

PREÁMBULO

Esta guía ha sido elaborada como resultado del proyecto de Innovación Docente, “MATERIAL DIDÁCTICO PARA EL APRENDIZAJE DE DESTREZAS PRÁCTICAS DE CAMPO EN GEOCIENCIAS (GEORUTAS)” (21_22_2_31C), de la Convocatoria para la creación de grupos de innovación y buenas prácticas docentes de la Universidad de Almería para el Bienio 2021-2022, en la modalidad de REDACCIÓN DE MATERIALES DIDÁCTICOS.

Este documento ha sido elaborado por los profesores de la Universidad de Almería: Fernando Sola Gómez (Coordinador), Ángela Vallejos Izquierdo, María López Martín, José María Calaforra Chordi, Luis Molina Sánchez, Juan Pedro Rigol Sánchez, Francisco Sánchez Martos, Juan Gisbert Gallego, Ángel Fernández Cortés y Fernando Gázquez Sánchez.

Queremos agradecer especialmente la colaboración del profesor Luís Molina Sánchez, recientemente jubilado y del profesor Francisco Sánchez Martos, fallecido en el transcurso de la elaboración de este proyecto, y al que recordamos como un gran amigo y compañero que siempre estará en nuestra mente y en nuestro corazón.

1. INTRODUCCIÓN

La atracción que el hombre siente por determinados entornos paisajísticos, que bien por su majestuosidad o por su singularidad se diferencian de paisajes más cotidianos, es tan antiguo como el ser humano. Estos puntos han sido siempre reconocidos como hitos geográficos, o incluso lugares espirituales, a los que se peregrinaba por el simple hecho de su admiración. En la actualidad la visita a este tipo de atractivos naturales no ha hecho más que incrementarse. Con sociedades cada vez más urbanitas, y liberadas del trabajo esclavizante para subsistir, buena parte del tiempo libre se invierte en pasar tiempo en contacto con la naturaleza. En estas salidas se buscan con especial interés aquellos paisajes singulares y atractivos, muchos de los cuales tienen como agente principal el material rocoso. Estos enclaves toman ahora el nombre de *Georrecurso*s.

En un mundo cambiante, en el que la voraz necesidad humana de materiales y recursos está modificando los paisajes se hace más necesario que nunca proteger la *Geodiversidad* de las distintas regiones y para ello antes tenemos que catalogar, valorar y poner en valor estos georrecurso

s.

Una fórmula que ha tenido gran éxito a la hora de dar a conocer, valorar y proteger el patrimonio geológico ha sido el desarrollo de *Guías de itinerarios geológicos* en las que de una manera gráfica y amena se explica al ciudadano de a pie el origen y evolución de un determinado enclave geológico. Las primeras guías que se realizaron en este sentido tenían un carácter más naturalista en el que dominaban las explicaciones biológicas y de una manera más subordinada se daban pinceladas de contenido geológico. Estas primeras guías se comenzaron a realizar en los grandes parques nacionales de Estados Unidos y rápidamente, visto el éxito que suscitaron, se popularizaron por todo el mundo, especializándose cada vez más en ámbitos de las Geociencias.

Hoy en día, el número de guías geológicas se ha multiplicado y toda región que quiera dar a conocer sus atractivos naturales tiene una de estas guías. La provincia de Almería consta de tres guías con itinerarios geológicos (Mather et al, 2001; Braga et al, 2003; Harvey y Mather, 2015), dos de las cuales están pensadas para un público más especializado con conocimientos previos de geología. La tercera de ellas es una guía que ha tenido un gran éxito entre los aficionados a las salidas de campo por nuestra provincia.

En vista de la gran aceptación que ha tenido esta guía, y con objeto de ampliar a nuevas áreas geográficas las rutas, pues dicha guía se centra en el sector sureste de la provincia, el Área de Investigación de Geodinámica Externa de la Universidad de Almería se ha decidido a realizar el presente proyecto de Innovación docente cuyo objetivo es crear una guía de campo con itinerarios geológicos útil para su alumnado, repartidas por toda la geografía de la provincia de Almería. Como resultado del proyecto de Innovación Docente se espera crear una guía de itinerarios geológicos que conste con un total de siete itinerarios, cada uno de los cuales enfocado en mostrar los principales rasgos geológicos de las siete comarcas de la provincia.

La Universidad de Almería imparte un gran número de asignaturas tanto en el Grado en Ciencias Ambientales como en el de Ingeniería Agrícola en las que las Geociencias son la base de su

materia. El aprendizaje de Geociencias, al igual que ocurre en cualquier otra disciplina, es una tarea ardua que requiere de un esfuerzo personal por parte del alumnado que vaya unida a explicación lo más didáctica posible por parte del profesorado. Sin embargo, a diferencia de lo que puede ocurrir con otras materias, un conocimiento integrador y aplicado de las Geociencias sólo se puede adquirir cuando los conocimientos vistos en teoría adquieren una representación tangible al ser reconocidos, visualizados e interpretados en campo. Es por esto el grado en Geología, en todas las Universidades del mundo, son los que mayor número de prácticas de campo contemplan dentro de su guía docente. Pese a esto, el número de jornadas de campo en las universidades españolas se ha reducido paulatinamente en las últimas décadas fruto de los recortes económicos a los que están sometidos los Grados. Esto ha provocado un claro detrimento en las habilidades prácticas de estos alumnos.

Las asignaturas de Geociencias impartidas en los distintos grados de la Universidad de Almería, adolecen de un notable desbalance entre docencia teórica y prácticas de campo. No así, con otros tipos de prácticas, de las cuales sí están bien dotadas. La falta de prácticas de campo está motivada, entre otras razones, por el costo económico que suponen dichas prácticas. Como resultado, los alumnos adquieren un notable bagaje teórico pero un pobre conocimiento práctico de esas ideas teóricas.

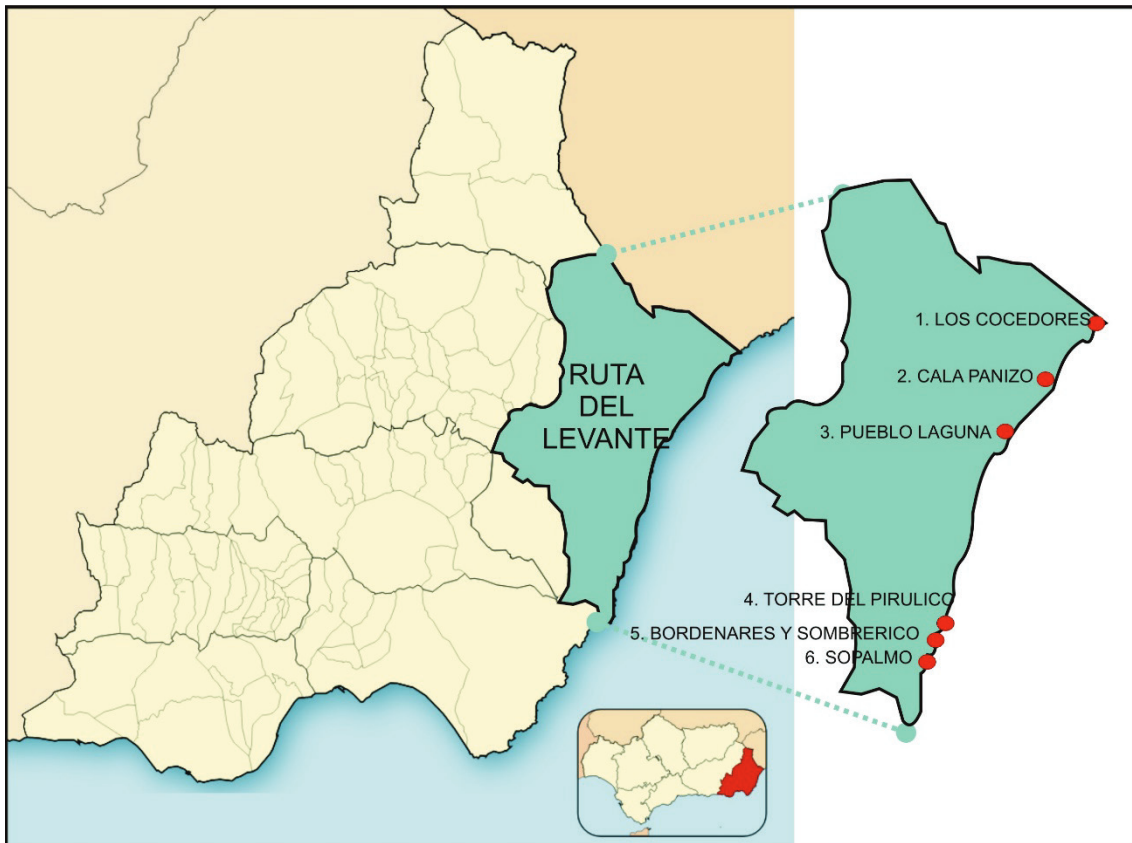
Paradójicamente, la provincia de Almería es visitada por alumnos de muchas universidades de Europa (especialmente de Reino Unido y Holanda) para hacer sus prácticas de campo en áreas vinculadas a las Geociencias. La variedad, calidad didáctica y grado de exposición de los afloramientos geológicos de la provincia de Almería son conocidos en todo el mundo y, sin embargo, nuestros alumnos no pueden disfrutar de ellos en la medida que precisaría por la falta de horas de campo en nuestras asignaturas.

Con objeto de paliar en cierto modo este déficit de prácticas de campo, y aprovechar la calidad de los afloramientos que ofrece nuestra provincia, el presente proyecto pretende ser una vía de acceso de información práctica de campo a alumnado que cursa asignaturas de Geociencias en nuestra Universidad. Sin embargo, la presente guía pretende tener un uso más amplio, de modo que pueda ser utilizada por toda aquella persona interesada por el medio natural de la provincia.

2. ITINERARIOS GEOLÓGICOS

2.1. RUTA DEL LEVANTE

Con esta ruta se hace una revisión de las características geológicas de algunas de las calas y playas más conocidas del Levante almeriense. Las paradas de las rutas han sido seleccionadas de modo que coincidan con conocidos puntos de baño y ocio, para que a la vez que se disfruta de su entorno, también se pueda aprender algo sobre su geología y su formación.

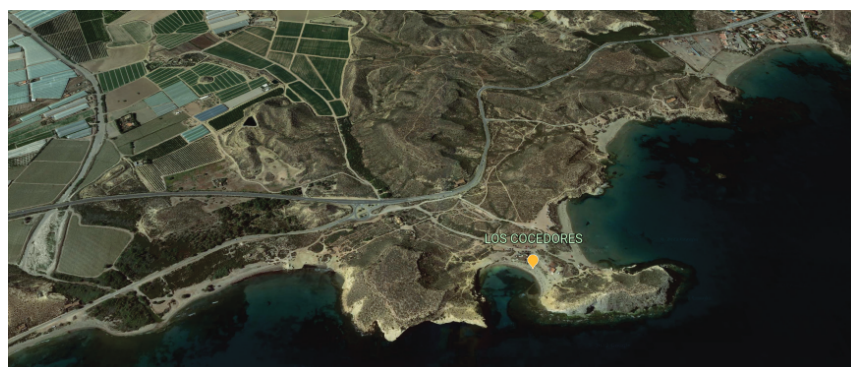


PARADA 1. Los Cocedores

Coordenadas:

37°22'31"N

1°37'5"O



Esta cala, situada en las inmediaciones del límite entre las provincias de Almería y Murcia, está enclavada sobre un sustrato limoso-arenoso de color anaranjado muy característico y que forma parte del atractivo de la zona (foto 1). Estos limos de edad Pliocena (aprox. 4 Ma) (García-Ramos

y Zuschin, 2019) son fácilmente erosionables a la vez que cohesivos, permitiendo la excavación de casas-cueva por parte de los lugareños. Durante el Plioceno, esta área estaba sumergida bajo un mar somero, por lo que fácil encontrar restos fósiles en estos limos.

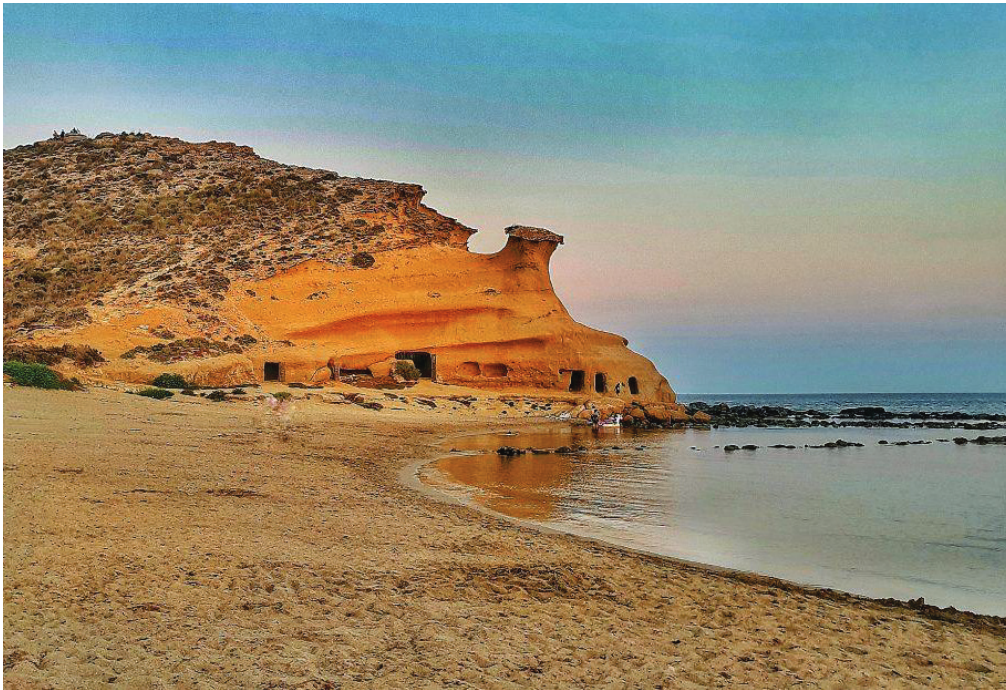


Foto 1. Panorámica de la Cala de los Cocedores.

PARADA 2. Cala Panizo

Coordenadas:

37°19'7.96"N
1°42'0.71"O



Cala Panizo está enclavada en materiales metamórficos consistentes en micaesquistos grafitosos con intercalaciones de cuarcita. En estas rocas se puede ver la exfoliación de la roca metamórfica que discurre pseudovertical. Estas rocas metamórficas han sido cortadas por diques verticales de rocas dacíticas (foto 2). Discordante sobre la roca metamórfica se observan los restos de una paleoplaya cuaternaria, que se sitúa aproximadamente a 3 metros sobre el nivel del mar actual (foto 3). La edad de estos depósitos de playa no es conocida si bien por sus características y posición pueden haberse formado durante el último período interglaciar (aprox. 125.000 años).

Unos depósitos de características muy parecidas pero situados a nivel del mar se pueden ver a lo largo de la línea de costa de Cala Panizo. Estos consisten en gravas y arenas cementadas que

dan un pavimento rocoso a la orilla del mar. Estos sedimentos se pueden atribuir a un *beachrock* o roca de playa (foto 4), que se habría formado a lo largo de los últimos cientos o miles de años (Holoceno). Existen distintas teorías sobre la formación de estos *beachrock*, las cuales implican los procesos de intercambio entre el agua dulce del acuífero terrestre con el agua salina marina, así como la intervención de microorganismos que favorezcan la cementación de estos depósitos de playa (Vousdoukas et al, 2007).



Foto 2. Dique de roca dacítica de un metro de potencia que corta los esquistos grafitosos.

Foto 3. Nivel conglomerático horizontal discordante sobre los esquistos grafitosos depositado en una paleoplaya pleistocena.



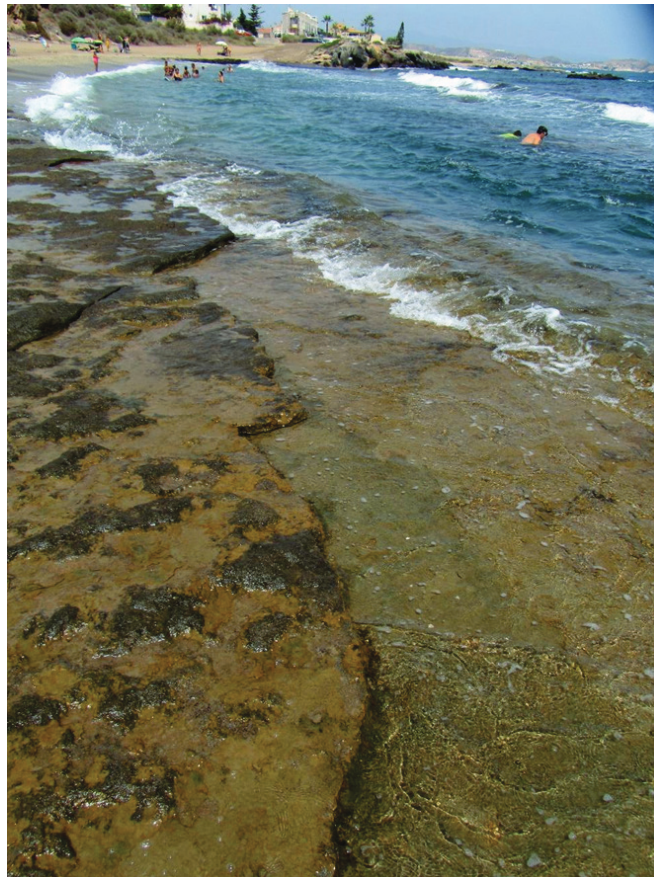


Foto 4. Pavimento de conglomerados y areniscas que dan lugar a una *beachrock* en la línea de costa.

PARADA 3. Pueblo Laguna



Coordenadas:

37°11'56.28"N
1°48'42.32"O

La desembocadura del río Antas en el mar Mediterráneo se ve interrumpida por un estrecho cordón arenoso, lo que provoca la acumulación del agua del río en una laguna costera (foto 5). En ciertas ocasiones, este cordón arenoso puede romperse como consecuencia de la subida del nivel del agua en el río Antas, llegando a desembocar éste en el mar. El cierre de la laguna y su desconexión con el mar se produce al poco tiempo de la inundación, como consecuencia del continuo arrastre de sedimentos que la deriva costera produce a lo largo de la costa de Vera.

Tanto las corrientes de deriva procedentes de Levante como de Poniente, transportan el sedimento y lo van depositando a lo largo de la línea de costa, cicatrizando con ello la brecha que conectaba el río con el mar, favoreciéndose así de nuevo la formación de la laguna.

El agua de esta salina es salobre pese a que el oleaje marino nunca llega a verter agua en la laguna. La causa de esta salinidad se debe a la infiltración de agua marina de manera subterránea a través de la barrera arenosa hasta la laguna. Esta agua salada se mezcla con el agua dulce procedente del río, generando finalmente un agua tipo salobre.



Foto 5. Panorámica de la laguna costera de Pueblo Laguna.

PARADA 4. Torre del Pirulico



Coordenadas:

37° 4'6.30"N
1°50'59.48"

Los materiales más antiguos que se observan en el entorno del Pirulico son conglomerados triásicos. Estos están distribuidos en niveles conglomeráticos intercalados con niveles de arcillas rojas con cantos. Estos cantos están muy redondeados y tienen diámetro de hasta 40 cm. La naturaleza de estos cantos es muy variada si bien los más comunes son de areniscas y microconglomerados, presentando muchos de ellos fracturas planares indicadoras de haber sido afectados por esfuerzos tensionales (foto 6).



Foto 6. Conglomerados del Complejo Maláguide fuertemente redondeados y fracturados.

Sobre los conglomerados triásicos se observan unas dolomías jurásicas. Tanto los conglomerados como las dolomías pertenecerían al Complejo Maláguide de las Zonas Internas Béticas. Las dolomías, a diferencia de lo que ocurría con los conglomerados y las arcillas triásicas, son rocas rígidas por lo que la deformación que han sufrido es frágil. Así, éstas muestran numerosos planos de fracturas con diferentes direcciones, si bien la dirección predominante es Norte-Sur. Estas fracturas planares son planos de falla en los que es posible reconocer estrías, acanaladuras y escalones de falla con frecuentes patinas de óxidos de hierro (foto 7). Todos estos marcadores cinemáticos indican que el movimiento de estas fracturas ha sido fundamentalmente de salto en dirección.



Foto 7. Plano de falla con estrías y acanaladuras pseudohorizontales sobre dolomías jurásicas.

Discordante sobre los anteriores materiales se encuentran conglomerados y areniscas cementados, bien estratificados y laminados que buzcan ligeramente hacia el mar. Estos materiales se corresponderían con depósitos de playas pleistocenas (aprox. 125 mil años). Se trata de una franja de un 1 km de longitud y 50 m de anchura que discurre según una dirección Norte-Sur paralela a la línea de costa. Intercalado entre el paquete conglomerático hay unos pequeños montículos de afloramientos de dolomía jurásica, los cuales representarían la paleotopografía existente durante el Pleistoceno antes del depósito de las paleoplayas, y que conformarían en esa época pequeños islotes próximos a la línea de costa (foto 8).

Actualmente estos islotes están rodeados de paleoplaya y en su base es posible encontrar perforaciones centimétricas realizadas por el bivalvo *Litophaga* (foto 9). Además existen otras trazas fósiles como perforaciones realizadas por esponjas (*Entobia*) y restos de serpulidos (gusanos marinos).



Foto 8. Conglomerados en estratos horizontales depositados en una paleoplaya marina que rodean un montículo de dolomía jurásica.

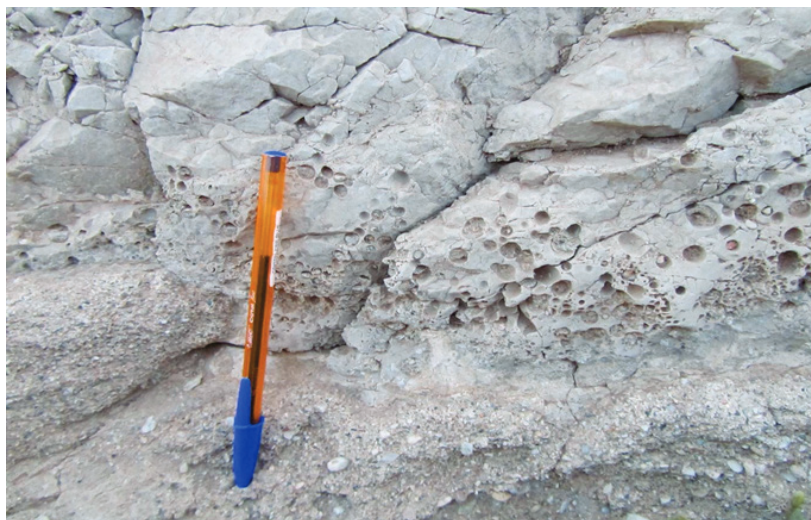


Foto 9. Perforaciones realizadas por bivalvos litófagos sobre dolomías jurásicas.

Sobre los depósitos de paleoplaya existen sedimentos de arena fina masivos con rizocreaciones (restos fósiles de presencia de raíces; foto 10). Estos sedimentos se corresponderían con el backshore de la playa, es decir, la franja arenosa no cubierta en ningún momento por el agua marina. En estos depósitos de backshore, además es posible observar laminaciones cruzadas de tamaño decimétrico, que se corresponderían con pequeñas dunas eólicas. No se observa en las laminaciones ninguna dirección de buzamiento principal, registrándose buzamiento tanto hacia el norte como sur, por lo que los vientos predominantes debieran ser tanto de levante como de poniente.



Foto 10. Arenas finas masivas con presencia de tubos pseudoverticales generados por raíces de plantas (rizocreaciones) durante el Pleistoceno.

Finalmente, discordante sobre las areniscas finas de backshore hay una brecha de cantos heterométricos compuesta principalmente por esquistos grafitosos oscuros provenientes de los relieves cercanos. Estos depósitos serían sedimentos coluviales pleistocenos.

PARADA 5. Calas de Bordenares y Sombrero



Coordenadas:

37° 3'26.70"N
1°51'28.19"O

La **cala de Bordenares** se ubica sobre rocas volcánicas (andesitas anfibólicas con hornblenda). En su borde norte, un segmento de la falla de Palomares separa materiales del basamento bético (dolomías jurásicas del Maláguide) de la formación volcánica. Esto puede verse bajo el chalet “La rosa de los vientos”. En la línea de costa, las rocas volcánicas muestran una configuración en domos volcánicos de tamaños decamétricos (foto 11). Las rocas andesíticas de cada uno de estos domos presentan un diaclasado generando unas geométricos pseudo hexagonales de tipo disyunción columnar (foto 12). El mineral más visible de estas rocas volcánicas es la hornblenda, la cual aparece como cristales prismáticos de tamaño centimétrico. Cortando estas rocas volcánicas puede verse una fractura pseudo vertical rellena de sedimento fino de color marrón. Esta fractura sería un dique neptúnico por el cual sedimentos marinos de granulometría fina habrían percolado. Estos diques neptúnicos se generan cuando una roca consolidada, en este caso la andesita anfibólica, presenta fracturas abiertas que conectan el lecho marino con el interior de la roca.



Foto 11. Domos volcánicos de roca andesítica.

En el borde sur de la cala afloran las mismas rocas volcánicas, sobre las cuales es posible observar grandes bloques conglomeráticos bien laminados y cementados que se corresponderían con fragmentos de paleoplayas cuaternarias. Junto a éstos, hay también bloques de rocas volcánicas. El tamaño máximo de estos bloques es de 3 metros de diámetro. En general, y especialmente en los bloques de paleoplaya, estos bloques están imbricados con buzamientos hacia mar (foto 13). No existe afloramiento de estas paleoplayas a lo largo de la cala de Bordenares, pero si los hay sumergidos a pocos metros de profundidad. La forma más coherente para explicar la presencia de estos grandes bloques sobre el sustrato volcánico sería que el oleaje los haya arrancado de la parte sumergida de la playa y transportado hasta la posición actual. Dado el gran tamaño de los bloques, grandes tormentas serían las causantes de la movilización de éstos.



Foto 12. Diaclasado en disyunción columnar resultado del enfriamiento del material volcánico andesítico.



Foto 13. Grandes bloques imbricados de paleoplayas conglomeráticas cuaternarias.

Todos los bloques están en el borde sur de la cala, no observándose bloques en la zona media ni en el borde norte. Esto indicaría que las tormentas movidas por los vientos de levante serían las causantes de la movilización de estos bloques.

En realidad, en esta zona, tanto los temporales de levante como de poniente pueden llegar a ser bastante energéticos. Sin embargo, dada la configuración que presenta esta cala, quedando más protegida por los relieves volcánicos en el sur, las tormentas de poniente la afectan con menos intensidad.

La cala del Sombrero en su borde norte presenta un pequeño afloramiento de margas marinas de edad probablemente Serravaliense (Mioceno medio, aprox. 11 millones de años). Una serie de fallas bastante verticalizadas separa las margas marinas de las rocas volcánicas (foto 14). Por su parte, en el borde sur afloran arcillas rojas, areniscas y cuarcitas bien estratificadas dispuestas

en niveles verticales (foto 15). Estos depósitos son de edad triásica y se habrían depositado en un medio continental. En aparente continuidad lateral, estos sedimentos pasan a dolomías jurásicas.

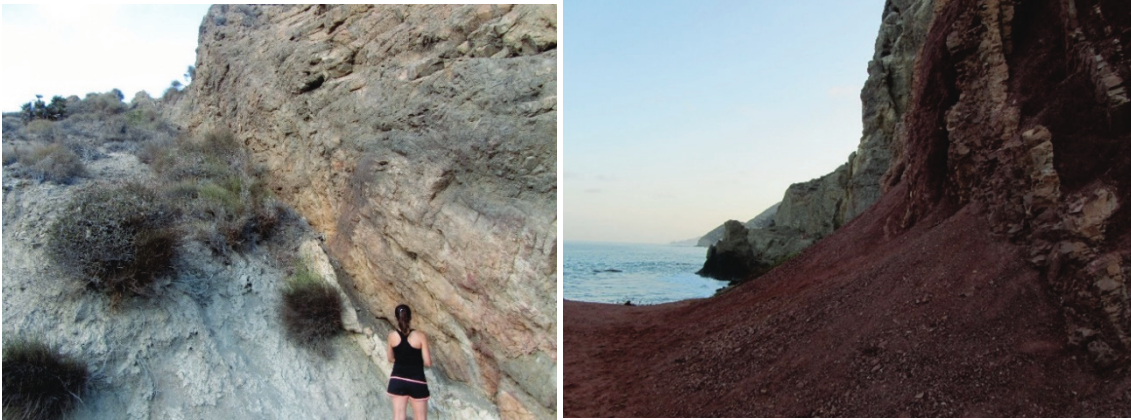


Foto 14 (izda). Detalle de falla verticalizada. Foto 15 (dcha). Estratos verticales.

PARADA 6. Sopalmo

Coordenadas:

37° 2'54.39"N
1°52'35.02"O



A lo largo de la rambla que une la pedanía de Sopalmo con la cala que lleva su mismo nombre, afloran una serie de materiales diferentes separados por la zona de falla de Carboneras. Los primeros materiales que encontramos a lo largo de este recorrido son rocas metamórficas compuestas por micaesquistos grafitosos con intercalaciones de venas de cuarzita. En estas rocas es fácil ver pequeños pliegues, especialmente en las venas de cuarzita, que nos marcan los esfuerzos compresivos a los que han sido sometidas. La zona de falla de Carboneras separa estos micaesquistos de un afloramiento de dolomías Maláguides. Esta zona de falla es especialmente llamativa debido a su vistosa apariencia en franjas de diferentes colores abigarrados (foto 16) como consecuencia de la yuxtaposición de materiales de distinta naturaleza a lo largo de la zona de falla (Rutter et al, 2012).



Foto 16. Melange de materiales de distinta naturaleza a lo largo de la zona de falla de Carboneras.

Las dolomías maláguides están a su vez separadas por planos de falla de rocas volcánicas que afloran aguas abajo de esta zona de falla. En el contacto con las rocas volcánicas existe una terraza fluvial cuaternaria que está afectada por esta zona de falla, lo que sería un indicador de que la falla de Carboneras ha sido activa en tiempos recientes. Las rocas volcánicas que afloran desde de este punto hasta la costa son andesitas anfibólicas, en las que existen bloques dispersos (foto 17).



Foto 17. Depósitos vulcanosedimentarios.

Las rocas volcánicas y especialmente los depósitos vulcanosedimentarios han sufrido procesos de erosión dando formas llamativas en el relieve. Algunas de estas formas se relacionan con erosión eólica que junto con procesos de haloclastia (disgregación de la roca como consecuencia de la cristalización de sales transportadas por el spray costero). Las formas resultantes se conocen como taffonis y son oquedades de diámetros variables que se generan en la superficie de las rocas (foto 18). Por otro lado, la presencia de diaclasas verticales, por las cuales el agua de lluvia percola y erosiona más fácilmente, acaba permitiendo la formación de pináculos, geofomas consistentes en monolitos más o menos verticalizados (foto 19).



Foto 18 (izda). Ejemplo de taffonis afectando a rocas vulcanosedimentarias en el área costera de la rambla de Sopalmo. Foto 19 (dcha). Morfología tipo pináculo desarrollada sobre depósitos vulcanosedimentarios.