

Autores y monitores:

Carlos de Santisteban Bové
Policarp Garay Martín
Bruno Ballesteros Navarro
Constantino Benedicto Bretó
José Luí́s Díaz Aráez
Elisabeth Díaz-Losada
José Miguel Fernández Portal
Maite Martínez Antón
Julio Martínez Gallego
María Teresa Novillo Roca
L. Armand Paz Rico
Ismael Pérez Blanquer
Alex Valls Climent
Vicenta Vidal oller
Elena Zalve

geología 17

Valencia

**GEOLOGÍA EN EL CORAZÓN DE LA
SERRA DE LA CALDERONA**

Serra, 7 de Mayo de 2017

GEOLOGÍA EN EL CORAZÓN DE LA SERRA DE LA CALDERONA

La Serra de La Calderona, un lugar en la Cordillera Ibérica

La Cordillera Ibérica es el conjunto montañoso cuyo territorio está compartido por más comunidades nacionales de la península (Euskadi, Navarra, La Rioja, Castilla – León, Aragón, Castilla - La Mancha, Comunidad Valenciana y Catalunya). En ella nacen los ríos Duero, Tajo, Turia, Júcar y la mayoría de los afluentes por la derecha del Río Ebro. Geológicamente es un *sistema de plegamiento* formado en un tiempo amplio que va desde finales del Cretácico (hace 80 Ma*) a principios del Mioceno Medio (hace 18 Ma). Hasta entonces, Iberia era una isla situada en el margen Este del Atlántico Norte en formación. El ensanchamiento del Atlántico empujó Iberia hacia Eurasia lo que llevó a cerrar un brazo de mar interior en la isla y a elevar, por deformación, los sedimentos depositados en su fondo durante los 150 millones de años anteriores. La configuración actual del Sistema Ibérico es herencia de la forma de aquel mar interior (el *Surco Ibérico* mesozoico) y consecuencia de la orientación de las fuerzas que lo comprimieron en el acercamiento de la Placa Ibérica a Eurasia. Su edad es similar a la de la Cadena Pirenaica.

La parte emergida del Sistema Ibérico tiene una forma triangular en planta con su eje orientado NO-SE y su base, entre la ciudad de Barcelona y Cullera, paralela a la costa mediterránea. En el centro-oriental de esta cadena de montañas están situadas la Serra de La Calderona y la Serra d'Espadà. Las dos pertenecen a la zona axial del Sistema Ibérico y presentan las rocas más antiguas de las que afloran en el territorio de la Comunidad Valenciana.

Geología en el corazón de la Serra de la Calderona

El municipio de Serra, la antigua *Axerra* hispano-árabe, se halla en el corazón de la Serra de La Calderona. Una parte de él, junto con territorios de municipios vecinos ha merecido un estatuto de protección como "Parc Natural" con el objetivo de gestionar, divulgar y preservar el Patrimonio Natural. El Patrimonio Natural tiene dos componentes: la Biológica

(biodiversidad) y la Geológica (*geodiversidad o diversidad geológica*). La biológica es la vegetación y la fauna, mientras que la geológica son las rocas, las estructuras tectónicas y las formas del relieve. Los dos tipos de diversidad natural se complementan, más si tenemos en cuenta que una buena parte de la biodiversidad se fundamenta en la geodiversidad.

La geodiversidad de la Serra de La Calderona es alta, aunque desconocida. Muchos de sus elementos presentan valores didácticos, paisajísticos y científicos que nos permitirían su reconocimiento como *patrimonio geológico*, ...si fueran revelados y estuvieran adecuadamente gestionados. Para poner de relieve algunos de los elementos de la geodiversidad de la Serra de La Calderona dedicamos este Geolodía17 de la provincia de Valencia. En él un grupo de geólogos y profesores de Geología, de la *Sociedad Geológica de España (SGE)*, de la *Asociación Española para la Enseñanza de las Ciencias de La Tierra (AEPECT)* y el *Instituto Geológico y Minero de España (IGME)*, van a realizar una interpretación de las rocas que encontramos, de su posición en el espacio en función de las estructuras generadas durante el alzamiento de la Cordillera Ibérica y, cómo con el paso del tiempo geológico en una tierra dinámica, se ha configurado el paisaje que vemos. Así hablaremos de conceptos de las Ciencias Geológicas como: *petrología, sedimentología, cronoestratigrafía, tectónica, geomorfología, paleontología y recursos geológicos*.

Dientes de Serra, dientes de sierra

Desde la distancia, la línea del cielo de la Serra de La Calderona muestra un perfil dentado a ambos lados de Rebasadors. En cada sector, estos dientes son asimétricos y tienen inclinaciones opuestas. Son la consecuencia de dos factores: 1) la presencia de conjuntos de *capas* inclinadas y desplazadas por *fracturas* y 2) las distintas durezas de las rocas que forman estos conjuntos de capas.

La figura 1 muestra la forma de este perfil, entre l'Alt del Pi y la Mola de Segart, y cómo se corresponde en profundidad con un conjunto de bloques fracturados y basculados. Este sistema de fallas ha escalonado, en descenso, la terminación Sur de la Serra de La Calderona hasta alcanzar la línea de costa actual.

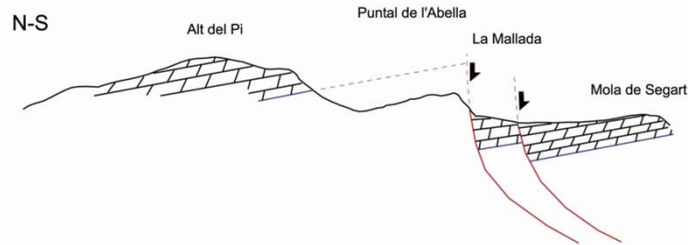


Figura 1. Perfil en cielo de la Serra de La Calderona entre l'Alt del Pi y el Puntal de l'Abella mostrando patrón en dientes de sierra.

El mayor de estos bloques, el constituido por el Alt del Pi y el Puntal de l'Abella está formado por rocas de distinta dureza frente a la erosión. El Puntal de l'Abella está compuesto por *areniscas* rojas, las mismas que soportan el Castillo de Serra; mientras que las rocas del Alt del Pi son *carbonatos* grises, básicamente *dolomías*. Entre los dos hay un tramo de materiales blandos formado por *limolitas* y *arcillas* con intercalaciones de areniscas. Desde lejos este tramo blando forma una depresión en "V" entre los dos montes (figura 1) y en él se pueden ver aún los restos de terrazas de antiguos cultivos. Estas rocas forman unidades estratificadas que se acumularon apiladas verticalmente hace muchísimo tiempo y son los materiales de construcción de este sector de la Serra de La Calderona. Tienen una edad muy antigua, de un intervalo de tiempo, que comprende el final de la *era Paleozoica* y principios del *Mesozoico*, de unos 19 Ma (*) de duración, hace entre 254 y 235 Ma (Figura 2).

Pero con el transcurso del tiempo estas rocas han sido deformadas, de manera que las

(*) Ma es una unidad de tiempo geológico equivalente a un millón de años. Las fechas del calendario geológico se miden, hacia el principio de los tiempos, desde el año cero de nuestro calendario histórico.

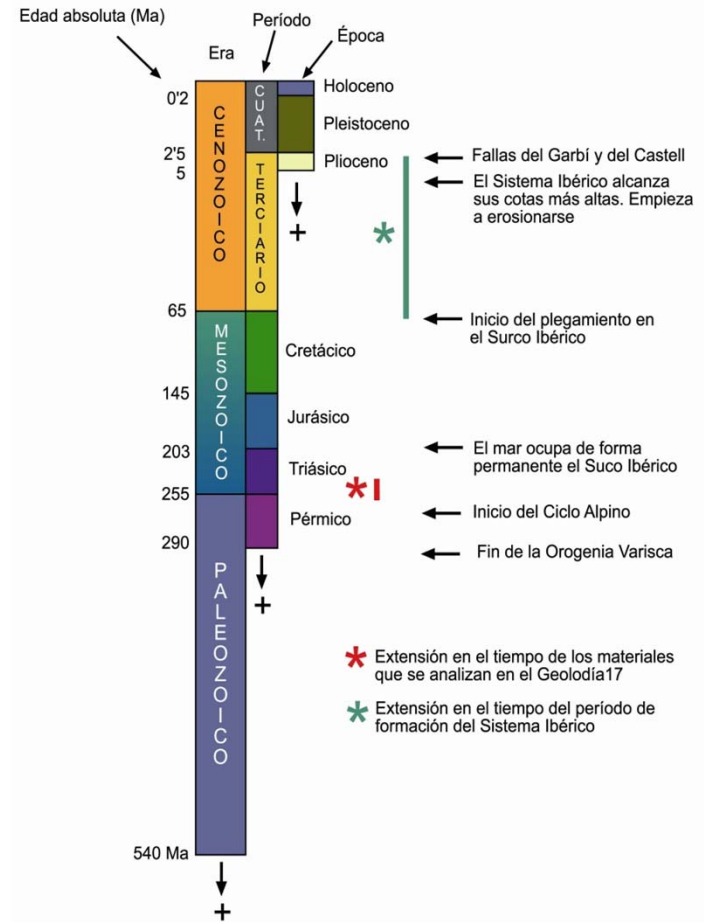


Figura 2. Calendario geológico de los materiales de la provincia de Valencia, en el que se señalan en el tiempo, los acontecimientos más importantes en la formación del Sistema Ibérico en la Serra de La Calderona.

veremos plegadas y fracturadas, además de desgastadas por la erosión. Esto ocurrió tiempo después de sedimentarse los materiales que las componen (Figura 3), quedando las evidencias de esta deformación impresa en las rocas añadiendo con ello información a su historia geológica. Dos de las fracturas son muy importantes en la estructuración primaria del paisaje que vemos: La falla del Garbí y La falla del Castell de Serra. Una falla es una fractura que desplaza dos bloques de roca paralelamente a la

superficie de rotura. La falla del Garbí es la que condiciona el precipicio al frente del pico de este nombre y también es la que mantiene la elevación del Puntal de L'Abella. Esta falla, y otras paralelas a ella, son las que determinan el perfil en dientes de sierra de este sector de La Calderona.

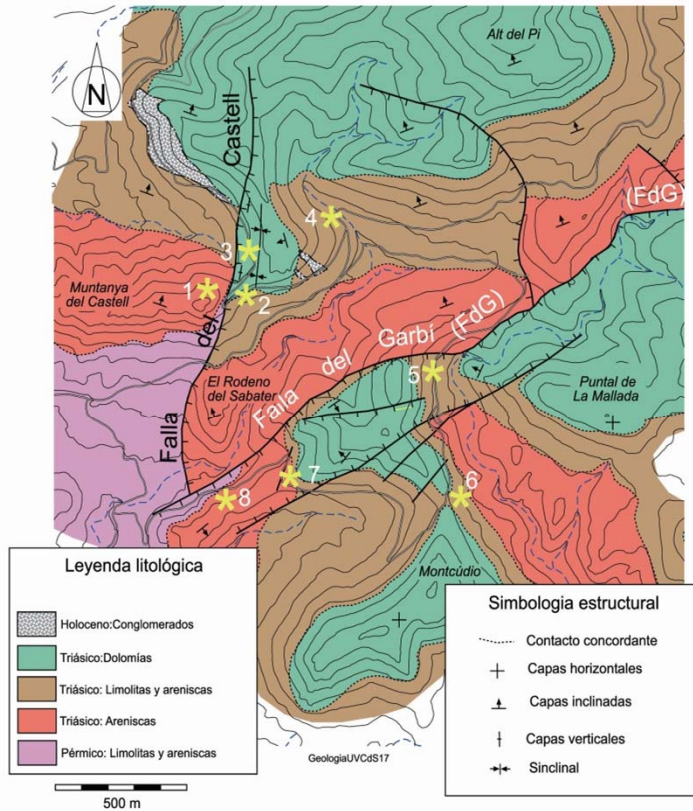


Figura 3. Mapa geológico del entorno de barranco de Sabater y posición de las paradas del itinerario del Geolodía 17.

El itinerario

El itinerario se realiza en la zona de encuentro de estas dos fallas, situada en el entorno del barranco de Sabater. Una de ellas (la Falla del Castell) es la responsable de la elevación de un bloque de roca sobre el que se alza desde hace 1.200 años el castillo árabe de Serra. Este lugar es una atalaya sobre la llanura aluvial del río Turia, y como

“lugar de observación” es origen del topónimo árabe *Axerra* que ha derivado fonéticamente en “Serra”.

A lo largo del itinerario veremos detalles relacionados con estas dos fracturas, las cuales están cartografiadas en el mapa geológico de la figura 3. En este mapa se indica la ubicación de las paradas del itinerario y los rasgos más importantes de la geología de esta zona, como las formaciones de las rocas, la posición de los estratos y las estructuras tectónicas. Los mapas geológicos son como partituras que permiten almacenar, transmitir e interpretar información. En él, en una mirada rápida, ya se aprecia como hay repetición de zonas de color, que representan distintos tipos de rocas de edades diferentes, y cómo esta repetición se hace a ambos lados de cada una de las fallas las cuales interrumpen bruscamente la continuidad lateral de las capas. En este mapa está el relato de una parte de la biografía de La Tierra que vamos a interpretar.

Una cápsula del tiempo, geológica

Como mirador en altura, la montaña del Castillo (Muntanya del Castell) nos permite observar cómo están apiladas las unidades de *rocas estratificadas*, de forma que componen una columna de unos 600 metros de espesor. Esta columna puede reconocerse a lo largo del camino de subida desde Serra al Castillo, y de aquí hasta l'Alt del Pi. Es como un pilar que contiene una sucesión de materiales de los períodos *Pérmico* y *Triásico*, que forman la mayor parte del *registro sedimentario* presente en la Serra de La Calderona. Este registro es una cápsula del tiempo en la que se pueden reconstruir los ambientes sedimentarios, los paisajes y su dinámica, en este caso a lo largo de 19 millones de años.

La figura 4 muestra una reconstrucción de cómo pudo ser el aspecto del margen occidental del brazo de mar interior en la isla de Iberia en aquel tiempo. A poniente estaban los relieves recién formados de una cordillera de montañas anterior (La Cordillera Varisca) cuyos restos, hoy muy erosionados, afloran en el tercio occidental de la península, desde el norte de Galicia hasta el sur de Portugal. Al pie de esta cordillera se extendían enormes mantos de cantos y arenas depositados en abanicos aluviales y en llanuras con ríos de canales trenzados, cuyas partes más lejanas hasta alcanzar la orilla

del mar, acumulaban sedimentos de limo y arcilla. Unos 150 kilómetros separaban las estribaciones de la Cordillera Varisca de entonces y este lugar actual en la Serra de La Calderona.

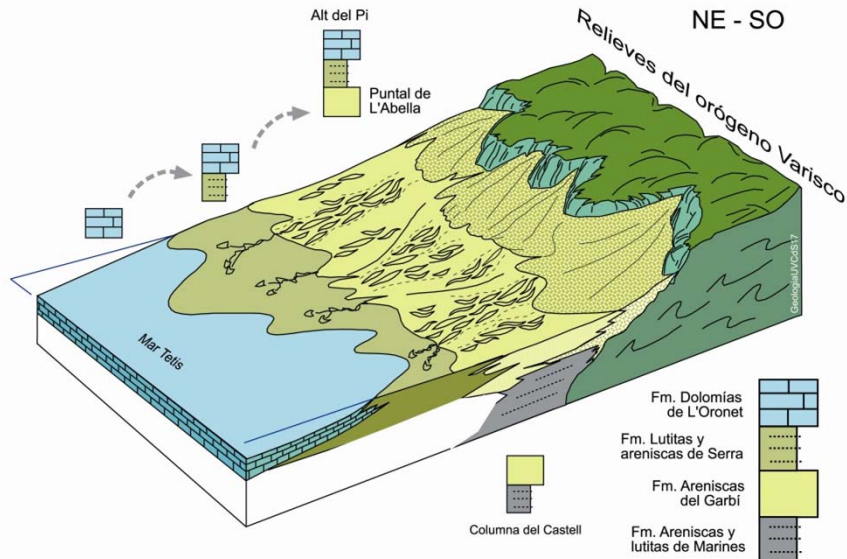


Figura 4. Reconstrucción del paisaje y ambientes sedimentarios en el Surco Ibérico a finales del Paleozoico y principios del Mesozoico.

Para construir la columna de 600 metros de rocas de distintas edades que ahora vemos en esta zona fue preciso el hundimiento del fondo de la *cuenca sedimentaria*, emplazada al pie de las antiguas Montañas Variscas. Ello, además permitió una entrada generalizada del mar. Y es que las rocas de la base de la columna son de ambientes continentales, mientras que los carbonatos de la cima de L'alt del Pi son antiguos sedimentos marinos. Las flechas de la figura 4 nos ayudan a explicar el apilamiento vertical de las rocas formadas en los distintos ambientes durante la *transgresión marina*. Por sus características los geólogos han descrito y denominado a estas rocas, formadas en distintos ambientes sedimentarios, con una combinación de vocablos de referencias litológicas y de topónimos, para una mejor identificación.

Las rocas más continentales son las que forman la parte superior de la Muntanya del Castell, también el Punta de l'Abella y todo el margen izquierdo del barranco de Sabater. Se trata de areniscas, normalmente rojas, pero también localmente de color crema e incluso blancas. Popularmente reciben el nombre de *rodono* aludiendo a su coloración roja, en lengua griega. El color rojo se debe a la presencia de óxidos de hierro en el cemento que convirtió el sedimento de arena en una roca arenisca, e indica que durante su formación estuvo expuesto a la acción atmosférica. Aún así las arenas fueron depositadas por corrientes de agua que modelaron en ellas pequeñas *dunas fluviales*. Todavía se conservan las formas externas de algunas de estas dunas con sus crestas que nos permiten comprender que se agruparon en campos de dunas (figuras 6a y 6b). Una duna es una acumulación de arena transportada y depositada por una corriente. En nuestro caso una corriente fluvial. La figura 5 muestra un esquema de una duna de cresta recta. Tiene una forma asimétrica con una pendiente suave hacia la procedencia de la corriente (*barlovento*) y otra más empinada (*sotavento*), y a veces ligeramente curvada, hacia donde se dirige el flujo. Los granos de arena son transportados por la corriente pendiente arriba y una parte de ellos depositados sobre la cresta y el sotavento. Con cada fluctuación de la energía de la corriente se forma una lámina de sedimento que replica la forma externa de la duna (figuras 6a y 6c). Parte de ella, en el barlovento finalmente es erosionada por el flujo de agua, y así se forma un cuerpo de arena con una laminación interna cruzada. Estas dunas se originaron en el agua durante la crecida en los canales aluviales y seguramente estuvieron expuestas durante los períodos de sequía. Sobre el barlovento de una de ellas un rastro de marcas alineadas en forma de media luna nos sugiere el paso de un reptil primitivo (Figura 6d).

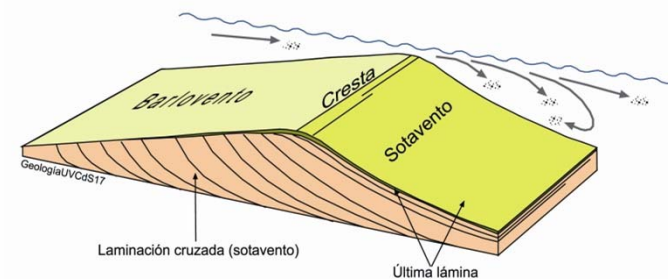


Figura 5. Esquema de la forma externa y sección de una duna



Figura 6a. Duna en areniscas con la forma de la cresta y la laminación cruzada interna conservadas.



Figura 6b. Campo de dunas con las crestas rectas.



Figura 6c. Laminación cruzada de una duna y superficie de sotavento.



Figura 6d. Probables huellas de paso de un vertebrado sobre el barlovento de una duna acuática.

Las Fallas del Castell y del Garbí

Las fracturas son las estructuras tectónicas más características de este sector de la Serra de La Calderona. La más importante es la del Garbí, que discurre E-O, primero por la cabecera del barranco del Salt y después por el margen izquierdo del barranco de Sabater. Es la responsable de un desplazamiento (*salto*) vertical de los mismos niveles de roca que se presentan en cada uno de los lados del barranco, de unos 300 metros. Este desplazamiento implica el descenso de un bloque a favor del sentido de la inclinación del plano de falla por lo que es una falla de tipo normal. Además, debido a que produce el

basculamiento de las capas hacia el norte, el plano de falla, en profundidad, es curvo. Esta fractura es responsable de la repetición de la sucesión de las unidades que forman la columna estratigráfica en la zona (Figuras 3 y 7). En el margen norte del Puntal de la Mallada una segunda falla paralela a la del Garbí produce un arrastre de las capas que dibujan una estructura *sinclinal*, de forma parecida al pliegue denominado “sinclinal del Salt” en Náquera, o al que también está asociado a la Falla del Castell (Figura 8). Estos sinclinales son estructuras muy locales y al estar ligados a fallas normales no responden a fuerzas de *compresión regional*.

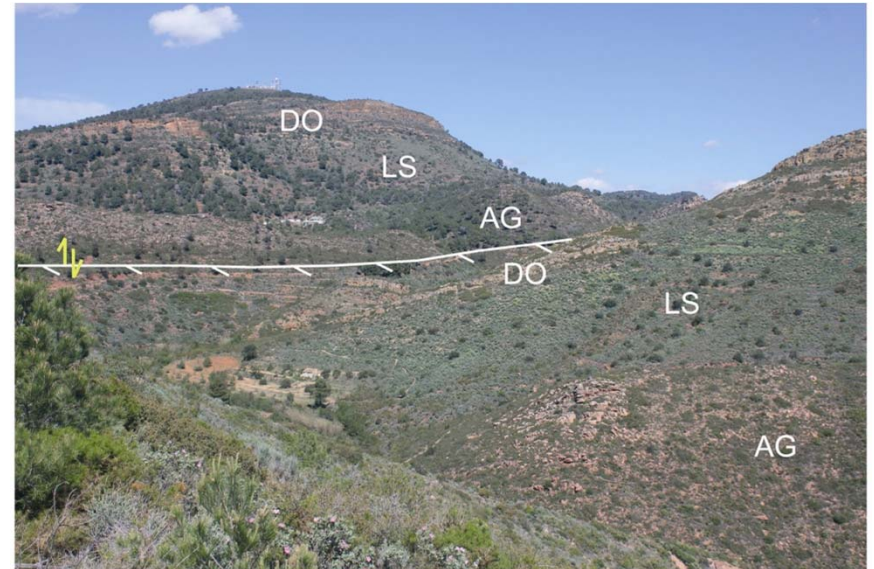


Figura 7. Falla del Garbí vista frontalmente, en el barranco del Salt. Produce repeticiones de unidades de roca (AG, LS, DO). El bloque relativamente levantado es el que forma el Alt del Pi.

La Falla del Castell tiene una dirección N-S y es perpendicular a la del Garbí (Figura 3.) Tiene un desplazamiento vertical próximo a los 300 m y pone en contacto lateral los materiales del Pérmico Superior con las dolomías triásicas. A lo largo de la pista por la que se accede al castillo la atravesamos tres veces. La superficie de falla es lisa e inclinada unos 65° hacia el Este. La diferencia de color de los materiales separados por este plano ayuda a identificarla. El bloque claro, a la derecha del plano de fractura, presenta una deformación sigmoidal debido *cizalla* local y su configuración nos indica que ha

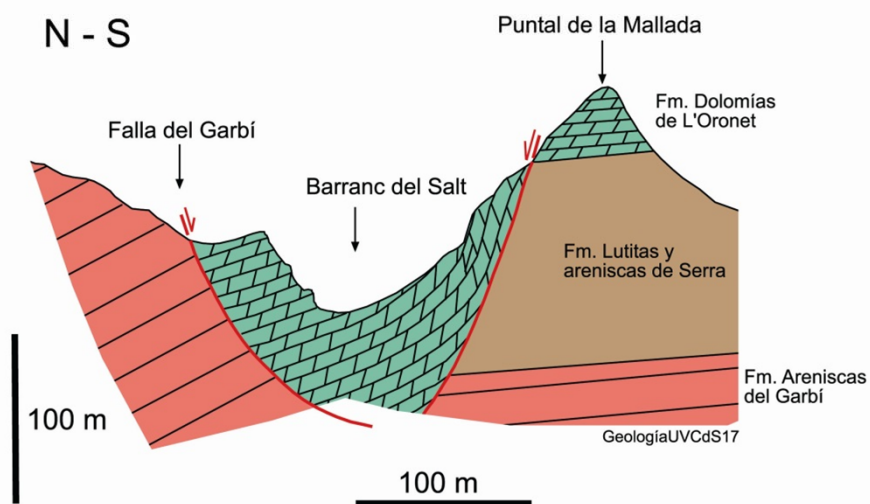


Figura 8. Sinclinal de arrastre en la cabecera del barranco del Salt asociado a una falla paralela a la del Garbí.

descendido relativamente respecto al bloque compuesto por materiales de color rojo (Figura 9).

Podemos saber también la dirección de movimiento de los bloques implicados en una falla mediante unas *estrías* alineadas sobre la superficie de falla. Están formadas por muescas o por un precipitado de cristales planos o alargados, de distintos minerales que crecen orientados según el campo de fuerzas en el plano de fractura. La figura 10 muestra una superficie de falla pulida con dos tipos de estrías (unas oblicuas y otras verticales) formadas

por cristalizaciones de cuarzo. Es tan lisa que refleja la luz del sol por lo que a este tipo de superficies se las denomina *espejos de falla*.



Figura 9. Falla del Castell. El bloque de color claro a la derecha del plano de fractura, presenta una deformación sigmoidal debido a la cizalla local provocada por la dinámica de la falla.

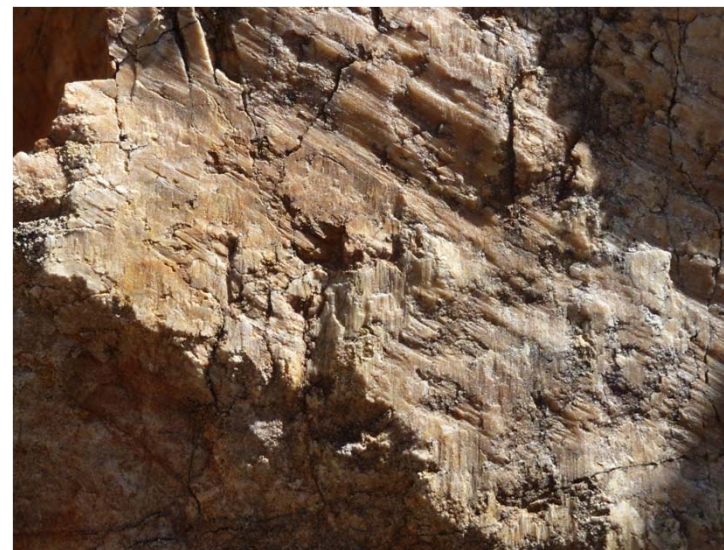


Figura 10. Espejo de falla con estrías de dos direcciones distintas, que indican cambios en el sentido de desplazamiento de los bloques.

Un sinclinal particular

En la estructura geológica de la Serra de La Calderona no hay grandes pliegues como ocurre en las otras sierras de la provincia de Valencia. Son las fallas las que predominan. Sin embargo, localmente hay pequeños pliegues que siempre están relacionados con fallas. Un ejemplo es el denominado "sinclinal del salt" y otra estructura similar la encontramos asociada a la Falla del Garbí al Norte del Puntal de La Mallada (Figura 8).

También la falla del Castell condiciona la formación de un pliegue que puede verse en el camino de subilla al castillo de Serra. Es un pliegue generado por el arrastre de las capas del bloque que ha descendido sobre el plano de fractura. Este pliegue está, además, afectado por varias fallas que lo desdibujan (Figura 11). Este es un ejemplo de cómo las estructuras tectónicas se superponen jerárquicamente debido a que una deformación de un tipo puede provocar esfuerzos derivados que complican los análisis que hacen los geólogos. En este caso una falla normal produce en uno de los bloques un pliegue sinclinal el cual está formado por capas con una cierta rigidez que a su vez son fracturadas.

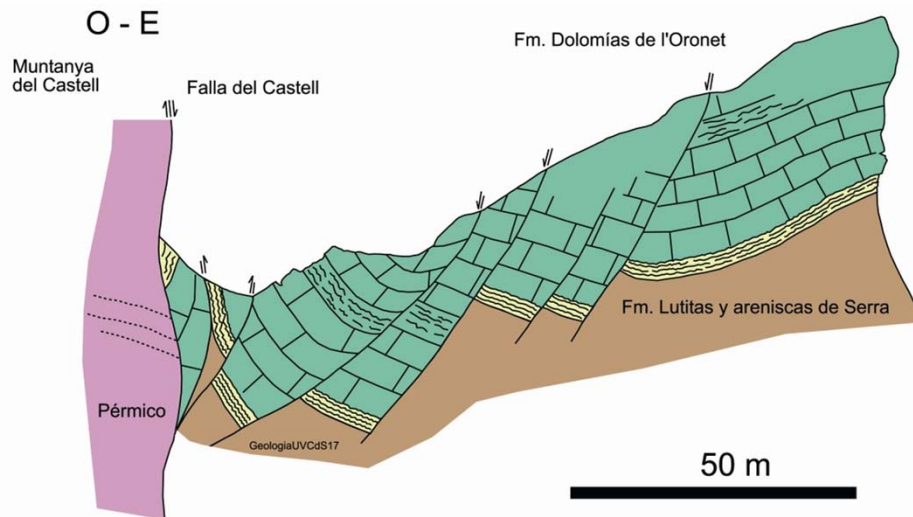


Figura 11. Pequeño sinclinal formado por arrastre de las capas del bloque descendido en la Falla del Castell.

Disolución Cárstica

Una consecuencia de la formación de este pliegue de arrastre es que las capas de dolomías del bloque descendido, más próximas al plano de falla, se encuentran en una posición vertical. Estas capas durante el plegamiento resbalaron unas sobre las otras, como lo hacen las hojas de una guía de teléfonos de tapas blandas cuando la doblamos. Esto ha dejado una serie de estrías sobre la superficie de los estratos (Figura 12.). Son marcas similares a las que vemos en los planos de falla, pero aquí sin fractura.



Figura 12. Estrías impresas en la superficie de las capas verticalizadas del pliegue asociado a la falla del Castell.

También asociadas al pliegue se han formado otras fracturas verticales y perpendiculares al eje del sinclinal. No son fallas, son diaclasas, porque el movimiento de los bloques se ha producido perpendicular al plano de la fractura. Este tipo de fracturas suelen abrirse y permitir el paso del agua, por lo que se ha producido la disolución cárstica a través de ellas, ya que están en carbonatos. En su interior las paredes están tapizadas de mineralizaciones de óxidos de hierro (*goetita*) hoy parcialmente alterados a *limonita* (Figura 13). Es probable que el hierro proceda de los minerales que dan color a las areniscas rojas, pero su precipitación en el interior del *carst* revela un momento en el tiempo pasado en el que el

clima fue más cálido y húmedo que en la actualidad. La última vez que en esta zona el clima tuvo estas características fue en el Plioceno, posiblemente cuando se formaron las fallas del Garbí y del Castell.



Figura 13. Mineralizaciones de goetita (negro) y limonita (marrón claro) tapizando la pared de una diaclasa ensanchada por disolución cárstica.

Recursos geológicos: agua y rocas

El reconocimiento de las rocas de un lugar, el saber cómo, dónde y cuándo se formaron, si están plegadas o fracturadas, comprender cómo condicionan los rasgos del paisaje y qué historia nos explican, es el trabajo profesional de los geólogos. Todo esto sirve a la Sociedad en la planificación de las obras públicas, en la prevención de riesgos naturales de índole geológica, en urbanismo, en la gestión y protección del medio ambiente y del patrimonio natural, y sobre todo en el suministro de recursos geológicos. El vehículo que nos ha podido traer hasta aquí está hecho de metales, vidrio, plásticos derivados del petróleo, todos ellos, incluyendo el combustible que gasta, extraídos del medio natural después de una prospección geológica que puede empezar con la identificación de algo tan simple como una unidad de areniscas o una falla. El mismo castillo de Serra está hecho de bloques de las areniscas que tiene a sus pies. Estos bloques están unidos por un mortero de cal que debió de proceder de la calcinación de las dolomías que hay en la zona, semejantes a las rocas

de l'Alt del Pi. Son un ejemplo de recursos naturales transformados en materiales de construcción. En el itinerario pasaremos por un pozo de agua para el cual primero se hizo una valoración de las rocas que la pueden contener y se estudió su estructura. Después se hizo un sondeo para certificar a qué profundidad se hallaba, la facilidad de extracción y el caudal que se podía obtener. Esto es también trabajo de los geólogos expertos en aguas (hidrogeólogos). La última parada del itinerario es para contemplar las antiguas canteras de Sabater, en donde se explotaba la arenisca roja triásica que era utilizada en pavimentación de calles y entradas de viviendas, en bordillos de aceras, dinteles y como material de construcción en general. De las antiguas canteras ha quedado el topónimo de *El Rodeno de Sabater* y varias tarteras formadas por restos descartados de piedra (Figura14).



Figura 14. Canteras abandonadas de areniscas triásicas rojas de Sabater.

Picapedreros de Serra: “ELS TREBALLADORS DEL RODENO”

En la segunda mitad del siglo XIX cobró gran auge en Serra una actividad que ya era secular para muy diversos usos: la explotación de la piedra arenisca (*rodeno*). En pocos años se disparó la demanda de bordillos, adoquines y losas para el adoquinado de calles de la ciudad de Valencia y de muchos otros municipios. A esta demanda de

ayuntamientos y de la Diputación se unió pronto la de la Compañía de Tranvías de Valencia, las nuevas líneas de vía estrecha y diversas industrias, como la naciente siderúrgica de Sagunto a principios del siglo XX, que demandaba piezas específicas refractarias.

De esta manera aumentó considerablemente la explotación de canteras en diversos parajes de Serra, como Canaig, Satarenya o El Sabater, canteras estas últimas que podemos admirar en la ruta del Geolodía.

Muchas familias vivían de esta actividad y cada día salían desde Serra decenas de cargas, en carros y camiones, con piezas trabajadas de rodeno. Entre los destinos más alejados hemos encontrado la ciudad de Alzira.

En mayo de 1913 muchos picapedreros se unieron para crear la **Sociedad General de Trabajadores del Rodeno de Serra**, una entidad con carácter de Mútua y de Cooperativa del ramo. Las comandas comenzaron a canalizarse a través de la misma. En aquella época todos los días se escuchaba en el pueblo el musical tintineo producido por los martillos y cinceles de los trabajadores al golpear la roca en las numerosas canteras de explotación artesanal que rodeaban el pueblo.

El ocaso vino poco antes de la guerra, cuando en los años 20 y 30 muchos trabajadores habían enfermado o muerto a causa de la silicosis, una enfermedad pulmonar severa debida a la acumulación de polvo silíceo en los pulmones, lo que llegaba a producir la muerte, aumentando considerablemente el número de viudas y huérfanos en Serra. La irrupción del asfalto en el pavimentado de calles y el inicio de la guerra frenaron notablemente esta actividad, que solo se mantuvo con carácter muy testimonial hasta los años setenta del siglo XX.

En Serra un monumento recuerda a los picapedreros que trabajaron en ellas (Figura 15).

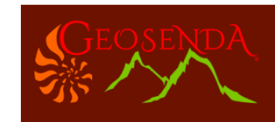


Figura 15. Monumento a los picapedreros de Serra: “Ad perpetuam rei memoriam”.

Coordinan:



Organizan:



Financiado por la Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología–Ministerio de Economía, Industria y Competitividad

Colabora:

