

**UN NUEVO ENCLAVE EN EL MONTE ULÍA CON CAVIDADES, CONCRECIONES Y GEOFORMAS EN  
ARENISCAS EOCENAS DE LA FORMACIÓN JAIZKIBEL (SAN SEBASTIÁN, PAÍS VASCO).**

A new enclave on Mount Ulía with cavities, concretions and geoforms in Eocene sandstone of the Jaizkibel Formation  
(San Sebastián, Basque Country).



Carlos Galán, José M. Rivas & Marian Nieto. Laboratorio de Bioespeleología. Sociedad de Ciencias Aranzadi.

# UN NUEVO ENCLAVE EN EL MONTE ULÍA CON CAVIDADES, CONCRECIONES Y GEOFORMAS EN ARENISCAS EOCENAS DE LA FORMACIÓN JAIZKIBEL (SAN SEBASTIÁN, PAÍS VASCO).

A new enclave on Mount Ulía with cavities, concretions and geoforms in Eocene sandstone of the Jaizkibel Formation (San Sebastián, Basque Country).

**Carlos GALÁN, José M. RIVAS & Marian NIETO.**

Sociedad de Ciencias Aranzadi. Laboratorio de Bioespeleología.

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

E-mail: cegalham@yahoo.es

Enero 2022.

## RESUMEN

Sobre la parte alta de los acantilados de la punta exterior de Elgorri (litoral del monte Ulía) se presentan varias aristas de roca que limitan un pequeño valle encañonado. Las paredes verticales del lado Sur de las aristas presentan un conjunto de pequeñas cavidades, abrigos y geoformas, colgadas a distintas alturas a lo largo de 100 m de longitud y 35 m de desnivel. Los estratos de arenisca de la Formación Jaizkibel (turbiditas abisales de edad Eoceno) son de grano grueso y varios metros de potencia. Poseen localmente cavidades con zonas internas de intensos colores rojos, amarillos y anaranjados, ricos en óxidos de hierro, así como diversas laminaciones, concreciones y geoformas. La cavidad más grande alcanza 12 m de extensión lateral, existiendo muchos otros abrigos menores, mesocavernas y concavidades esféricas de cannonballs. El trabajo describe el enclave e ilustra los ejemplos hallados con fotografía digital.

*Palabras clave:* Espeleología física, Karst en arenisca, Turbiditas, Cavidades, Abrigos, Concreciones, Geoformas.

## ABSTRACT

On the upper part of the cliffs of the outer point of Elgorri (coast of Mount Ulía) there are several rock edges that limit a small canyoned valley. The vertical walls of the south side of the edges present a set of small cavities, shelters and geoforms, hung at different heights along 100 m in length and 35 m of unevenness. The sandstone strata of the Jaizkibel Formation (Eocene abyssal turbidites) are coarse-grained and several meters thick. Locally they have cavities with internal areas of intense red, yellow and orange colors, rich in iron oxides, as well as various laminations, concretions and geoforms. The largest cavity reaches 12 m in lateral extension, with many other smaller coats, mesocaverns, and spherical concavities of cannonballs. The work describes the enclave and illustrates the examples found with digital photography.

*Key words:* Physical Speleology, Sandstone Karst, Turbidites, Cavities, Shelters, Concretions, Geoforms.

## INTRODUCCION

El frente costero del monte Ulía (San Sebastián) está recortado por acantilados litorales de gran desnivel, concordantes con el fuerte buzamiento Norte (70° a subvertical) del sustrato geológico, constituido por una secuencia de turbiditas abisales, en la que alternan estratos gruesos de arenisca carbonática (de varios metros de potencia) con intercalaciones delgadas de lutitas y margas (Formación Jaizkibel, de edad Eoceno). En este abrupto relieve hemos ido encontrando numerosos enclaves con cuevas, simas y geoformas, formadas por disolución intergranular de la arenisca (Galán, 2010, 2013; Galán et al, 2009, 2011, 2013, 2017).

El acceso a muchos de estos parajes requiere el uso de técnicas de espeleología vertical (cuerda estática y jumars) o de escalada en roca, así como con frecuencia el recorrido de flancos cubiertos de vegetación baja y enmarañada, con abundancia de zarzas, argomas y lianas espinosas. En consecuencia, se trata de áreas inexploradas, cuyos detalles pocas personas conocen (dada su dificultad de acceso). Las exploraciones progresivas han ido develando la existencia de cavidades en la arenisca, de características diversas.

Uno de estos parajes, que denominamos Espolón de Elgorri, es la prolongación superior del acantilado de la punta exterior de Elgorri y delimita un pequeño valle encañonado que permanecía sin explorar. Desde otro peñasco situado en el camino de la costa (entre Cala Murguita y el Faro de la Plata) divisamos las paredes del lado Sur del espolón, en las que apreciamos varios abrigos colgados a distintas alturas y posibles bocas de cuevas. Las exploraciones efectuadas permitieron encontrar un conjunto de abrigos y pequeñas cavidades, con diversas concreciones y geoformas, que son descritas en esta nota.

## MATERIAL Y METODOS

La prospección del espolón fue efectuada en época invernal, en diciembre de 2021, aprovechando que la vegetación está más baja y abierta. Se utilizó cuerda y técnicas de escalada para el acceso a algunos abrigos y cavidades colgadas en las paredes. Se realizaron observaciones y se tomaron fotografías con una cámara digital (Canon IXSUS 130) de los principales rasgos de las cavidades y su entorno. Varias muestras de concreciones y espeleotemas fueron estudiadas bajo microscopio binocular Nikon.

## RESULTADOS

La zona objeto de estudio es el espolón central de Elgorri y el vallecito adyacente, situado a 200 m al Este de la Punta exterior de Elgorri (Galán et al, 2013). Su localización se muestra en las Figuras 01 á 03. El vallecito queda limitado al N por el espolón y al S por un flanco abrupto con pequeñas paredes; por el fondo del mismo discurre un pequeño arroyo temporal que lleva agua de modo intermitente (de E a W). El arroyo gira bruscamente hacia el N, donde corta el extremo W del espolón, y desciende a continuación hasta alcanzar un acantilado que cae directamente al mar. El desarrollo encañonado del valle es de 100 m. El fondo del valle fue revisado, al igual que las paredes al Sur del mismo, sin encontrar cavidades.

El espolón forma una cresta aguda, ascendente a lo largo de 100 m, entre cotas de 52 y 87 m snm (35 m de desnivel). Está constituido por varias aristas y pequeñas paredes superpuestas, que corresponden a estratos gruesos de arenisca, prolongación de los mismos estratos que afloran en la punta exterior de Elgorri.

El enclave llamó nuestra atención cuando observamos el espolón desde un peñasco situado a mayor altitud, en el camino de la costa (entre Cala Murguita y el Faro de la Plata). Desde este punto se distingue el vallecito encañonado y las paredes del lado Sur del espolón, en las que apreciamos varias oquedades y posibles bocas de cuevas, colgadas a distintas alturas sobre las paredes. Particularmente, en la parte central, se aprecia desde lejos la ocurrencia de un amplio abrigo anaranjado (que contrasta con el color gris claro de las aristas), así como otros abrigos con paredes internas de tonos rojizos y/o amarillentos.

El acceso más simple al paraje es proceder desde un sendero que discurre sobre los acantilados de la costa a una cota media de 50 m snm y que en parte de su trazado se superpone a un pequeño canal con varios acueductos, los cuales conducen el agua a unos túneles en la parte Sur del entrante de Cala Murguita. Desde este sendero litoral (situado a menor cota que el camino principal de la Costa), se accede a la parte inferior del vallecito encañonado y a la parte inferior W del espolón, desde donde iniciamos las prospecciones. Estas permitieron encontrar, sobre el flanco S del espolón y flanco N del valle, todo un conjunto de pequeñas cavidades, con diversas concreciones y geofomas, que serán descritas a continuación.

El espolón en sí es algo prominente, y está constituido por varios estratos de arenisca de 5 á 10 m de potencia, con buzamiento de 75° N. La parte elevada de los estratos ha sido erosionada y forma varias aristas que ascienden en paralelo, con dos crestas principales y varias paredes escalonadas sobre el flanco S. El dorso del espolón o flanco N presenta oquedades semiesféricas producto de la disolución y remoción de concreciones esféricas carbonatadas (= cannonballs), pero sin cavidades mayores. En cambio, el flanco Sur, además de concavidades de cannonballs, posee un conjunto de abrigos y pequeñas cavidades, el mayor de ellos de 12 m de extensión.

El lado S del espolón presenta escarpes verticales de diferentes alturas (hasta más de 10 m) a lo largo de la pendiente. Su recorrido puede hacerse siguiendo la base y remontando en escalada a varias cornisas donde se desarrollan los abrigos mayores. Las partes inferiores del flanco (en parte vertical a extraplomado), presentan también paredes y pequeños escalones semi-ocultos y recubiertos por una densa vegetación enmarañada, con numerosas zarzas, argomas y lianas espinosas. El acceso a algunos abrigos requiere el empleo de cuerda en algunos tramos, o bien de pasos de escalada libre para acceder a algunas cornisas. La mayoría de las oquedades y abrigos presenta paredes internas de roca arenizada por disolución intergranular. La línea de cresta, en cambio, sólo presenta oquedades de cannonballs y la roca esta recementada en superficie (= duricrust), siendo compacta, al igual que las paredes del flanco N del espolón.

Para facilitar la descripción distinguiremos tres grandes grupos de abrigos. Tras pasar la primera arista en el extremo W, con varias oquedades menores, se bordea la arista principal. Siguiendo su base se pasa bajo el primer grupo de abrigos (Elgorri 01), colgados en la pared. El mayor de ellos alcanza 4-5 m de ancho x 2 m de altura y profundiza 2 m. Se puede acceder al mismo mediante una corta escalada. A su lado hay otros abrigos menores y bajo ellos numerosas concavidades semiesféricas producto del vaciado de cannonballs (Ver imágenes en Figuras 04 á 09).

El interior de algunas concavidades muestra restos de gangas envolventes de los cannonballs, a veces con arena cementada por óxidos de hierro y silicatos de aluminio. La mayoría de las cavidades posee depósitos residuales de arena fina, producto de la desagregación de la roca por disolución intergranular. También se aprecian sobre las paredes fisuras rellenas de costras duras de materiales ferruginosos, así como flujos activos de soluciones con oxi-hidróxidos de hierro, de coloraciones rojizas a negras. La roca-caja en torno a las cavidades es una arenisca de grano grueso, en la que destacan granos de cuarzo grandes, de 2-3 mm de diámetro. En cambio, los rellenos arenosos son de grano fino, por lo que resulta evidente que la disolución intergranular ha afectado (y removido) el cemento carbonático pero también, en menor medida, los granos de cuarzo.



**Figura 01.** Localización de la Punta exterior de Elgorri y el Espolón de Elgorri (punto rojo), en el monte Ulía. Ortofoto y topografía digital, con la imagen inferior aumentada. Fuente: b5m.gipuzkoa.net.



**Figura 02.** Acceso al peñasco o arista (arriba) desde donde se divisa el Espolón de Elgorri y el vallecito adyacente; y vista desde este punto del flanco Sur del Espolón (debajo), con el gran abrigo anaranjado y posibles cavidades.



**Figura 03.** Ensenada de Cala Murguita y Punta exterior de Elgorri (arriba), y el Espolón de Elgorri (debajo), prolongación de los estratos de la punta exterior, en su base (inicio del vallecito encañonado).



**Figura 04.** Ascenso por la zona basal del Espolón de Elgorri, con oquedades semiesféricas de cannonballs.



**Figura 05.** Borde SW del Espolón de Elgorri, con cornisas y oquedades a distintas alturas.



**Figura 06.** El abrupto espolón de Elgorri presenta pequeñas cavidades colgadas sobre las paredes a distintas alturas.



**Figura 07.** Primer grupo de abrigos (Elgorri 01), con diversas geoformas: pequeños alveolos, concavidades de cannonballs, restos de gangas envolventes, concreciones y láminas de óxidos de hierro, algunas de ellas de formas anulares y cilíndricas (ver recuadros).



**Figura 08.** Los abrigos mayores del grupo Elgorri 01 alcanzan 4 m de ancho x 2 m de alto, y poseen numerosas concreciones y geoformas, con diversas perforaciones, ventanas y arcos de roca.



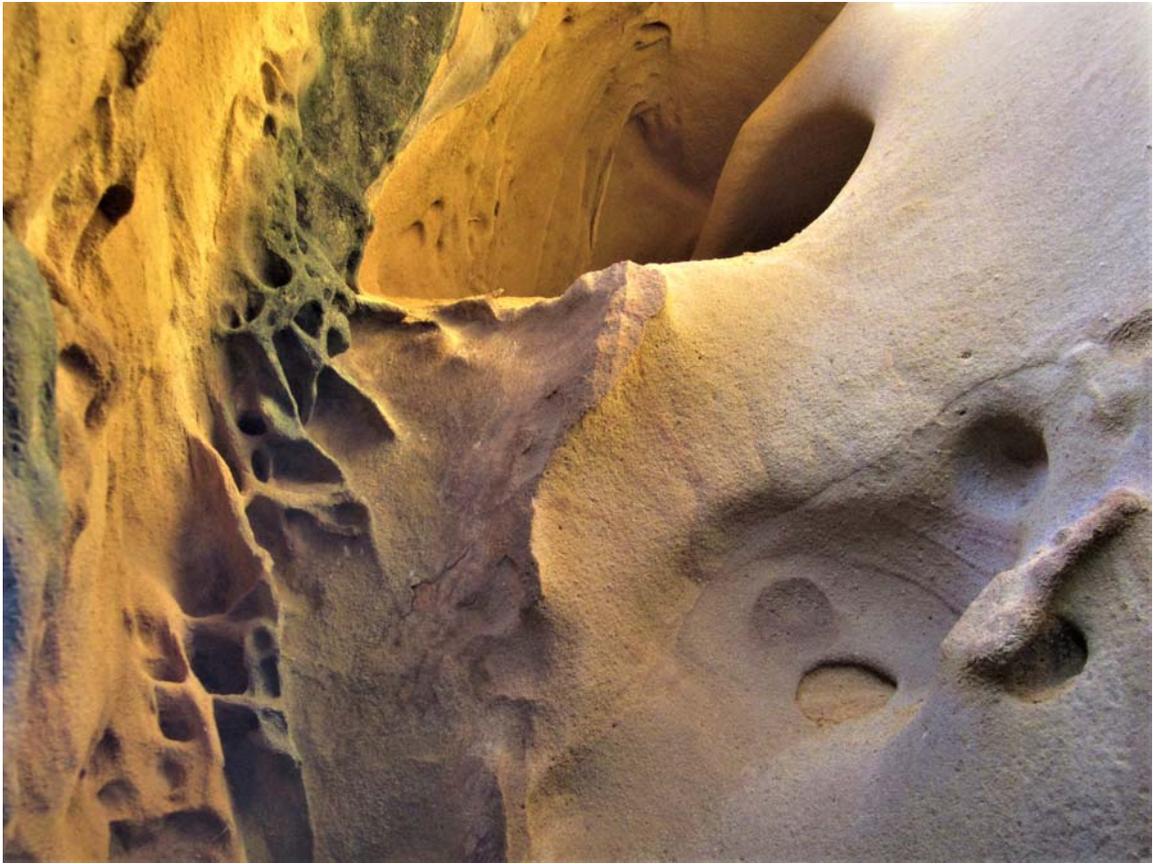
**Figura 09.** Grupo de abrigos 01. Cortas escaladas permiten acceder a abrigos colgados a distintas alturas.



**Figura 10.** Remontando escalones rocosos recubiertos de vegetación se accede al abrigo mayor (Elgorri 02), de 12 m de longitud y 2,5 m de profundidad. Su interior posee algunos grandes boxworks y paredes arenizadas.



**Figura 11.** El abrigo Elgorri 02 asciende +4 m, con bóvedas a distintas alturas (3 á 6 m) y ventanas circulares o perforaciones en la visera de techo. Sus paredes presentan concavidades y suaves superficies arenizadas.



**Figura 12.** Detalles de geoformas: boxworks y y oquedades de bóveda, con bordes sinuosos, en el abrigo Elgorri 02. Las concavidades, repisas y suelos poseen depósitos de arena fina, producto de la desagregación de la roca-caja.



**Figura 13.** Detalles de laminaciones, concavidades y depósitos de arena en el largo abrigo Elgorri 02. En la imagen superior se aprecia también heces de carnívoros que frecuentan estos abrigos.



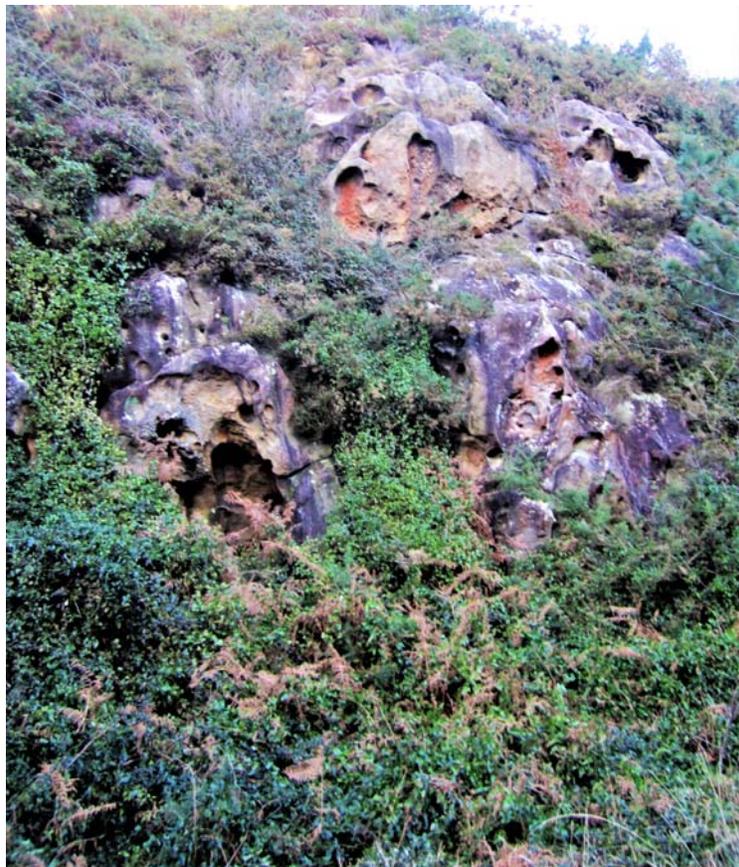
**Figura 14.** Detalles del gran abrigo 02: perforaciones, concavidades vacías de cannonballs y rellenos arenosos finos producto de la desagregación (= arenización) de la roca arenisca.



**Figura 15.** Parte central y extremo E del abrigo 02, con laminaciones y diversas geoformas.



Figura 16. Ascenso en escalada libre a la arista central del espolón, por encima del abrigo Elgorri 02.



**Figura 17.** Descenso de la arista hacia los abrigos del grupo Elgorri 03, con detalle de bandeados rítmicos en el interior de cannonballs y distintas coloraciones en las paredes externas, abrigos y geofomas.



**Figura 18.** Abrigos principales del grupo Elgorri 03. Muchos de ellos poseen coloraciones internas rojizas y negras debidas a soluciones de oxi-hidróxidos de hierro.



**Figura 19.** Detalles de abrigos rojizos y geoformas, entre ellas envolturas de cannonballs con concreciones duras de óxidos de hierro y silicatos de hierro y aluminio.



Figura 20. Paredes y gran bloque en el flanco Sur del vallecito encañonado, con concreciones de óxidos de hierro.

A unos 25 m al E del grupo 01 y algo más alto se encuentra el abrigo mayor (Elgorri 02). Para llegar a él hay que remontar pequeños escalones recubiertos de vegetación. El abrigo tiene una extensión E-W de 12 m y su suelo asciende +4 m de desnivel. El interior profundiza 2 m y la altura de bóveda oscila entre 2 y 6 m, presenta varias perforaciones y ventanas que atraviesan la parte alta de las bóvedas. Las coordenadas ETRS89, UTM 30N de la boca de Elgorri 02 son: E 585.826; N 4.798.466; altitud: 68 m snm. Este gran abrigo posee prolongaciones con otros abrigos menores. Su interior es de roca arenizada, de tonos claros, amarillentos, pero sus partes altas tienen tonalidades anaranjadas, según la incidencia de la luz, que penetra por pequeños agujeros y perforaciones superiores, particularmente en horas de la tarde (Ver imágenes en Figuras 10 a 15).

Las paredes internas presentan diversas laminaciones y boxworks. Así mismo hay concavidades de cannonballs y restos de sus concreciones envolventes, algunas de ellas de morfología anular. Otro detalle curioso es que en los suelos del abrigo observamos heces de mamíferos carnívoros de talla media, posiblemente correspondientes a zorros y comadrejas. Una indicación de que este tipo de cavidades en terrenos abruptos brinda protección a diversos vertebrados, aparte de a arácnidos, isópodos terrestres y otros pequeños artrópodos.

Desde este abrigo se puede ascender en escalada libre hasta la parte alta del espolón, atravesando varios abrigos y oquedades menores. El filo de la arista, puesto en relieve por erosión diferencial del estrato más grueso, es muy abrupto y posee concavidades de cannonballs, al igual que el dorso o lado N de la cresta, pero está desprovisto de cavidades o abrigos mayores (Ver imágenes en Figura 16).

Descendiendo de nuevo al abrigo 02 puede seguirse la base de las paredes inferiores hacia el Este. En su base y colgados a distintas alturas, se localiza el grupo 03. Este consta de varios abrigos de 2-3 m de diámetro (Elgorri 03) y numerosas concavidades menores, algunas de ellas con su interior de un color rojo intenso. Sus rasgos son similares a los previamente descritos para el grupo 01 (Ver imágenes en Figuras 17 a 19).

Cruzando la cabecera del valle, descendimos por el lado opuesto, siguiendo la base de una pared y en torno a un gran peñasco desprendido (en la parte baja del cauce encañonado). Estos presentan concavidades vacías de cannonballs y diversos ejemplos de láminas sinuosas de óxidos de hierro que surcan las paredes externas y rodean o atraviesan también las concavidades (imágenes en Figura 20). Otros rasgos de los distintos abrigos es la ocurrencia de muy diversas formas alveolares, de distintos tamaños y en distintas posiciones. El interior de algunas concavidades presenta ejemplos de bandeados de Liesegang, de tonos marrones y anaranjados.

En general, las oquedades subcirculares producto de la disolución de grandes cannonballs (de hasta 1 m de diámetro) incluyen restos de gangas arcillo-arenosas, que envolvían a las concreciones, y de láminas más duras, de poco espesor y colores ocres, ricos en óxidos de hierro y silicatos de hierro y aluminio. Su morfología es variable, ya que es el producto residual que queda de los procesos erosivos, principalmente debidos a la disolución intergranular. Invariablemente presentan depósitos arenosos de grano fino. Algunos abrigos menores parecen formarse por coalescencia de concavidades de cannonballs, mientras que los abrigos mayores se han formado por la disolución de áreas más extensas de las paredes (que incluyen cannonballs), generalmente en la base de escalones o cornisas, puntos preferentes de salida de las aguas subterráneas que circulan intergranularmente a través de la porosidad de la roca, que va siendo progresivamente arenizada y/o disgregada.

## **DISCUSION Y CONCLUSIONES**

La Formación Jaizkibel ha sido estudiada por diversos autores (Jerez Mir et al, 1971; Kruit et al, 1972; Campos, 1979; Van Vliet, 1982) y constituye un conjunto de turbiditas abisales (Petzall, 1967; Kempe, 1981; Cocks & Parker, 1981; Mutti, 1985; Rosell, 1988), de facies flysch y edad Eoceno, en la que alternan estratos gruesos de arenisca con intercalaciones delgadas de margas y lutitas. Particularmente, en las áreas donde los estratos de arenisca son más gruesos (no en toda la Formación), es frecuente la génesis de cavidades y la ocurrencia de acuíferos kársticos compartimentados (Galán, 2013; Galán & Nieto, 2020; Galán et al, 2009, 2020). Pero además de ello es notable la ocurrencia de muy diversas geoformas. En el caso del espolón de Elgorri, son frecuentes concavidades de cannonballs, laminaciones, bandeados rítmicos o anillos de Liesegang, abrigos con perforaciones y ventanas, así como concreciones y láminas ricos en óxidos de hierro. Aprovechando también sistemas de fracturas se forman pequeñas cavidades y mesocavernas, a menudo en continuidad con los abrigos mayores.

Aunque muchas concreciones pueden resultar más resistentes a la meteorización que la roca encajante que las rodea, en el caso del espolón de Elgorri (y en la mayor parte de la Formación Jaizkibel), por el contrario, las concreciones de tipo cannonball resultan ser más fácilmente disueltas y removidas, predominando en el relieve las oquedades vacías. Aparentemente ello se debe a la mayor cementación carbonatada, que resulta más fácilmente disuelta.

Los cannonballs son formados por cementación durante fases tempranas de la diagénesis, siendo el carbonato cálcico el principal agente cementante. Pueden contener un pequeño núcleo de material orgánico en torno al cual precipita el cemento antes de que el resto del sedimento resulte litificado. Su forma esférica sugiere que su crecimiento no se ve constreñido por las estructuras sedimentarias primarias o fábricas, tal como puede ser el caso en concreciones planares o más irregularmente formadas.

No es infrecuente que los cannonballs estén rodeados por envolturas de consistencia más blanda, formada por materiales arcillo-arenosos, con alto contenido en minerales de hierro, o por láminas duras de óxidos y silicatos de hierro y aluminio. La presencia de envolturas puede ser explicada por diagénesis concéntrica (Groenwold, 1971; Galán & Nieto, 2010).

En la roca arenisca ya formada y expuesta al intemperismo, las aguas de infiltración actúan intergranularmente (además de a partir de fisuras), disolviendo a su paso el cemento carbonático, parte de los granos de cuarzo, trazas de feldspatos y micas (contenidos en forma minoritaria), y concreciones e inclusiones de variada composición, creando soluciones multicomponentes.

Estas circulan a través del acuífero intergranular generando distintos procesos de reactividad química, difusión y convección. La disolución no sólo excava abrigos y cavidades sino que también puede remover concreciones y generar geoformas alveolares y boxworks. De igual modo puede transportar en solución componentes minerales que posteriormente dan lugar a precipitados en forma de pequeñas espeleotemas o en forma de bandas alternas y anillos concéntricos (Simoyi, 1999; Galán, 2010; Galán & Nieto, 2010). El avance de la disolución intergranular afecta progresivamente a volúmenes mayores de roca, creando de este modo abrigos y cavidades, a distintas escalas. Pero simultáneamente sigue actuando también la meteorización de superficie, destruyendo cavidades y generando paisajes ruiformes.

La zona de estudio contiene un conjunto exiguo de fenómenos espeleológicos. Sin embargo, posee geoformas notables por sus diseños y colores, que juzgamos de interés describir en esta nota. Los acantilados de Ulía albergan en este sentido muchas áreas poco o nada conocidas, en las que las exploraciones sucesivas van poniendo al descubierto la ocurrencia de fenómenos kársticos hipógeos y curiosas geoformas.

## AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a los miembros del Dpto. de Espeleología de la Sociedad de Ciencias Aranzadi (SCA) que han colaborado en exploraciones previas en los acantilados de Ulía. A dos árbitros de Biosphere Consultancies y SCA, por la revisión crítica del manuscrito y sus útiles sugerencias.

## BIBLIOGRAFIA

- Cocks, L. & A. Parker. 1981. The evolution of sedimentary environments. In: Cocks, L. The Evolving Earth. British Museum (Natural History), Cambridge Univ. Press, II (4): 47-62.
- Campos, J. 1979. Estudio geológico del Pirineo vasco al W del río Bidasoa. Munibe, S.C.Aranzadi, 31 (1-2): 3-139.
- Galán, C. 2010. Patrones y estructuras disipativas en cuevas y geoformas del pseudokarst de Jaizkibel. Pag web Cota0.com + Publ. Dpto. Espeleol. S.C. Aranzadi. Pag web aranzadi-sciences.org. Archivo PDF, 28 pp.
- Galán, C. 2013. Cuevas, geoformas y karstificación en areniscas Eocenas de la Formación Jaizkibel: Actualización de datos para Mayo de 2013. PDF de Conf. audiovisual Hondarribia, Expo. Flysch C.Vasca. 10-05-13. Publ. Dpto. Espeleol. S.C. Aranzadi. Web aranzadi-sciences.org, 82 pp.
- Galán, C.; J. Forstner & M. Nieto. 2017. Algunos ejemplos de geoformas y espeleotemas extrañas encontradas en cuevas en arenisca en los acantilados del monte Ulía (País Vasco). Publ. Dpto. Espeleol. S.C. Aranzadi. Web aranzadi-sciences.org, Archivo PDF, 40 pp.
- Galán, C. & M. Nieto. 2010. Bandas de Moebius, Boxworks y otras raras Geoformas en arenisca de la Formación Jaizkibel. Publ. Dpto. Espeleol. S.C. Aranzadi. Pag web aranzadi-sciences.org, Archivo PDF, 30 pp.
- Galán, C. & M. Nieto. 2020. Fauna cavernícola en un túnel de trasvase de aguas de 800 m de longitud en arenisca de edad Eoceno (Formación Jaizkibel, Lezo, Gipuzkoa). Publ. Dpto. Espeleol. S.C. Aranzadi. Web aranzadi-sciences.org, PDF, 30 pp.
- Galán, C.; M. Nieto & G. Albisu. 2020. Fauna cavernícola en un túnel que atraviesa 1.600 m de espesor de arenisca de edad Eoceno en el monte Jaizkibel (Pasaia, Gipuzkoa, País Vasco). Publ. Dpto. Espeleol. S.C. Aranzadi. Web aranzadi-sciences.org, PDF, 40 pp.
- Galán, C.; M. Nieto & P. Di Bartolomeo. 2013. Notas sobre cuevas y geoformas en arenisca en la punta exterior de Elgorri, Ulía (Formación Jaizkibel). Publ. Dpto. Espeleol. S.C. Aranzadi. Pag web aranzadi-sciences.org. Archivo PDF, 42 pp.
- Galán, C.; J. Rivas & M. Nieto. 2009. Formes pseudokarstiques dans le grès du flysch éocène côtier en Guipúzcoa (Pays basque espagnol). Karstologia, Assoc. Franc. Karstol. & Fed. Franc. Spéléol., 53: 27-40.
- Galán, C.; J. Rivas & M. Nieto. 2011. Los acantilados de Ulía, sus cavidades y geoformas (San Sebastián, País Vasco). Publ. Dpto. Espeleol. S.C. Aranzadi. Publ. Dpto. Espeleol. S.C. Aranzadi. Pag web aranzadi-sciences.org, PDF, 26 pp.
- Groenwold, G. 1971. Concretions and nodules in the Hell Creek Formation, south-western North Dakota: Unpublish M.S. Thesis, UND, 84 p.
- Jerez Mir, L.; J. Esnaola & V. Rubio. 1971. Estudio Geológico de la Provincia de Guipúzcoa. Mem. IGME (Inst. Geol. y Min. España), Tomo 79, Madrid, 130 pp + Fotograf.
- Kempe, D. 1981. Deep ocean sediments. In: Cocks, L. The Evolving Earth. British Museum (Natural History), Cambridge Univ. Press, III (7): 103-120.
- Kruit, C.; J. Brouwer & P. Ealey. 1972. A Deep-Water Sand Fan in the Eocene Bay of Biscay. Nature Physical Science, 240: 59-61.
- Mutti, E. 1985. Turbidite systems and their relations to depositional sequences. In: Provenance from arenitas. Proceeding Nato-Asi meeting, Cetraro-Cosenza, Italy. Reidel Publ. Co., Dordrecht, Netherlands, 65-93.
- Petzall, W. 1967. Sedimentación marina. In: Ecología Marina. Margalef et al. Edit., Fundación La Salle de Ciencias Naturales, Caracas, Cap. 2: 35-66.
- Rosell, J. 1988. Ensayo de síntesis del Eoceno sudpirenaico: El fenómeno turbidítico. Rev. Soc. Geol. España, Márgenes continentales de la Península Ibérica, Vol. 1 (3-4): 357-364.
- Simoyi, R. 1999. Pattern formation and symmetry-breaking bifurcations fueled by dissipation of chemical energy: a possible model for morphogenesis? Pure Appl. Chem., 71 (6): 1007-1017.
- Van Vliet, A. 1982. Submarine fans and associated deposits in the Lower Tertiary of Guipúzcoa (Northern Spain). Thesis Doct., Univ. Utrecht, Netherlands, 180 pp.