

**MACIZO DE LAS ROSCAS: GEOFORMAS, CAVIDADES Y ABRIGOS DE ROCA EN CONGLOMERADOS
MIOCENOS DE LA FORMACIÓN FITERO.**

Las Roscas massif: Geoforms, cavities and rock shelters in Miocene conglomerates of the Fitero Formation.



Carlos GALÁN, Juliane FORSTNER & Iñigo HERRAIZ. Laboratorio de Bioespeleología. Sociedad de Ciencias Aranzadi.

MACIZO DE LAS ROSCAS: GEOFORMAS, CAVIDADES Y ABRIGOS DE ROCA EN CONGLOMERADOS MIOCENOS DE LA FORMACIÓN FITERO.

Las Roscas massif: Geofoms, cavities and rock shelters in Miocene conglomerates of the Fitero Formation.

Carlos GALÁN, Juliane FORSTNER & Iñigo HERRAIZ.

Laboratorio de Bioespeleología. Sociedad de Ciencias Aranzadi.

Alto de Zorroaga. E-20014 San Sebastián - Spain.

E-mail: cegalham@yahoo.es

Enero 2020.

RESUMEN

El trabajo describe la exploración y estudio de un macizo de conglomerados localizado en el Sur de Navarra. Estos sedimentos continentales fueron depositados durante el Mioceno por flujos gravitatorios acuosos de alta energía procedentes de la Sierra de Cameros. El macizo fue explorado en busca de cuevas, pero sólo se localizaron pequeñas cavidades y numerosos abrigos, con diversas geoformas. La ausencia de cuevas bien formadas se debe a la ocurrencia de intercalaciones delgadas de areniscas entre los estratos de conglomerados de cemento carbonático. No obstante el relieve erosivo resulta muy curioso, con formas festoneadas (con numerosos entrantes y salientes), que forman fajas techadas y acanaladuras bajo los estratos más compactos. Se describe la geomorfología del sector y los rasgos de los abrigos encontrados, ilustrando el trabajo con fotografía digital.

Palabras clave: Geomorfología, Ruditas, Conglomerados, Abrigos, Arcos de roca, Cavidades, Espeleología Física.

ABSTRACT

The work describes the exploration and study of a conglomerate massif located in South of Navarra. These continental sediments were deposited during the Miocene by high-energy aqueous gravitational flows from the Sierra de Cameros. The massif was explored for caves, but only small cavities and numerous shelters were located, with various geoforms. The absence of well-formed caves is due to the occurrence of thin sandstone intercalations between the strata of carbonatic cement conglomerates. However, the erosive relief is very curious, with scalloped shapes (with numerous incoming and outgoing), forming roofed girdles and channels under the most compact strata. The geomorphology of the sector and the features of the rock-shelters found are described, illustrating the work with digital photography.

Keywords: Geomorphology, Rudite, Conglomerates, Shelters, Rock arches, Cavities, Physical Speleology.

INTRODUCCION

A raíz de las exploraciones efectuadas en años recientes en litologías no-calizas, hallamos numerosas simas y cuevas en areniscas de cemento carbonático del flysch Eoceno, en la costa de Gipuzkoa, y en arcillas y yesos en sedimentos evaporíticos Oligocenos y Miocenos en la cuenca del Ebro, en el Sur de Navarra (Galán, 2013, 2015; Galán et al, 2013, 2019). La ocurrencia de cavidades naturales en diversas litologías muestra que la espeleogénesis es factible en rocas de distintas solubilidades y puede desarrollarse cuando interactúan distintos factores y procesos, incluyendo cierto grado de disolución de las rocas involucradas (Galán, 1991). La karstificación en conglomerados, particularmente si son carbónaticos, está ampliamente extendida en distintos lugares del planeta. Las mayores simas y cuevas hasta ahora conocidas en conglomerados alcanzan -384 m de desnivel (Pozo del Portillo, Honduras) y hasta 50 km de desarrollo (Bol'shaja Oreshnaja, Russia) (Finch & Pistole, 2011; Gulden, 2019). En España la mayor cueva en conglomerados alcanza 13,5 km y -328 m de desnivel (Cova Cuberes, Lleida), existiendo otras importantes simas en esta litología en Montserrat, Barcelona (p.ej. Avenc Montserrat Ubach, -202 m) (Cardona, 1989; & Ref: Jordi Lloret-Prieto e-mail).

En el extremo Sur de Navarra existe un afloramiento de conglomerados cuya morfología y litología presenta similitudes con los afloramientos con cavidades citados antes, por lo que nos pareció de interés investigar este relieve en detalle. El examen de la cartografía, geología y foto aérea del área, sugerían la potencial existencia de cuevas. Las prospecciones efectuadas permitieron encontrar numerosos abrigos, arcos de roca, pequeñas cuevas y diversas geoformas, que son descritas en el presente trabajo.

MATERIAL Y METODOS

En la prospección del macizo y exploración de cavidades se utilizaron los medios técnicos habituales en espeleología (frontales Leds, técnica de cuerda estática y jumars, instrumental topográfico Suunto), aunque al no hallar cavidades de importancia, prácticamente resultó innecesario su uso. Varias muestras de roca fueron estudiadas en laboratorio bajo microscopio binocular Nikon. Se tomaron fotos a color, a fin de ilustrar los principales rasgos de las cavidades y la geomorfología del macizo.

RESULTADOS

El afloramiento estudiado es denominado Macizo de Las Roscas, y está situado a 2,2 km al SW de la localidad de Fitero, al Sur del río Ebro, en la cuenca del río Alhama (afuente del Ebro), y alcanza una altitud de 594 m snm en su punto más alto. El macizo se eleva unos 200 m sobre la vega del río Alhama y las zonas bajas circundantes, estando constituido básicamente por ruditas o conglomerados de edad Mioceno, con una morfología de espolones, salientes escalonados y torres, prominentes y redondeados, que recuerdan un poco a los relieves superiores del macizo de Monserrat, aunque estos últimos forman agujas más prominentes y son de edad Eoceno. De hecho ambos macizos son de conglomerados carbonáticos, con facies propias de abanicos aluviales.

Los conglomerados o ruditas son rocas sedimentarias siliciclásticas formadas predominantemente por cantos redondeados de tamaño grava o mayor (> 2 mm). Los granos estructurales de los conglomerados están compuestos principalmente por fragmentos de roca (clastos) en lugar de granos minerales individuales. Estos clastos pueden consistir en cualquier tipo de roca. Algunos conglomerados están compuestos por clastos de cuarcita altamente resistentes o duraderos. Otros están compuestos por una variedad de clastos, algunos de los cuales, por ejemplo, los clastos de caliza y lutita, pueden ser más inestables o débilmente resistentes a la erosión. Los conglomerados pueden contener variables cantidades de matriz, que comúnmente consiste en partículas del tamaño de arcilla o arena o una mezcla de ambas (Boggs, 2009). Los espacios entre los clastos pueden estar rellenos de matriz (arcilla y otros materiales de grano fino) o de cemento (precipitado después de su deposición). Los cantos provienen de la erosión de cualquier tipo de roca (incluyendo las rocas carbonatadas), y han sido transportados sobre una distancia relativamente corta pero suficiente para redondearlos y suelen ser depositados en abanicos. La deposición en abanicos aluviales suele dejar materiales finos como matriz y los espacios internos de esta pueden ser rellenos con cemento. Si los cantos contienen caliza se forman conglomerados carbonáticos, cementados por calcita, lo que da como resultado una formación muy susceptible a la karstificación.

En nuestro caso, los conglomerados de Las Roscas (Formación Fitero, de edad Mioceno) están constituidos por bloques y conglomerados poligénicos (procedentes del Sistema Ibérico, situado al Sur de la cuenca del Ebro), formados fundamentalmente por cantos de calizas mesozoicas, areniscas, cuarzo y cuarcita, muy heterométricos, cuyo tamaño medio oscila entre 5 y 50 cm, distribuidos en capas de espesor variable, comprendido entre 1 y 2,5 m de potencia y localmente de aspecto masivo. Estos conglomerados se sitúan discordantemente por encima de niveles de arcillas versicolores y yesos de facies Keuper del Triásico.

Los afloramientos de la Formación Fitero (unidad litológica 370 en la Cartografía Geológica de Navarra) cubren un área extensa dentro de la cual se sitúa el macizo de Las Roscas, que ocupa una extensión reducida, pero que destaca topográficamente en el relieve por su mayor elevación y estar compuesto por los niveles más compactos o duraderos del conjunto, que han resultado más resistentes a la erosión. Este es el sector que prospectamos en busca de cuevas.

El macizo de Las Roscas ocupa un área de 400 m en sentido N-S por 200 m en sentido E-W. Tiene en planta una forma de E, con escarpes verticales en el flanco W y tres espolones que descienden en pendiente escalonada hacia el lado E, el central subdividido a su vez por una vaguada entallada menor. El nombre del macizo se debe a que sus formas se asemejan a rosquillas apiladas, con entrantes y salientes. Los contornos de los espolones tienen formas sinuosas-lobuladas y surcos subredondeados debidos al diaclasado vertical, dejando en algunos puntos prominentes monolitos o torres, con perfiles en rosca (Figuras 01 a 27).

Esta peculiar morfología es debida a que, litológicamente, el macizo de Las Roscas está constituido por estratos de conglomerados poligénicos, que presentan intercalaciones de niveles delgados de areniscas rojizo-anaranjadas, menos resistentes. Los niveles arenosos contienen granos de caliza, cuarzo y fragmentos de rocas de tamaño fino a grueso, distribuidos en bancos tabulares de 5 a 15 cm de espesor y en forma de lentejones, con base canalizada. El cemento es calcáreo muy recristalizado.

Los estratos de los conglomerados presentan bases erosivas que forman canales o fajas techadas. Las areniscas presentan estratificación cruzada de surco y planar y laminación cruzada y horizontal, ripples de corriente, granoclasificación positiva y abundante bioturbación (Faci Paricio et al, 2002).

Desde el punto de vista sedimentológico, este nivel se asocia a depósitos de "debris flow" pertenecientes a la parte proximal de un sistema de abanicos aluviales cuyos ápices se localizan en la Sierra de Cameros (Cordillera Ibérica). Estos depósitos estarían formados por flujos gravitatorios, flujos acuosos no confinados de muy alta energía. El espesor del conjunto es difícil de determinar debido a la homogeneidad de sus facies, y se estima comprendido entre 150 y 200 m. Aunque este sistema se considera azoico, por correlación con sus facies más distales se asocia al Ageniense - Aragoniense (Mioceno) (Faci Paricio et al, 2002). La estructura del macizo es tabular, con ligero buzamiento (15°) hacia el NE y E (según mediciones de campo, en distintos puntos).

Las prospecciones efectuadas mostraron la ocurrencia de numerosos abrigos, fajas techadas y solapas rocosas, escalonados a distintas alturas, y normalmente formados en la base de los estratos individuales de los conglomerados. Su génesis es debida a la erosión preferencial de las intercalaciones de areniscas más blandas o donde es más elevado el contenido arenoso de la matriz de los conglomerados. Esta serie de abrigos techados suma un desarrollo de centenares de metros a más de un kilómetro.

En la erosión que ha generado estos abrigos interviene la meteorización superficial de las rocas, que incluye cierto grado de disolución del cemento calcáreo, así como procesos de exfoliación, descamación y corrosión. También pueden contribuir procesos de desintegración termoclástica, crioclastismo, y otras acciones químicas (tal como hidrólisis de feldespatos) o bioquímicas (debidas a ácidos orgánicos procedentes del suelo superior, líquenes y vegetación).

Esta gran cantidad de abrigos y fajas profundiza poco en las bases arenosas interestratos, pero eventualmente se han llegado a conformar algunos abrigos más profundos, que pueden ser considerados pequeñas cuevas. Esto ocurre por ejemplo en la parte central del escarpe W y en la base de la vaguada más entallada, entre los espolones N y central del flanco W, donde varias cuevas se prolongan en mesocavernas en oscuridad. Las zonas delgadas de la parte alta de los espolones N y S presentan también algunas perforaciones que forman arcos o puentes de roca, que comunican abrigos de ambos lados, y existe en el extremo N un corto túnel más amplio y de sección circular. Las geoformas incluyen dos prominentes torres aisladas en el extremo N y otras menores a lo largo de la arista S. Sobre las paredes del escarpe W se han formado algunos canalones a expensas del diaclasado vertical y también hay áreas donde la escorrentía sobre formas dómicas, radial en la parte alta, se concentra y canaliza los flujos laminares de agua formando acanaladuras verticales en las paredes de la zona inferior. En busca de potenciales simas, también revisamos las vaguadas más profundas del lado E (cubiertas de intrincada vegetación espinosa), orientadas sobre diaclasas, pero no encontramos cavidades que profundicen verticalmente ni puntos que actúen como sumideros de la escorrentía.

Tampoco encontramos puntos de surgencia en la periferia del afloramiento. Fuera del mismo, a 1 km al S de Las Roscas, hay un manantial (Hospinete 1) en la cabecera del barranco de los Blancares, en cota 511 m snm, con un caudal de 16 l/s, pero este mana de arcillas yesíferas del Trias, que afloran al W de Las Roscas. Igualmente, a 1 km al E del macizo, en el mismo barranco de los Blancares, a cotas 461-465 m snm, hay otros dos manantiales (Hospinete 2 y Romano), con caudales de 1-2 l/s, que manan de aluviones (arcillas, arenas y limos Holocenos) desde su margen derecha, por lo que no corresponde a drenajes del macizo, sino a terrenos contiguos situados al E del barranco.

Todo esto indica que no existe auténtica infiltración en el macizo de conglomerados de Las Roscas y que la red de drenaje se mantiene superficial. El macizo, por sus rasgos, que recuerdan en cierto modo a algunas geoformas exokársticas del karst clásico en caliza, debe considerarse un pseudokarst y no un karst desarrollado, ya que carece de drenaje subterráneo y cavidades asociadas (Gezé, 1973; Halliday, 1960; Maire, 1980; Galán, 1991). Aunque pueden actuar localmente fenómenos de erosión y disolución, relacionados con la disposición de las diaclasas, el drenaje no consigue profundizar, debido a las intercalaciones de areniscas, de matriz arcillo-arenosa, poco o nada permeables.

Aunque inicialmente pensábamos que, como en otros macizos de conglomerados carbonáticos, podría filtrarse el agua por el interior de las fracturas, diaclasas y planos de estratificación, e ir disolviendo poco a poco el carbonato cálcico del cemento del conglomerado, ampliándolas progresivamente y formando cavidades, esto no llega a ocurrir, ya que las intercalaciones arcillo-arenosas lo impiden, limitando esta acción a estratos individuales y más bien produciendo socavación basal de los mismos, lo que genera los numerosos abrigos poco profundos y escalonados existentes en el macizo.

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Los conglomerados de la Formación Fitero han sido progresivamente erosionados, dejando en relieve positivo sus tramos más duros, compactos y resistentes en el macizo de Las Roscas. Este pequeño macizo exhibe un relieve peculiar, con formas festoneadas y numerosos abrigos. Pero en él no se ha producido una auténtica karstificación, pese a tratarse de conglomerados carbonáticos, muy proclives a ella.

La explicación de ello reside en que no se trata de un volumen de roca compuesto exclusivamente de conglomerado, sino de una serie de estratos individuales de conglomerado alternante con intercalaciones delgadas de areniscas poco o nada permeables. Lo que limita o restringe las posibilidades de karstificación.

De modo inverso, la acción erosiva (incluyendo la disolución del cemento carbonático y clastos de caliza), hace que predomine la erosión y desgaste de las intercalaciones más blandas de la serie, lo que ha generado una multiplicidad de abrigos y geoformas, que progresivamente han ido disectando el relieve hasta llevarlo a su peculiar configuración actual, estéticamente llamativa.

Aunque no encontramos cavidades subterráneas de cierta entidad, sino sólo formas muy superficiales, nos ha parecido de interés describir el macizo y la geomorfología del sector, ya que presenta rasgos propios de un modelado pseudokárstico, muy original, y que no había sido objeto de investigación espeleológica ni de descripciones detalladas.

Las imágenes que acompañan el texto ilustran todo el conjunto de peculiaridades que presenta este macizo aislado en el extremo Sur de Navarra y que creemos resulta de interés para incrementar nuestra comprensión de los procesos de karstificación y espeleogénesis que pueden darse en distintas litologías.



Figura 01. Macizo de Las Roscas. Vistas del escarpe W desde el SW (arriba) y E (centro). Vista del macizo desde la base del flanco E (debajo). Fuente: Las dos imágenes superiores han sido tomadas de la Web. La T (en rojo) señala la ubicación del conspicuo monolito "El Tornillo", situado en el extremo N.



Figura 02. Macizo de Las Roscas. Remontando hacia el espolón Norte. Nótese la morfología típica de los conglomerados de la Formación Fitero.



Figura 03. Acceso por el espolón Norte hacia el ángulo donde se encuentra el túnel.



Figura 04. Corto túnel de sección subcircular en el extremo N del espolón Norte y monolito de roca.

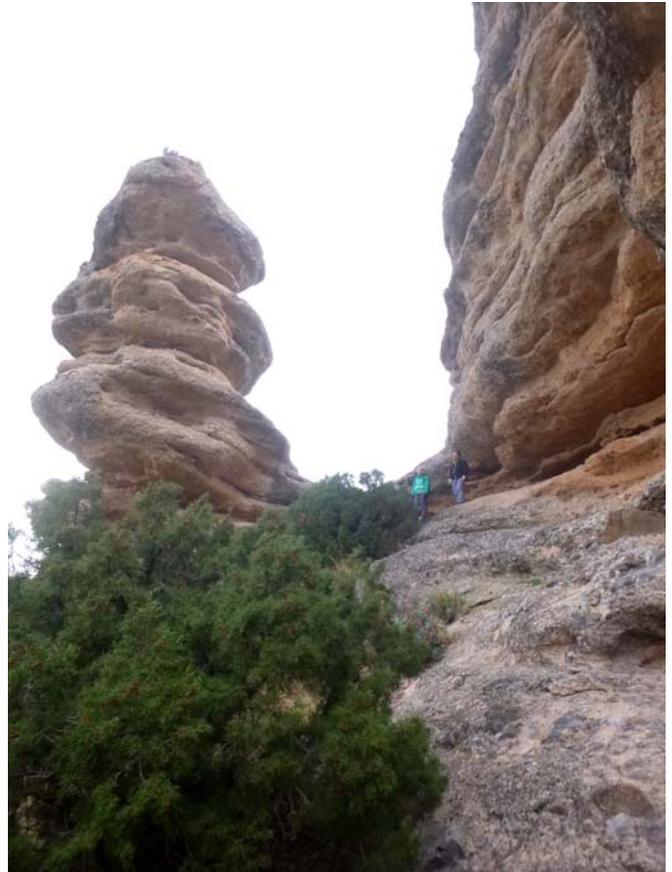


Figura 05. Detalles del prominente monolito del Tornillo y grandes abrigos bajo el escarpe W.

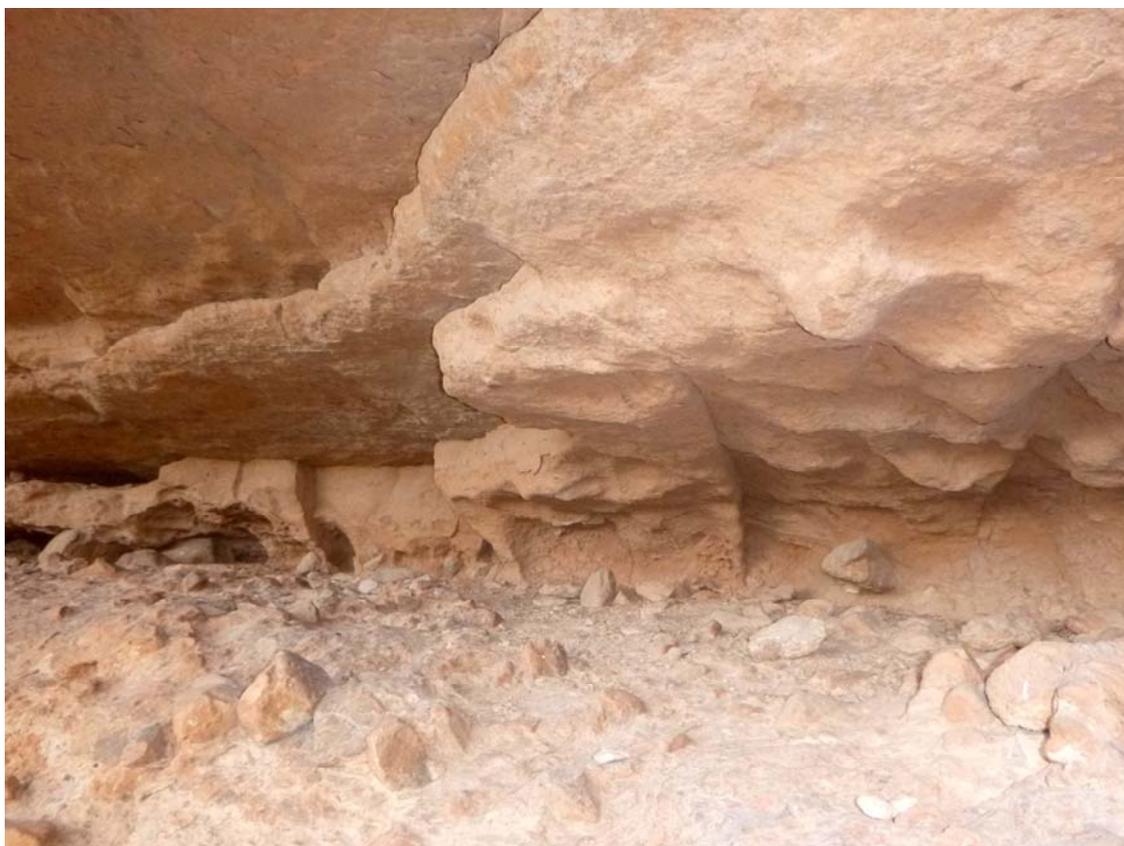


Figura 06. Altas paredes del escarpe W, de 40 m de altura máxima, con abrigos superpuestos (arriba) y detalle del abrigo basal, formado a expensas de las intercalaciones arenosas más blandas (debajo).



Figura 07. Base de las paredes del escarpe W, con surcos verticales entallados que concentran en cascada la escorrentía procedente de la parte alta del macizo.



Figura 08. Diversos aspectos de las paredes del escarpe W y detalle del abrigo basal, con clastos desprendidos por procesos de exfoliación, descamación, corrosión y disolución de los niveles más arenosos y menos resistentes.



Figura 09. Abrigos y surcos, a lo largo del flanco W.



Figura 10. Algunos abrigos que profundizan más podrían considerarse grutas o pequeñas cuevas.



Figura 11. Saliendo a la parte alta de la dorsal N-S del macizo.



Figura 12. Vista de la dorsal hacia el Norte (arriba) y hacia el Sur (debajo).



Figura 13. Parte alta central del macizo (arriba) y abrigos en el espolón Sur (debajo).



Figura 14. Vista hacia la vaguada central del flanco E y abrupto descenso hacia la misma.



Figura 15. Formas festoneadas de la vaguada central, con fajas techadas, aleros y abrigos, a distintas alturas.



Figura 16. Revisando la vaguada y sus flancos en busca de simas.



Figura 17. Recorriendo cornisas en la parte baja de la vaguada, encontramos una pequeña cueva, de 10 m.



Figura 18. Abrigos entallados en la base de la vaguada, entre vegetación espinosa, donde encontramos otra cueva, de 12 m, que se prolonga en mesocavernas (imagen con flash).



Figura 19. Los abrigos se forman en la base de los estratos pero también hay indentaciones donde la matriz del conglomerado tiene más alto contenido arcillo-arenoso. Se aprecia al fondo el túnel del extremo N.



Figura 20. Monolitos y abrigos en el espolón central del flanco E.



Figura 21. Vaguada Sur y ascenso hacia el espolón Sur, con diversos abrigos.



Figura 22. Revisando el extremo Sur del macizo, donde hay varias perforaciones que forman arcos de roca.

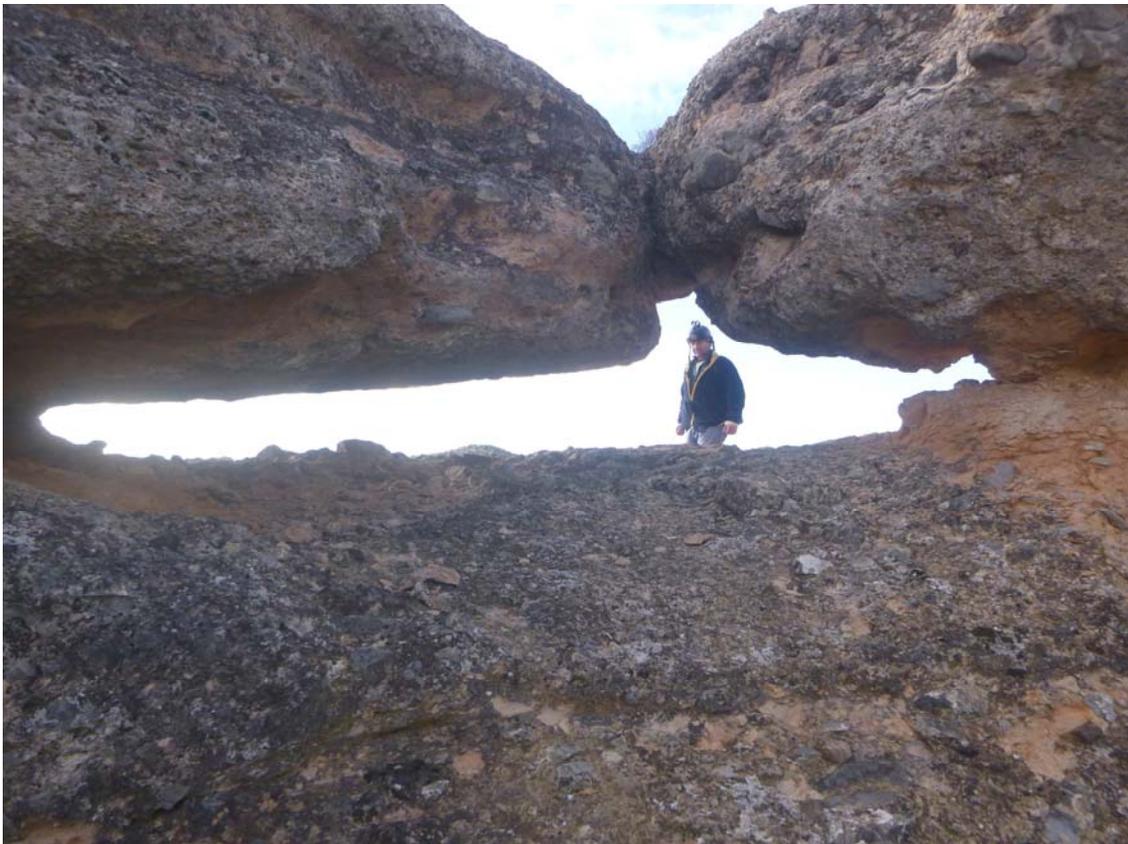


Figura 23. La erosión de las intercalaciones arenosas entre estratos de conglomerado en la arista superior, genera ventanas o puentes de roca y deja pequeñas torres como remanentes erosivos.



Figura 24. Detalle de perforaciones en la arista superior del espolón Sur.



Figura 25. Torrecillas, solapas y abrigos techados en la extremidad Sur del macizo.



Figura 26. Largos abrigos poco entallados y vista hacia la vaguada Sur desde el espolón Sur del macizo.



Figura 27. Vista del macizo desde la parte baja de la vaguada Sur (arriba) y vista aérea del conjunto del macizo de Las Roscas desde el NE (Fuente: Imagen Google Earth; debajo).

AGRADECIMIENTOS

A todos los compañeros y colaboradores que nos acompañaron en prospecciones anteriores efectuadas en la zona Sur de Navarra. A dos árbitros de la Sociedad de Ciencias Aranzadi, por la revisión crítica del manuscrito y sus útiles sugerencias.

BIBLIOGRAFÍA

- Boggs, S. 2009. *Petrology of Sedimentary Rocks*. Cambridge University Press. 600 pp.
- Cardona, F. 1989. *Grans Cavitats de Catalunya*. Primer volum: La Serralada Pirinenca. Espeleo Club de Gracia, Barcelona. 198 pp.
- Faci Paricio, E.; A. García Domingo; G. Galán; P. Cabra & G. Díaz Pinto. 2002. Memoria de la Hoja 282-IV, Cervera del río Alhama. Cartografía Geológica de Navarra, escala 1: 25.000. Gobierno de Navarra. 97 pp.
- Finch, R. & N. Pistole. 2011. Honduras: Caving in Conglomerate. *NSS News*, January 2011, pp: 4-9.
- Galán, C. 1991. Disolución y génesis del karst en rocas silíceas y rocas carbonáticas: un estudio comparado. *Munibe (Ciencias Naturales)*, S.C.Aranzadi, 43: 43-72.
- Galán, C. 2013. Cuevas, geoformas y karstificación en areniscas Eocenas de la Formación Jaizkibel: Actualización de datos para Mayo de 2013. Conf. audiovisual dictada en Hondarribia, Expo. Flysch C.Vasca. 10-05-13. Publ. Dpto. Espeleol. S.C. Aranzadi. Web aranzadi-sciences.org, Archivo PDF, 82 pp.
- Galán, C. 2015. Sistemas de cuevas en arcilla de 880 m de desarrollo explorado (Bardena Negra). Publ. Dpto. Espeleol. S.C. Aranzadi. Publ. Dpto. Espeleol. S.C. Aranzadi. Web aranzadi-sciences.org, Archivo PDF, 55 pp.
- Galán, C.; I. Herraiz; D. Arrieta Etxabe; M. Nieto & J. Rivas. 2013. Una nueva sima de 70 m de desnivel en arenisca de la Formación Jaizkibel: Tanbo 2. Publ. Dpto. Espeleol. S.C. Aranzadi. Web aranzadi-sciences.org, Archivo PDF, 30 pp.
- Galán, C.; M. Nieto & J. Forstner. 2019. Descubrimiento de espeleotemas, snowballs y frostworks de yeso, anhidrita, bassanita y thenardita en cavidades de Sierra Perra (Sur de Navarra). Publ. Dpto. Espeleo. S.C. Aranzadi. Web aranzadi-sciences.org, Archivo PDF, 42 pp.
- Gezé, B. 1973. Lexique des termes françaises de spéléologie physique et de Karstologie. *Ann. Spéléol.*, 28 (1) : 1-20.
- Gulden, B. 2019. Long & Deep Caves in the World: Conglomerate caves. *Nat. Speol. Soc.; Geo 2, NSS*, 13188LF, 3 pp.
- Halliday, W. R. 1960. Pseudokarst in the United States. *Nat. Speol. Soc. Bull.*, 22: 109-113.
- Maire, R. 1980. *Eléments de karstologie physique*. Spelunca. Spécial N° 3. 56 p.