodía*



### Longitud

9,5 Km.

### Duración aproximada

4 horas, incluidas las explicaciones.

### Nivel de dificultad

Bajo. El itinerario discurre por el litoral y por el casco urbano de la ciudad sin ningún desnivel apreciable.

### Recomendaciones

- > En el Cabo de las Huertas, no salir del sendero.
- > Una vez finalizada la parada 3, en el Cabo de las Huertas, el recorrido a pie se puede reducir usando el tranvía para desplazarse

entre las paradas 3 (estación más próxima: Cabo Huertas) y 4 (estación La Isleta).

> Para regresar desde la parada 10 hasta el inicio del itinerario (quien tenga que recoger su vehículo) debe tomar la línea 4 del TRAM (estación Porta del Mar) y dirigirse a la estación Avenida de Benidorm, la más próxima al inicio del itinerario.

### Lugar de encuentro

El punto de información y encuentro del Geolodía 10 se sitúa en el paseo marítimo de la playa de San Juan (Avenida de Niza) junto al puesto nº1 de la Policía Local-Botiquín de la Cruz Roja.

4



figura 3 - Imagen de satélite en la que se han señalado las paradas del itinerario geológico y el punto de información del Geolodía 10.

Estación TRAM

## IMPORTANTE

Quién lo desee puede hacer un itinerario más corto por el centro de la ciudad (últimas paradas). En ese caso el lugar de encuentro será la parada 10 (Paseo de la Explanada, junto al kiosko Peret).

figura 2 - Grabado de principios del s. XVII. 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 hace más de diez millones de años. La intemperie ha modelado la roca en un perfil conocido por las gentes de Alicante como la "Cara del Moro".



5

Avenida de Benidorm  
Cabo Huertas  
Isleta  
Pingueta  
Puerta del Mar  
Mercado

----- GEOLODÍA

..... CICLOVÍA

----- Acceso a TRAM  
(entre paradas 3 y 4)

**E**l desarrollo urbano de Alicante ha tenido lugar sobre una amplia extensión de territorio cuyo substrato es observable en muchos puntos. La topografía de la ciudad, donde las calles y avenidas ocupan ramblas y laderas, deja afloramientos en los relieves más singulares que no han sido urbanizados. Es el caso de los montes Benacantil y Tossal, las lomas del Garbinet o la Serra Grossa, todos ellos protegidos por el planeamiento. Un paseo por la ciudad, andando o en transporte público, nos permite reconocer materiales, estructuras y formas de una geología muy variada e interesante. En un radio muy pequeño y con una fácil accesibilidad, en la ciudad y su término municipal, se aglutinan rocas de edad Triásico, Jurásico, Cretácico, Paleoceno, Eoceno, Mioceno, Plioceno y Cuaternario.



figura 4 - 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.



figura 5 - Afloramiento de estromatolitos fósiles (Messiniense) en la Sierra del Colmenar. Las espectaculares formas en domo están constituidas por alternancia de láminas claras, ricas en carbonato, y láminas oscuras, con mayor proporción de materia orgánica.

## TABLA DEL TIEMPO GEOLÓGICO

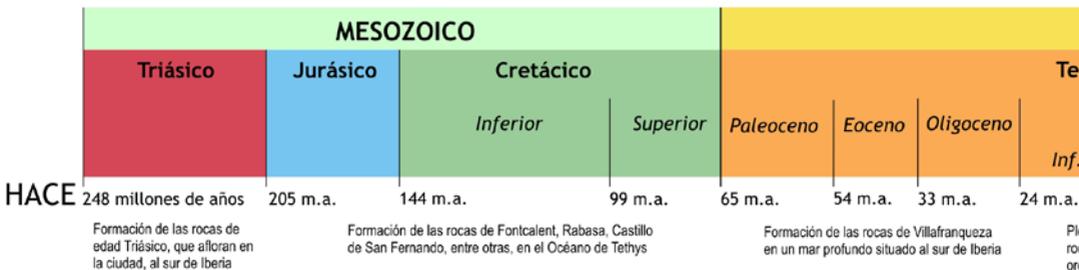




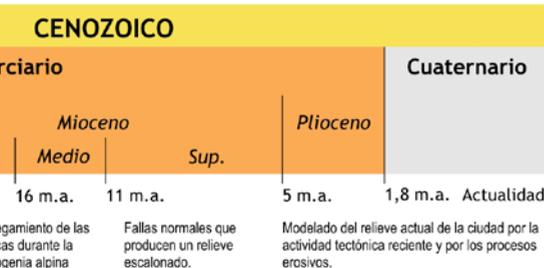
figura 6 - **Crisis de Salinidad del Messiniense.** La parte inferior del afloramiento presenta areniscas con estratificación cruzada propias de una zona de depósito litoral, y como puede verse en la foto inferior, han registrado rizaduras de oleaje simétricas. Sobre estos materiales, separados por una 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 del Mediterráneo.

Además de los afloramientos que recorre el Geolodía Alicante 2010, la ciudad cuenta con otros lugares de interés geológico excepcional. Entre ellos destacan por ejemplo los estromatolitos gigantes de edad Messiniense de la Sierra del Colmenar, en el sector de la Ciudad de la Luz. También en esta misma zona existen magníficos afloramientos donde se puede identificar en las rocas de edad Messiniense el momento en el que el Mar Mediterráneo se desecó y volvió a inundarse. No muy lejos de allí se observan huellas fósiles de grandes mamíferos y de aves. Otros puntos de interés, sin embargo, no están ya por desgracia a nuestro alcance al haberse procedido a intervenciones urbanísticas que han ocultado los puntos

de observación. Tal es el caso del tránsito K-T, correspondiente a la extinción de muchas especies ((entre ellas la de los dinosaurios), oculto en la ladera oriental de la colina del Castillo de San Fernando al sur de las instalaciones deportivas municipales, así como en la occidental a lo largo de la Ronda del Castell ■

7

En las rocas de la ciudad de Alicante **está escrita una parte de la historia geológica** de los últimos 220 millones de años, pero esto sólo constituye aproximadamente un 5% del total de la historia de la Tierra ya que nuestro planeta, todavía joven, tiene una edad de 4600 millones de años.



Entre los muchos lugares de interés geológico que tiene la ciudad de Alicante destaca, por encima del resto, la **discordancia de Villafranqueza**. Y no lo hace precisamente por su belleza paisajística sino por su interés didáctico. El paraje de las Lomas de Garbinet y Racó de Santana, donde se localiza esta discordancia, ha sido usado durante más de veinte años por numerosas promociones de estudiantes universitarios y de enseñanza secundaria de nuestra ciudad.

Se trata de un ejemplo que podemos denominar “de libro”, en cuyas rocas está escrita “con muy buena letra” (nos referimos a que los afloramientos son excepcionalmente didácticos), la historia geológica de Alicante de los últimos 50 millones de

años. Entre otros aspectos se pueden reconocer: (1) el mar relativamente profundo que había en Alicante durante el Eoceno (hace más de 40 millones de años), al que llegaban frecuentes corrientes de turbidez que depositaban capas de areniscas con abundantes *nummulites*, (2) los efectos de la colisión entre dos placas tectónicas, la placa Euroasiática y la pequeña placa Mesomediterránea que comenzó a plegar las rocas eocenas hace algo más de 20 millones de años, (3) la reinundación marina que sufrió la zona hace aproximadamente 8 millones de años, formándose primero una playa y posteriormente un mar muy poco profundo, en el que se depositaron las areniscas que encontramos actualmente en la parte superior de las

8

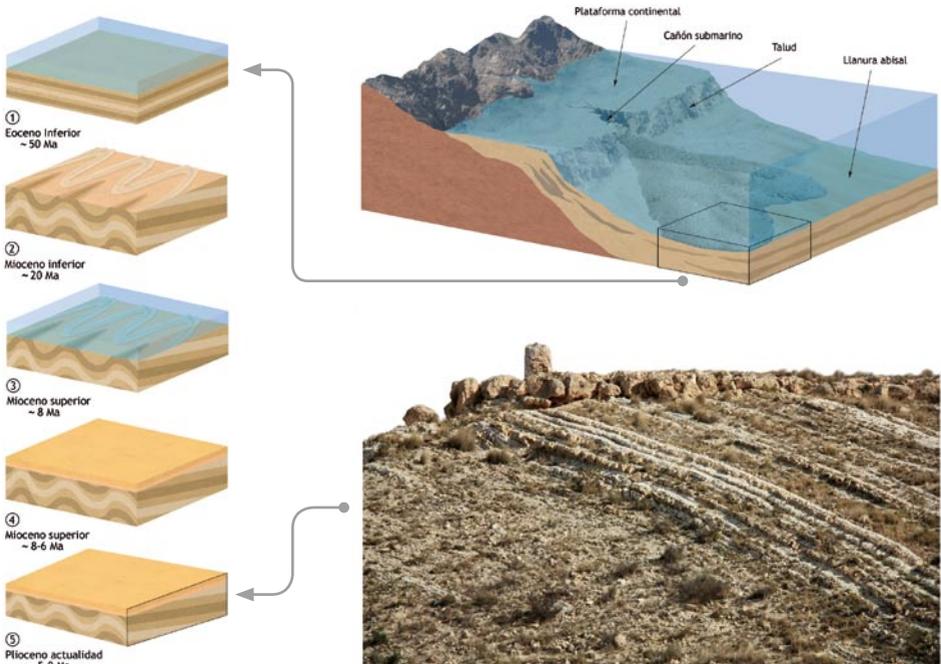


figura 7 - Esquema evolutivo que muestra cómo se ha formado la discordancia de Villafranqueza. Ilustración de Javier Palacios.



figura 8 - Estudiantes de Ingeniería Geológica de la Universidad de Alicante, con la discordancia angular de Villafranqueza al fondo.

Lomas de Garbinet (por cierto, equivalentes a las que se reconocen en este itinerario en el Cabo de las Huertas) y (4) los efectos que está produciendo la colisión entre las placas Africana y Euroasiática en los últimos 8 millones de años que ha conseguido plegar estas areniscas del Mioceno Superior (por eso las podemos ver inclinadas entre 5 y 10° hacia la zona de Vistahermosa-San Juan) hasta producir el relieve actual de las Lomas de Garbinet y Racó de Santana (así como el del Cabo de las Huertas) ■

### 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 sí la oigo porque conozco su idioma, me cuenta historias, me habla de millones de años ..."

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).



El talud que configura la denominada *Cara del Moro* al Sur del monte de Benacantil tienen su origen en la explosión de una mina, o galería llena de pólvora, el 4 de marzo de 1709. Este acontecimiento se ubica cronológicamente durante la Guerra de Sucesión (1701-1714).

Alicante era en fechas previas a la contienda un importante puerto mercantil. En el verano de 1706 el ejército austracista sitiaba por tierra y por mar la ciudad. Tras el desembarco de 17000 soldados ingleses y un bombardeo de 8 días las tropas asaltaron la ciudad el 8 de agosto. No obstante, la resistencia continuó en el castillo de Santa Bárbara hasta el 7 de septiembre. El nuevo gobernador inglés,

el brigadier Georges, mandó rehacer las defensas. Tras la batalla de Almansa, el 25 de abril de 1707, la ciudad se convirtió en un centro estratégico para la causa austracista. El ataque borbónico se dirigió inmediatamente hacia Valencia, que se rindió el 8 de mayo. El 3 de diciembre de 1708 las tropas borbónicas conseguían entrar en Alicante, retirándose al castillo los austracistas, quienes bien pertrechados confiaban en el apoyo que les podía ofrecer la flota. Los sitiadores construyeron una mina en la montaña e informaron de su intención a los sitiados. Ante la negativa a rendirse se ordenó la explosión que generó un talud de difícil acceso. La resistencia proseguió hasta el 19 de abril de 1709 ■

10



figura 10 - Asedio de la flota borbónica dirigida por Asfeldt el 30 de noviembre de 1708 a la ciudad de Alicante. Fuente: Secretariat de Promoció del Valencia de la Universitat d'Alacant.

El sedimento arenoso que forma las playas está en continuo movimiento por el efecto de las olas, acentuado en periodos de tormenta. Por esta razón la playa de San Juan perdió la mayor parte de su arena natural (ver foto del año 1956). Ello obligó a que tuviese que ser rege-

nerada artificialmente en el año 1990, añadiendo la arena que actualmente observamos (ver foto del año 2002). Esta arena fue extraída del fondo del mar. Si se mira detalladamente reconoceremos en gran número de conchas de organismos marinos someros ■



figura 11 - Imagen de satélite del Cabo de las Huertas y del extremo meridional de la Playa de San Juan. El aspecto "turbio" del agua es debido al sedimento en suspensión transportado por corrientes paralelas a la costa.

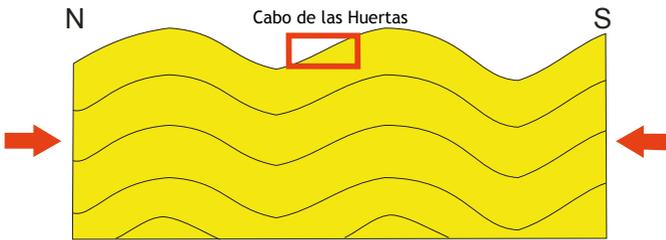
El sustrato rocoso del Cabo de las Huertas está constituido por areniscas amarillentas, de edad Tortonense (Mioceno superior), depositadas hace unos 8 millones de años en una plataforma continental marina de poca profundidad. Contienen fósiles como *Clypeaster*, *Pecten* y frecuentes trazas fósiles. Las areniscas muestran una inclinación de 30° hacia el norte. Forman parte del pliegue de San Juan que se

formó recientemente como consecuencia de la aproximación entre las placas Africana y Euroasiática. En discordancia angular sobre las areniscas miocenas, se observan localmente capas horizontales de microconglomerados de edad Tirreniense (Cuaternario), que corresponden a una antigua playa (terrazza marina) depositada hace unos 100.000 años donde es posible reconocer abundantes fósiles.

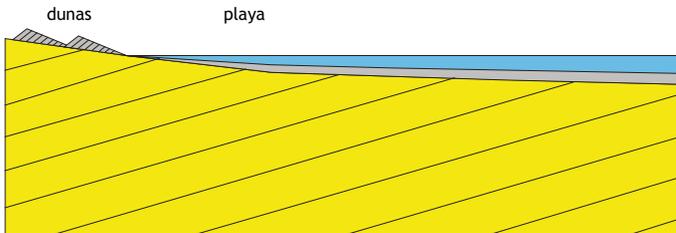
12



II. entre 7 y 1 millón de años



III. hace 100.000 años



*Strombus bubonius*



*Patella*

figura 12 - Esquema simplificado de la formación de la "discordancia angular" que separa las rocas inclinadas del Mioceno superior de las rocas horizontales del Tirreniense (Cuaternario).

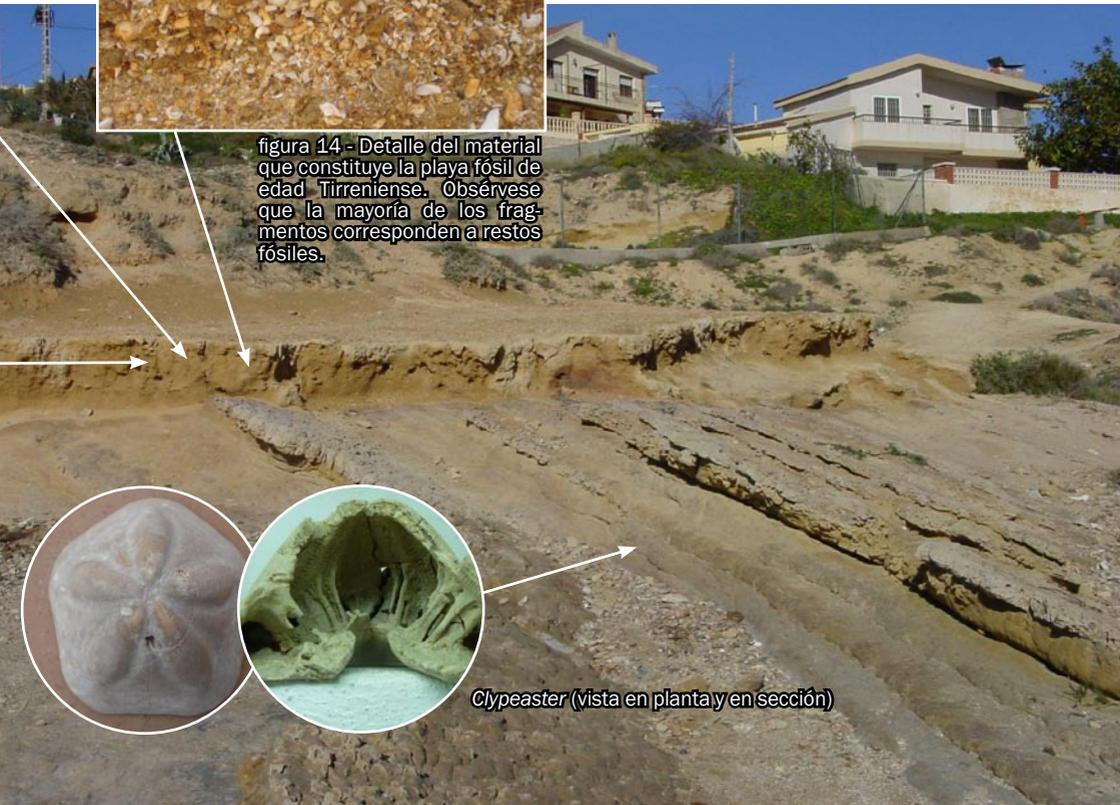
Sólo como botón de muestra se pueden encontrar *Acanthocardia tuberculatum*, *Arca noae*, *Venus verrucosa*, *Ostrea edulis*, *Conus sp.*, *Strombus bubonius*, *Natica sp.*, *Chlamys varia*, *Columbella rustica*, *Thais haemastoma*, *Astraea rugosa*, *Spondilus sp.*, *Lima sp.*, *Amussium cristatum*, *Anomia sp.*, *Patella sp.*, *Glycymeris glycymeris*, *Diplo-donta sp.*, entre otros ■

figura 13 - Cabo de las Huertas. Se observan estratos inclinados de calcarenitas del Mioceno Superior (aproximadamente 8 millones de años). Sobre ellos, existe un depósito casi horizontal de playa fósil, de edad Tirreniense (aproximadamente 100.000 años). Se muestran algunos fósiles contenidos en ambos materiales.



figura 14 - Detalle del material que constituye la playa fósil de edad Tirreniense. Obsérvese que la mayoría de los fragmentos corresponden a restos fósiles.

**Los sedimentos**, con el paso del tiempo, se convierten en rocas. La arena, por ejemplo, se transforma en arenisca. Durante este cambio, conocido como **diagénesis**, el sedimento original pierde porosidad y se compacta. Todo ello provoca un endurecimiento del material hasta convertirlo en roca. Además, los restos más resistentes de los organismos que poblaban dichos mares y que acababan en el fondo se transforman en fósiles. En el caso particular del Cabo de las Huertas, la Serra Grossa y el Monte Benacantil, reciben el nombre de **calcarenititas** por la composición calárea de la mayoría de sus granos.



*Clypeaster* (vista en planta y en sección)

**A**demás de Villafranca, el Cabo de las Huertas es otro de los lugares de la ciudad de Alicante que tiene un gran interés didáctico. Su costa, salpicada de pequeños acantilados y calas, ofrece al docente numerosos recursos para trabajar con los estudiantes. En esta parada, situada en el mismo Cabo de las Huertas, se observan varios rasgos geomorfológicos interesantes.



figura 15 - Panorámica del pequeño acantilado del Cabo de las Huertas con la plataforma de abrasión en primer término.

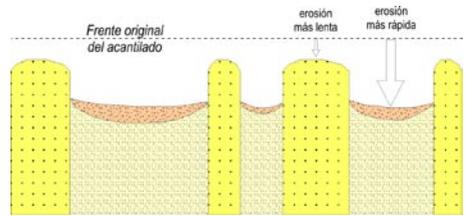


figura 16 - Esquema de cómo se ha formado la actual costa del Cabo de las Huertas, caracterizada por una alternancia de entrantes y salientes.

**PLATAFORMAS ROCOSAS.** Son producidas por el efecto del oleaje, resultado del impacto de las olas y de las partículas que lleva en su seno. El oleaje produce en la base del acantilado una socavadura que progresivamente aumenta de profundidad, hasta que las rocas del acantilado se desploman. Con el paso del tiempo, el acantilado retrocede y, a la altura del nivel del mar, se va esculpiendo una superficie de suave pendiente conocida como plataforma de abrasión marina.

**¿CÓMO SE FORMAN LAS CALAS?** Esta costa acantilada se interrumpe localmente por pequeñas calas. En este caso es debido a la alternancia de estratos de arenisca de diferente resistencia. Las menos resistentes son erosionadas por el mar con mayor facilidad produciendo unos “entrantes” de la línea de costa y unos promontorios o salientes. Los promontorios, que coinciden con las capas más resistentes, producen en el oleaje un “efecto sombra”. Éste hace disminuir la energía del oleaje, y el mar acumula pequeñas playas de arena y/o grave en estos sectores abrigados.



figura 17 - Aspecto de unas microdolinas (*kamenitzas*) formadas por la disolución de la roca por la acción del agua del mar.

**LAS ROCAS SE DISUELVEN.** El agua del mar produce la corrosión y disolución química de las rocas de areniscas del Cabo de las Huertas. La salinidad, acidez, ionización del agua marina, así como, la presencia de organismos vivos que aportan  $\text{CO}_2$  al sistema, favorecen este proceso. Con el paso del tiempo se forman surcos (lapiaces), y pequeñas depresiones circulares (microdolinas o *kamenitzas*).



figura 18 - Erosión alveolar de las calcarenitas del Mioceno Superior del Cabo de las Huertas. Comparar con la observada en la figura 24 en la Iglesia de Santa María.

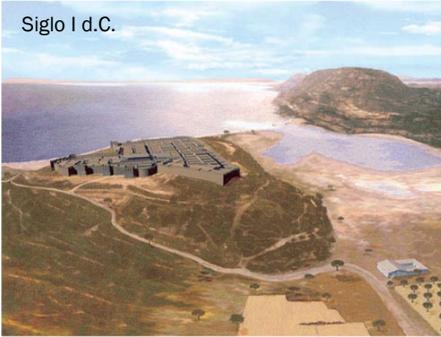
**ALVÉOLOS PETRIFICADOS.** En ambientes costeros uno de los principales procesos de alteración de la roca es la haloclastia. La roca arenisca se “humedece” con agua marina rica en sales. Su posterior evaporación facilita la precipitación de dichas sales dentro de los poros de la roca que producen presiones capaces de disgregarla. Las pequeñas oquedades que se generan recuerdan a los alvéolos, de ahí que reciban el nombre de estructuras alveolares.

La playa de la Albufereta ha sufrido una gran transformación durante el siglo XX. En principio, estaba formada por una barra litoral o restinga que individualizaba el mar de una laguna litoral, albufera o lagoon de pequeñas dimensiones (de ahí el nombre de Albufereta). Esta laguna recibía los aportes de algunos manantiales y de la escorrentía del Barranco de Maldo que forma el tramo final de una red de avenamiento que integran los barrancos de Orgegia y Juncaret, que discurren por el norte de la antigua Huerta de Alicante y cuyas aguas se mezclaban con el agua

marina. A tenor de los datos históricos, la comunicación entre la laguna y el mar ha sido cambiante a lo largo del tiempo, coexistiendo situaciones de apertura directa y cerrada. Esta situación fue modificada en el primer tercio del siglo XX, cuando se produjo la desecación de la laguna. Desde ese momento la playa de la Albufereta se convirtió en la desembocadura del Barranco de Maldo que anteriormente alimentaba la laguna.

Debido a los importantes problemas de inundación que sufría el sector ocupado por la antigua laguna y sus alrededores se realizó el encauzamiento de los barrancos de Orgegia y Juncaret hasta la misma playa de la Albufereta. Sin embargo, esta actuación de defensa frente a las inundaciones provoca que, cada vez que se produce un evento de evacuación de caudales elevados, la playa sufra importantes daños que requieren una intervención posterior de regeneración ■

Siglo I d.C.



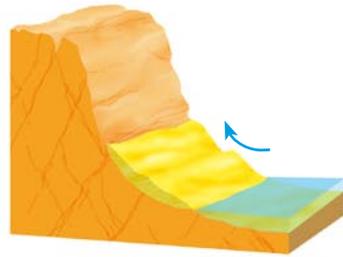
16



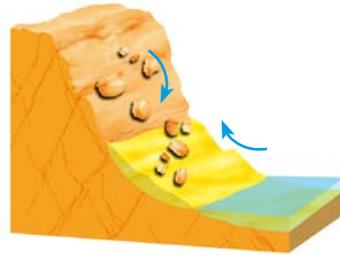
figura 19. Recreación de la Albufereta y situación de Lucentum en tiempos de los romanos (tomada de El Tossal de Manises, Diputación de Alicante, 1988). Debajo, la imagen de Google Earth muestra la situación actual.

**E**n esta parada observamos una duna fósil “rampante” de edad Tirreniense (100.000 años aproximadamente), que incorpora bloques de calcarenitas desprendidos desde los escarpes de la sierra. Sobre esta duna fósil (eolianita) vemos, discordantes, unos depósitos coluviales más recientes. El proceso de formación ha sido el siguiente:

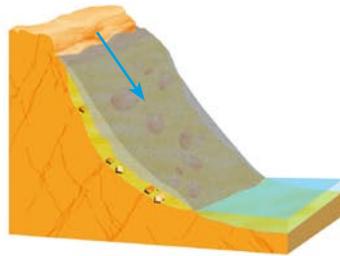
figura 20 - Detalle de la duna fósil. Obsérvense los dos bloques rocosos desprendidos de la Serra Grossa incluidos en la arena de la duna de hace 100.000 años.



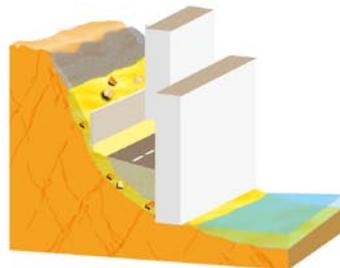
I. Depósito de arenas en la base del acantilado.



II. Desprendimiento de rocas.



III. Continuación del depósito de arenas, enterrando los bloques, y recubrimiento con un depósito coluvial a modo de manto que preserva la estructura.



IV. Situación actual del afloramiento.

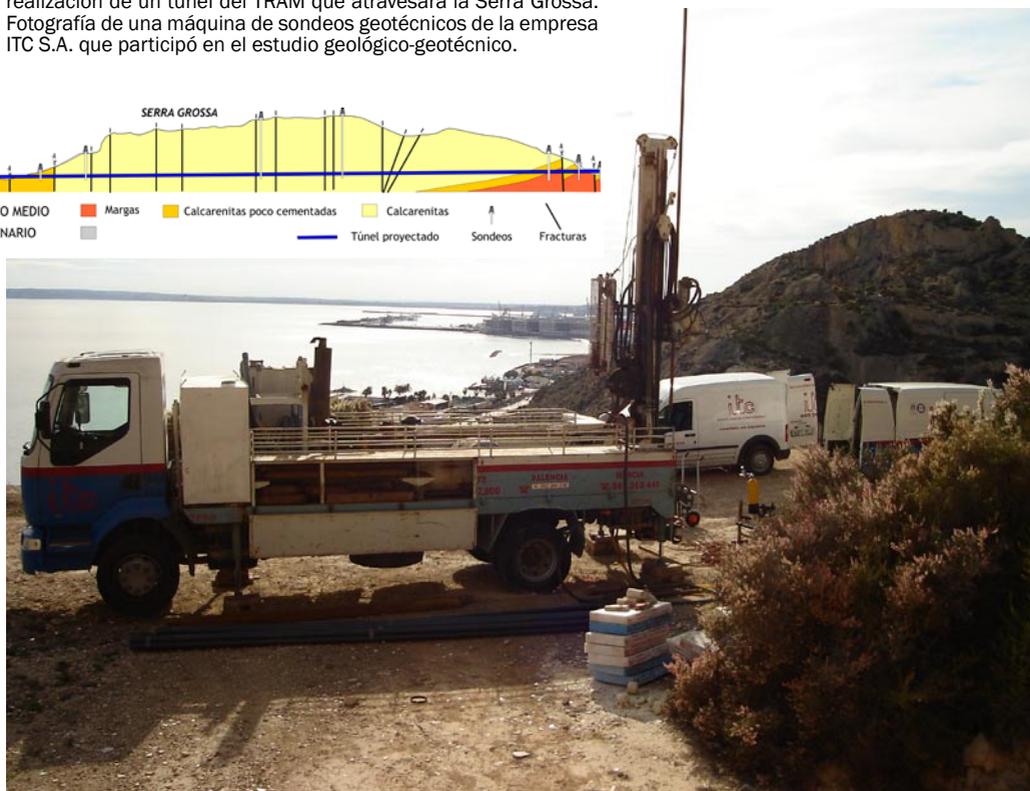
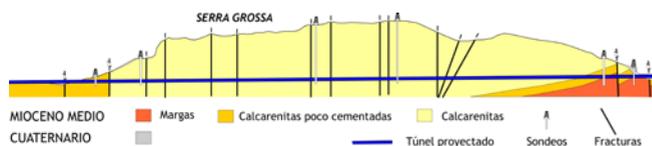
figura 21 - Esquema evolutivo que muestra la formación de la duna fósil situada al pie de la Serra Grossa.

La Ingeniería Civil ha de enfrentarse con problemas muy diversos que le plantea el terreno. Entre otros aspectos, la Ingeniería Civil estudia el terreno que le sirve de cimentación para soportar estructuras y rellenos; emplea el suelo y las rocas o sus derivados (áridos) como material de construcción; debe proyectar estructuras de contención o sostenimiento en excavaciones, aéreas o subterráneas (túneles), o debe superar la dificultad que los materiales oponen a las mismas y la problemática que plantea la presencia de agua. En este sentido resulta fundamental el conocimiento del terreno que aporta la Geología, en particular, aquella rama de la misma que aplica sus conocimientos a la ingeniería: la **Ingeniería Geológica**.

En el caso particular de la construcción de un túnel que atraviesa un macizo rocoso, como el de la Serra Grossa (ver figura), el tipo de rocas que se verán implicadas, su estructura y la presencia o no de agua subterránea resultan fundamentales para el diseño y ejecución de la obra, puesto que condicionarán tanto los métodos de excavación como los de sostenimiento. Como en toda obra de ingeniería, es imprescindible realizar un estudio que nos permita conocer las características geotécnicas del terreno a lo largo del trazado. Este estudio consiste en un corte geológico de detalle, en el que en lugar de representar grandes unidades o formaciones geológicas, se representan unidades o niveles geotécnicos, es decir niveles con un comportamiento mecánico semejante ■

18

figura 22. Corte geológico-geotécnico del estudio previo para la realización de un túnel del TRAM que atravesará la Serra Grossa. Fotografía de una máquina de sondeos geotécnicos de la empresa ITC S.A. que participó en el estudio geológico-geotécnico.



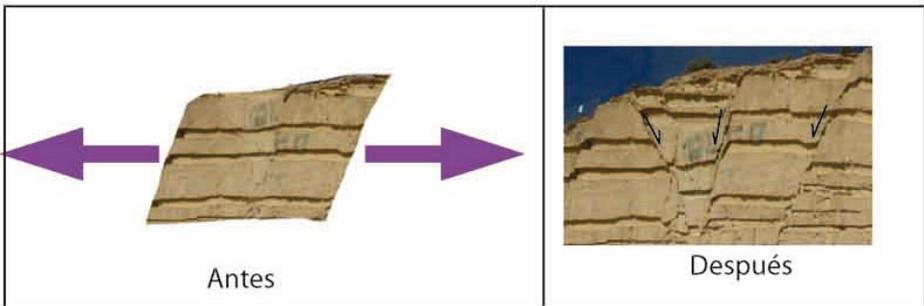
Esta parada se sitúa en la estación del TRAM de la Sangueta. Desde la estación se observa una magnífica panorámica de la antigua cantera de calcarenitas de la

Serra Grossa que están intensamente fracturadas. Estas fracturas reciben el nombre de fallas, ya que provocan el desplazamiento de los bloques de roca ■



figura 23 - Fotografía de las fallas de la Serra Grossa en el afloramiento de la estación del TRAM La Sangueta, y esquema simplificado sobre su formación.

19



Podemos considerar 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. El primer episodio de esta película tuvo lugar en el Mioceno Inferior, entre aproximadamente 24 y 20 millones de años. Pero es en el Mioceno Superior (hace entre 12 y 8 millones de años) cuando se producen los acontecimientos que afec-

taron más notablemente a nuestra provincia. En ese momento se generaron unas fallas que produjeron el hundimiento de las rocas bajo el mar, dando lugar a la costa acantilada típica del norte de la provincia de Alicante. Pues bien, las fracturas que podemos ver en la pared de la cantera, aunque de pequeño tamaño, pertenecen a ese conjunto de fallas que provocaron este fenómeno.

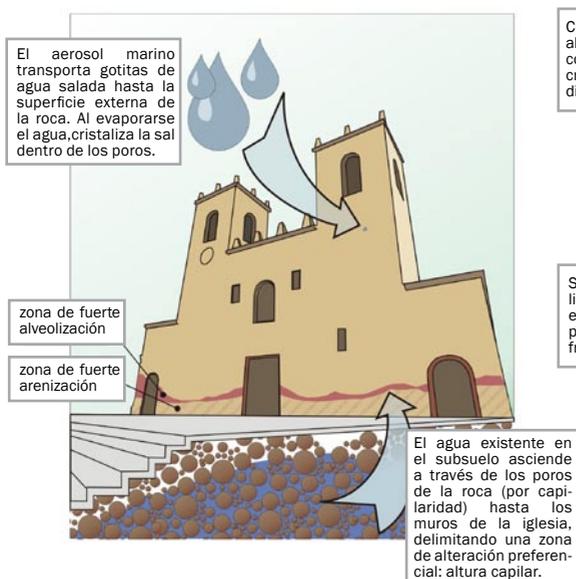


El "Mal de la piedra" hace referencia a todos los procesos de alteración que afectan a las rocas utilizadas como material de construcción en el patrimonio arquitectónico. La iglesia de Santa María está construida con una arenisca calcárea muy similar a las existentes en el Cabo de las Huertas y en la Serra Grossa (si nos fijamos veremos los mismos fósiles) y presenta una fuerte arenización, descamación y alveolización (las mismas formas de alteración que se observan en la parada 3).

20



figura 24 - Detalle del proceso de alveolización que sufren las rocas de la fachada de la iglesia de Santa María. Compárese con la figura 18.



La alteración de la piedra de Santa María se debe a su proximidad al mar. El agua salada entra en contacto con el monumento mediante diminutas gotas transportadas por la brisa (aerosol marino), así como por capilaridad, ascendiendo desde el subsuelo, a través de los cimientos y los muros. Cuando el agua salada se evapora, cristalizan las sales dentro de la roca (en los poros), provocando fuertes presiones de cristalización que, con el tiempo, acaban erosionando la roca ■

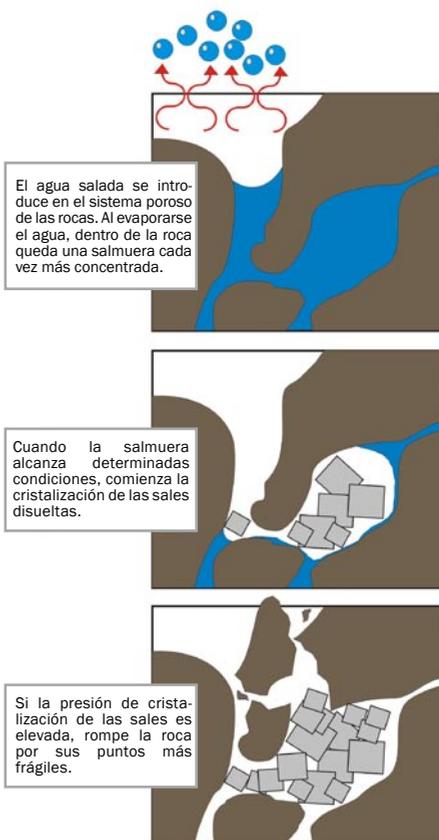


figura 25 - Esquema sobre los procesos de alteración que sufren las rocas de la fachada de la iglesia de Santa María. Detalle de cómo la cristalización de sales disgrega la roca.

Las pendientes del monte Benacantil son generalmente muy elevadas, oscilando entre los 15° y 90°, debido a la elevada resistencia de las areniscas calcáreas (conocidas como *pedra de San Julián*). En su extremo más occidental se encuentra un escarpe de unos 30 m que se sitúa inmediatamente debajo de las murallas del castillo. Pendiente abajo podemos observar un “pedemonte” con una longitud de unos 150 m, el cual, actualmente está urbanizado como parque público (Parque de la Ereta).

Los episodios de inestabilidad en el Benacantil son muy numerosos a lo largo de la historia, pudiendo observar en la actualidad varios de esos fenómenos de inestabilidad, denominados gravitacionales: caída de rocas, avalancha de rocas, vuelco y deslizamiento (ver cuadro adjunto).

Estos procesos de inestabilidad de ladera suelen deberse a diversos factores, siendo en el monte Benacantil relevantes los siguientes: presencia de agua, los cambios de temperatura en la roca, el



figura 26 - Esquemas y fotografías de diversos fenómenos de inestabilidad de ladera observables en el Monte Benacantil: deslizamiento, caída de rocas, vuelco y avalancha de rocas.

efecto cuña de las raíces, los terremotos y la actividad del hombre.

La parada se sitúa en la Plaza del Arquitecto Miguel López. Desde aquí podemos observar con mayor detalle las discontinuidades de las que hemos hablado antes, así como las medidas correctoras que se han adoptado para la estabilización del macizo y/o protección del entorno urbano.

Los fenómenos de inestabilidad obligan en la mayoría de los casos a actuar sobre el macizo rocoso con el fin de asegurar los materiales del talud o simplemente evitar que éstos generen daños materiales y personales. En el Monte Benacantil se han adoptado las siguientes medidas correctoras: bulonado, mallas de protección y redes de cable, barreras estáticas,

estabilización de bloque con base de mampostería (apeo), drenaje y sellado de juntas con mortero y saneo de bloques inestables, bermas y zanjas ■

22

**“Cosar las rocas”.** Un **bulón** es una barra metálica que sirve para “clavar” los bloques de roca inestables y evitar así su desprendimiento. La colocación convencional de bulones suele hacerse en varias fases: 1. Perforación, 2. Introducción de la barra, 3. Inyección de la lechada de cemento (mezcla de cemento y agua).

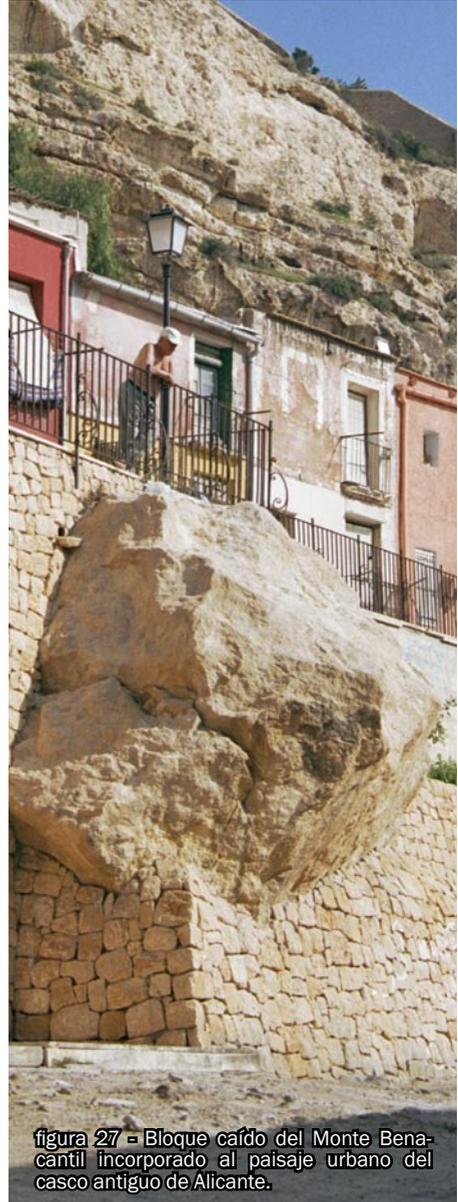
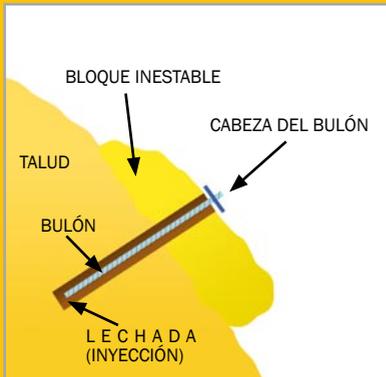


figura 27 - Bloque caído del Monte Benacantil incorporado al paisaje urbano del casco antiguo de Alicante.

El paseo de la Explanada presenta un solado constituido por más de 6 millones de teselas realizados en tres tipos de calizas fosilíferas que admiten pulido sin adición de productos químicos, es decir son “mármoles comerciales”. Dos de ellas, las de color rojo y beis, son materiales pétreos representativos de la provincia de Alicante que reciben el nombre comercial de *Rojo Alicante* y *Crema Marfil*. La tercera de color negro, denominada comercialmente *Negro Markina* procede de canteras de calizas cretácicas marinas de Euskadi.



El *Crema Marfil* es una de las rocas más exportadas de la Península Ibérica, especialmente a Estados Unidos. A su exportación corresponde la mayor parte de

los 1.244.630 € que ingresó por exportaciones de mármol en 2006 la Comunidad Valenciana (según datos de la Estadística Minera). Según dicha estadística en la provincia de Alicante se produjo roca ornamental por un valor de 126.717.282 € en ese año. Esta roca se formó en mares del Paleógeno, hace unos 50 millones de años.

El *Rojo Alicante* se formó hace unos 160 millones de años, en un mar con abundantes ammonites y bivalvos. La concha de estos últimos fósiles presenta una sección transversal muy característica que a veces es descrita como “filamento”. Procesos posteriores crearon estructuras nodulares y brechoides muy abundantes en esta roca, junto con vénulas de calcita blanca. ■



23



figura 28 - Panorámica de la cantera situada en las inmediaciones de La Algueña y Pinoso, donde se extrae la variedad “crema marfil”.

### Usos de la piedra natural

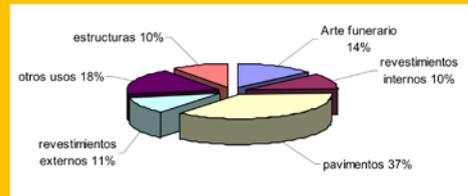


figura 29 - Detalle del Paseo de la Explanada donde se pueden observar las dos variedades de teselas de procedencia alicantina utilizadas para construir el Paseo de la Explanada: Crema Marfil y Rojo Alicante. Las teselas de color negro corresponden al Negro Markina.



**organiza:**



**Universitat d'Alacant**  
**Universidad de Alicante**

Vicectorat d'Extensió Universitària  
Vicectorado de Extensión Universitaria

**colaboran:**



**Universitat d'Alacant**  
**Universidad de Alicante**

Facultat de Ciències  
Facultad de Ciencias



**Universitat d'Alacant**  
**Universidad de Alicante**

Departament de Ciències de la Terra i del Medi Ambient  
Departamento de Ciencias de la Tierra y del Medio Ambiente



**Ayuntamiento**  
**de Alicante**



**DIPUTACIÓN**  
**DE ALICANTE**



**ILUSTRE COLEGIO**  
**OFICIAL DE GEÓLOGOS**



**Instituto Geológico**  
**y Minero de España**

**Autores y monitores del Geología Alicante 10 (por orden alfabético):** J.C. Aguilera, P. Alfaro, J.M. Andreu, J. Ayanz, J.F. Baeza, S. Beltrán, D. Benavente, M. Cano, J.C. Cañaveras, H. Corbí, C. Domènech, C. Espinosa, A. Estévez, M.A. García del Cura, J. González, M. González, J. Hernández, C. Lanois, M. López-Arcos, M. López-Cortés, I. Martín, B. Martínez, J. Martínez, J. Moruno, J. Muñoz, M.C. Muñoz, J. Olcina, L. Oliver, S. Ordóñez, J.M. Ortega, J. Parrés, J.A. Pina, J. Ramón, J. Romero, R. Sebastián, J.M. Soria, R. Tomás, E. Tonda, A. de la Vara y A. Yébenes. *Foto portada:* R. Durá.

**Diseño:** Enrique López Aparicio. **Edita:** Universidad de Alicante. Departamento de Ciencias de la Tierra y del Medio Ambiente.  
**Impreme:** Universidad de Alicante. Imprenta. ISBN: 978-84-693-1595-8. **Depósito Legal:**