

**FAUNA HIPÓGEA LITORAL Y MARINA EN CUEVAS EN ARENISCA EN LA PUNTA DE USOTAITA
(FORMACIÓN JAIZKIBEL, MONTE ULÍA, SAN SEBASTIÁN).**

Coastal and marine hypogeal fauna in sandstone caves at the Usotaita Point (Jaizkibel Formation, Mount Ulía, San Sebastián)



Carlos Galán & Agustín Gozátegui.
Sociedad de Ciencias Aranzadi.
Laboratorio de Bioespeleología.

FAUNA HIPÓGEOA LITORAL Y MARINA EN CUEVAS EN ARENISCA EN LA PUNTA DE USOTAITA (FORMACIÓN JAIZKIBEL, MONTE ULÍA, SAN SEBASTIÁN).

Coastal and marine hypogeal fauna in sandstone caves at the Usotaita Point (Jaizkibel Formation, Mount Ulía, San Sebastián)

Carlos GALÁN & Agustín GOZATEGI.

Sociedad de Ciencias Aranzadi. Laboratorio de Bioespeleología.

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

E-mail: cegalham@yahoo.es

Junio 2022.

RESUMEN

Un descenso con cuerda de un acantilado de -105 m de desnivel permite acceder al enclave de Usotaita, situado en el litoral del monte Ulía (San Sebastián, País Vasco). El enclave posee varias puntas de roca, formadas por estratos gruesos de arenisca de la Formación Jaizkibel (turbiditas abisales de edad Eoceno), con paredes extraplomadas en su lado oeste, y una pequeña franja litoral con grandes bloques de colapso. En la base de las paredes extraplomadas y entre los bloques adosados a las puntas, se desarrolla un conjunto de cavidades, con diversos rasgos de interés. Las cuevas poseen una fauna constituida por especies litorales y marinas que frecuentan grietas, espacios bajo bloques, cuevas submarinas y pozas anquihalinas en la rasa mareal. Sus adaptaciones para la vida en el ambiente subterráneo son variables. Predominan los crustáceos (24 especies), poliquetos (5 especies) y moluscos (5 especies), para un total de 54 taxa, 27 de ellos troglófilos. El trabajo describe las cavidades halladas y su fauna hipógea.

Palabras clave: Espeleología física, Karst en arenisca, Biología subterránea, Geomorfología, Hidrogeología.

ABSTRACT

A rope descent from a cliff with a drop of -105 m allows access to the Usotaita enclave, located on the coast of Mount Ulía (San Sebastián, Basque Country). The enclave has several rock points, formed by thick strata of sandstone from the Jaizkibel Formation (abyssal turbidites of Eocene age), with overhanging walls on its west side, and a small coastal strip with large collapsed blocks. At the base of the overhanging walls and between the blocks attached to the points, a set of cavities develops, with various features of interest. The caves have a fauna made up of coastal and marine species that frequent cracks, spaces under blocks, underwater caves and anquihaline pools in the tidal flat. Their adaptations for life in the subterranean environment are variable. Crustaceans (24 species), polychaetes (5 species) and molluscs (5 species) predominate, for a total of 54 taxa, 27 of them troglophiles. The work describes the cavities found and their hypogeal fauna.

Key words: Physical Speleology, Sandstone Karst, Subterranean Biology, Geomorphology, Hydrogeology.

INTRODUCCION

El trabajo es continuación de otras exploraciones y prospecciones geo-biológicas efectuadas en parajes de difícil acceso en los acantilados del litoral del monte Ulía. Su objetivo es la localización y exploración de nuevas cavidades en el peculiar karst que se desarrolla en zonas con estratos gruesos de arenisca de la Formación Jaizkibel. La prospección progresiva de este tipo de enclaves ha ido aportando interesantes y novedosos datos sobre diversos tipos de cuevas, espeleotemas, geoformas y sobre la fauna que habita en el medio hipógeo terrestre y en las aguas subterráneas de las cavidades exploradas. Por ello puede decirse que cada nueva exploración suele poner al descubierto ejemplos nuevos de cavidades y de especies cavernícolas.

Las rocas en que se desarrollan las cavidades constituyen una secuencia de turbiditas abisales, de facies flysch, en la que alternan estratos gruesos de arenisca carbonática con intercalaciones delgadas de lutitas y margas, de edad Eoceno (Formación Jaizkibel) (Campos, 1979; Galán, 2013; Galán et al, 2009).

El paraje estudiado en esta ocasión se denomina Punta de Usotaita y se localiza entre los enclaves de Arlautz y Punta Atalaya. Está constituido por varias puntas de roca, formadas por estratos resistentes de arenisca de fuerte buzamiento y una zona o pequeño entrante topográfico con grandes bloques de colapso. El acceso se efectúa a lo largo de un vallecito acantilado, con densa vegetación, cuya pendiente inicial se acentúa para caer en vertical, salvando un desnivel de -105 m. El enclave posee una sima y cuevas interestratos y de recubrimiento, con distintos biotopos, habitados por organismos variablemente cavernícolas.

MATERIAL Y METODOS

La prospección del enclave fue efectuada en mayo de 2022. Se utilizó técnica de cuerda estática y jumars para el descenso del acantilado y el acceso a sus cuevas. En los muestreos se utilizaron mallas de plancton y pequeños reteles con cebo. Las muestras de fauna fueron estudiadas en laboratorio bajo microscopio binocular Nikon. Se realizaron observaciones y se tomaron fotografías con una cámara digital Canon de los rasgos de mayor interés.

RESULTADOS

En los acantilados del litoral de Ulía (San Sebastián) hemos explorado numerosos enclaves con cuevas, simas y geoformas, formadas fundamentalmente por disolución intergranular de la arenisca. En ellas hemos hallado un variado elenco de especies marinas, de agua dulce y terrestres, de hábitos variablemente cavernícolas (Galán, 2013; Galán & Nieto, 2016, 2022; Galán et al, 2017, 2020). El acceso a muchos de estos parajes requiere el uso de técnicas de espeleología vertical (cuerda estática y jumars) y/o de escalada en roca, así como con frecuencia el recorrido de flancos abruptos cubiertos de una vegetación baja, densa y enmarañada, con abundancia de zarzas, argomas, lianas espinosas, helechos y pequeños arbustos. En general se trata de áreas inexploradas, cuyos detalles pocas personas conocen (dada su dificultad de acceso).

La zona objeto de estudio es el enclave de Usotaita, situado a 240 m al SW de la Punta Atalaya y a 200 m al E de la Punta de Arlautz. Está constituido por dos prominentes puntas de roca, formadas por estratos gruesos de arenisca y dos entrantes en su lado W que conforman una franja litoral de grandes bloques de colapso de 70 m de anchura. Las coordenadas ETRS89, UTM 30N de la cueva mayor y punta principal son: E 583.992; N 4.798.646; altitud: 0 m snm. Su localización se muestra en la Figura 01.

Al W y E de este enclave de Usotaita hay otros entrantes topográficos (con abrigos y potenciales cavidades), pero éste nos pareció el de mayor interés para prospectar en primer lugar, ya que las imágenes aéreas (y vistas a vuelo de pájaro) permitían apreciar la existencia una amplia boca de una cueva interestratos (en la base de la primera punta) y otra boca menor (en la base de la segunda), así como grandes bloques y fragmentos de estratos con posibles cuevas de recubrimiento.

El acceso a la franja litoral de bloques y a la cueva mayor se realizó descendiendo con cuerda desde el camino de la Costa a lo largo de una vaguada entallada de perfil muy abrupto y -105 m de desnivel. La sección transversal de la vaguada es en forma de diedro en V inclinada, con tramos verticales a extraplomados en su lado E y una placa oblicua lisa en su lado W. Los estratos de los flancos y las puntas tienen un buzamiento alto, de 50-60° NE. El recorrido del descenso se inicia caminando por un espolón en el lado W de la vaguada, hasta un grupo de arbustos, donde instalamos el primer anclaje. Utilizamos un total de 160 m de cuerda y anclajes naturales con cinta a pequeños árboles. La parte superior posee menor inclinación y a partir de la cota 90 m snm el perfil se verticaliza, con escarpes verticales y rampas, hasta alcanzar la faja de grandes bloques.

Las placas laterales de las puntas están formadas por estratos de arenisca de 10 m de potencia, mientras que los entrantes topográficos basales se desarrollan sobre estratos delgados de arenisca con intercalaciones de lutitas y margas calcáreas, que han sido erosionados preferencialmente. Ver detalles del enclave y sus cavidades en Figuras 02 a 30.

Al alcanzar la zona de bloques, desprovista de vegetación, se accede en primer lugar a una sima, en la cota 15 m snm. Su boca se abre entre grandes bloques, tiene 4 m de diámetro y una vertical aérea de -8 m, ya que su base forma una sala amplia que se prolonga en ambos extremos. La galería inferior, descendente, queda limitada entre la pared de la placa de descenso y los grandes bloques que la recubren. Hay pozas de agua en el mismo borde de la sima y se aprecian numerosas filtraciones de agua dulce sobre las paredes. Pensamos acceder desde la zona inferior pero bloques menores impiden el paso a la galería, por lo que se trata de una cavidad separada, de algo más de 20 m de desarrollo y -12 m de desnivel.

Siguiendo el descenso por bloques, junto a una zona de estratos delgados de lutitas grises, se accede a la cavidad mayor. Vista en foto aérea su boca tiene una forma subrectangular, limitada entre estratos gruesos e inclinados de arenisca. De lejos parece conformar un abrigo techado bajo los estratos en extraplomo que limitan el enclave por su lado E, pero en realidad se trata de una cueva bien formada. El acceso se realiza por la parte inferior de la gran boca (cota 4 m snm), junto a grandes bloques de colapso adosados a la misma. Consta de una galería principal, rectilínea, de 60 m de largo, 10 m de ancho y bóveda a 20 m de altura. La galería techada, limitada entre estratos gruesos de arenisca, tiene en su parte inicial un suelo de roca, pequeños bloques y cantos rodados, con estanques y pozas de agua y fondos de grava y arenas. Debido a la amplitud de la boca la galería está parcialmente iluminada o en penumbra. Tras un tramo ascendente la galería reduce su anchura a 2 m y prosigue 20 m más en zona oscura hasta la cota +10 m. El estrato que sirve de techo presenta banderas y coladas de calcita y tufa, flujos de oxi-hidróxidos de hierro y pequeñas áreas con costras y espeleotemas botroidales de ópalo-A. Las geoformas incluyen diversos bandeados de Liesegang de tonos rojizos y concreciones elongadas de arenisca carbonática puestas en relieve por disolución diferencial.

La cavidad se prolonga también hacia el NW bajo el extraplomo y bajo grandes bloques de colapso adosados al mismo. Presenta dos galerías superpuestas, de 10 m de largo, interconectadas por una galería menor, con otras pequeñas prolongaciones. Este sector suma 25 m de galerías y su boca inferior se sitúa a una cota de 0 m snm (+2 m sobre el nivel de bajamar). El punto más elevado se sitúa bajo el borde superior extraplomado. La cavidad totaliza 125 m de desarrollo espacial y +22 m de desnivel.

Durante las pleamares vivas el agua de mar invade la parte inferior de la galería principal (hasta la cota +4) y eventualmente, durante borrascas con oleaje fuerte, las olas pueden alcanzar la zona oscura y estrecha del fondo. Como lo prueba la presencia de restos de boyas y corchos incrustados en la bóveda de la parte final. Pero en general el agua de mar sólo alcanza la parte baja de la galería principal, donde existe un conjunto de pozas y estanques con mezcla de aguas y ambiente anquihalino. Ya que también son abundantes las filtraciones y goteos de agua dulce que ingresan a la galería a través de fisuras y planos de estratificación. La fauna que habita en la cavidad contiene especies propias del litoral marino y submarino, de hábitos oscurícolas, las cuales frecuentan grietas, espacios bajo bloques, pozas, mesocavernas y oquedades en las rocas.

Más al W se forma una franja litoral con bloques de colapso de varios metros de lado que tienen por suelo estratos delgados de la misma litología, rebajados por la erosión normal y marina. La franja se extiende sobre la zona intermareal y alcanza algo más de +10 m sobre ella. En este sector hay varias cuevas de recubrimiento que se desarrollan bajo los bloques mayores y en el contacto con la placa de la segunda punta. Varias de ellas alcanzan 10 á 20 m de desarrollo y hasta -8 m de desnivel. La fauna que habita en estas cuevas de recubrimiento es semejante en la zona intermareal a la de la cueva mayor, pero a cotas superiores a la cota 0 de las mareas y en la zona supralitoral está habitada también por especies terrestres y algunas dulceacuícolas, ya que en varios puntos emergen entre los planos de estratificación pequeñas circulaciones hídricas de agua dulce, procedentes de filtraciones a lo largo de la vaguada y del flanco superior. Este conjunto de cuevas de recubrimiento, si consideramos las áreas bajo zona techada, está en continuidad, pudiendo decirse que conforma un único sistema de galerías (con numerosas aperturas a superficie y al mar) de algo más de 80 m de desarrollo.

El agua de mar que ingresa a las galerías durante las pleamares, y los flujos y pequeñas circulaciones de agua dulce, ocupan y forman pozas de agua (a distintas alturas sobre el nivel de bajamar) en depresiones y oquedades de los suelos y paredes de roca. Las pozas en las zonas más bajas contienen sólo agua marina, pero a mayor altitud presentan mezcla de aguas y un carácter anquihalino. Es frecuente hallar, en el interior de las cavidades, puntos donde el fuerte oleaje y las mareas han depositado despojos tanto orgánicos como inorgánicos, como restos de redes y boyas, maderas, plásticos y corchos, a menudo recubiertos por organismos incrustantes del fouling, así como despojos de cangrejos y algas marinas. En zonas de penumbra son comunes tapices de algas verdes, algas rojas y líquenes. El conjunto de la sima más elevada (20 m), la cueva mayor (125 m) y las cuevas bajo bloques (80 m) está prácticamente en continuidad y totaliza un desarrollo espacial de macrogalerías (recorribles por el ser humano) de 225 m, con prolongaciones menores a través de gateras, laminadores y mesocavernas.

Pasando la segunda punta hacia el W (tras la placa de descenso) se abre una segunda boca amplia. El acceso terrestre por la línea de costa sólo es posible realizarlo en marea baja viva en días con poco oleaje. Tras la punta se presentan grandes bloques y tramos de estratos que han colapsado, formando otra franja litoral. La segunda cueva grande tiene una boca más triangular y estrecha. Se accede a su base en la cota +2 pasando bajo un gran bloque. La cavidad tiene una anchura basal de 5-6 m que se va estrechando en altura. La placa que sirve de suelo es recorrida por una pequeña corriente de agua que procede de una surgencia en la cota +12. La surgencia presenta coladas estalagmíticas de tufa carbonática y pequeñas pozas escalonadas, con tapices de algas verdes y rojas. La zona techada bajo la línea del extraplomo superior profundiza unos 8 m en planta, constituyendo una especie de gran abrigo techado. Por encima de la surgencia la cavidad asciende hasta la cota +15 m, totalizando un desarrollo espacial de 38 m (incluyendo la galería de acceso bajo el bloque adosado).

Adicionalmente, a mayor altura, la cavidad se prolonga en un largo y estrecho abrigo o entrante interestratos, de 1 m escaso de amplitud y algo más de profundidad, abierto a expensas del plano de estratificación que hace de suelo de la cueva-surgencia inferior (pero separada de ella). Este abrigo inaccesible asciende a lo largo de 30 m, hasta la cota +50 m snm.

Al igual que en el caso de la primera cueva grande, la base de la segunda cueva prosigue entre bloques con varias cuevas de recubrimiento en continuidad, de más de 10 m de desarrollo cada una, para un total estimado en 50 m adicionales de galerías, varias de las cuales alcanzan en su parte baja el nivel marino.

Este segundo sistema de cuevas (interestratos y de recubrimiento) totaliza así 118 m de desarrollo espacial de galerías bajo zona techada, aunque sólo una pequeña parte del mismo contiene zonas oscuras, estando en su mayor parte en penumbra. En estas cuevas encontramos también pequeñas costras y espeleotemas botroidales de ópalo-A y de calcita, así como recubrimientos de coladas y grandes estalactitas de tufa.

Cabe señalar que en la línea de costa muchas cavidades se prolongan entre bloques bajo el nivel marino, constituyendo así inexploradas cavidades submarinas, con biotopos oscuros thalassoideos, habitados probablemente también por especies marinas que frecuentan cuevas y hábitats cavernícolas submarinos, y de los cuales poco sabemos.

Un detalle biológico adicional es la presencia de una población de gaviotas que cría en estos acantilados. Sobre la ruta de descenso al enclave (en mayo) pasamos al lado de cuatro nidos, los cuales contenían puestas de tres huevos cada uno.

El ambiente subterráneo en las zonas más profundas y oscuras de las cavidades es de alta humedad e isotérmico, con una temperatura media próxima a los 13°C. Los habitantes de estas cuevas escapan así a las fuertes oscilaciones húmedo-seco de superficie y a la insolación directa. El ambiente terrestre presenta un alto contenido en sales debido a las rociaduras del oleaje, llevadas por el viento y las brumas costeras. En general todos los organismos acuáticos que habitan en ellas muestran una gran capacidad para lidiar con fuertes variaciones de salinidad y oxígeno disuelto. Muchos de ellos tienen capacidades anfibias y algunos de los organismos terrestres son también capaces de resistir a inundaciones periódicas.

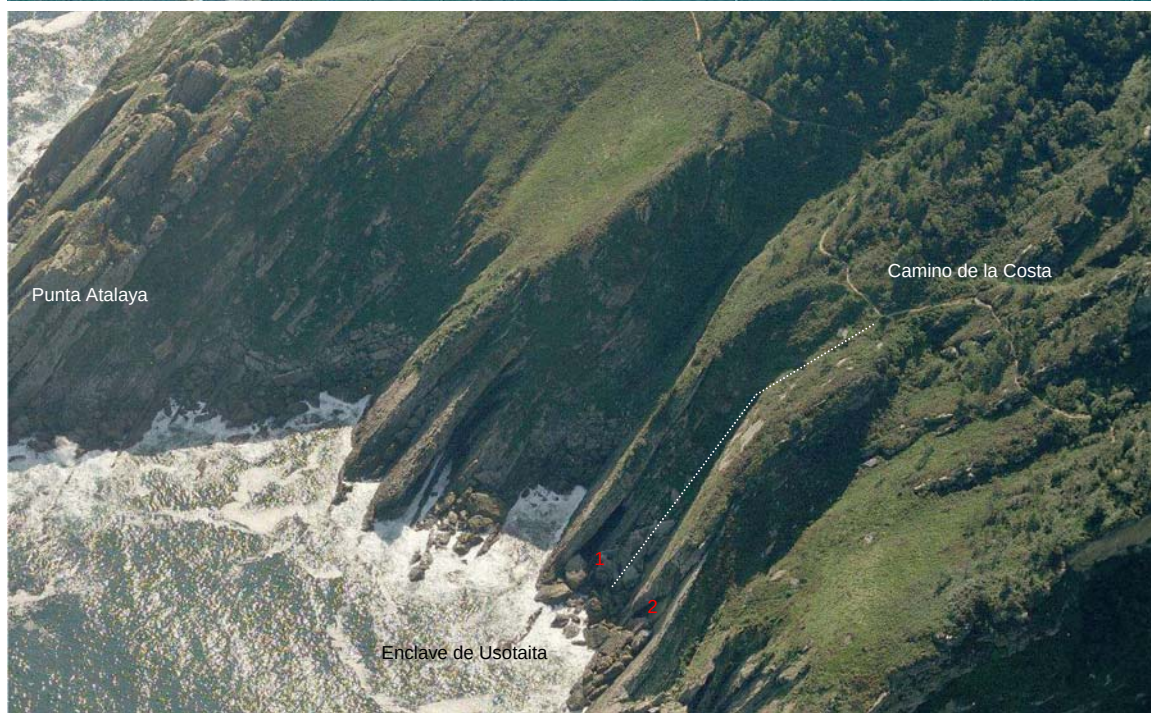
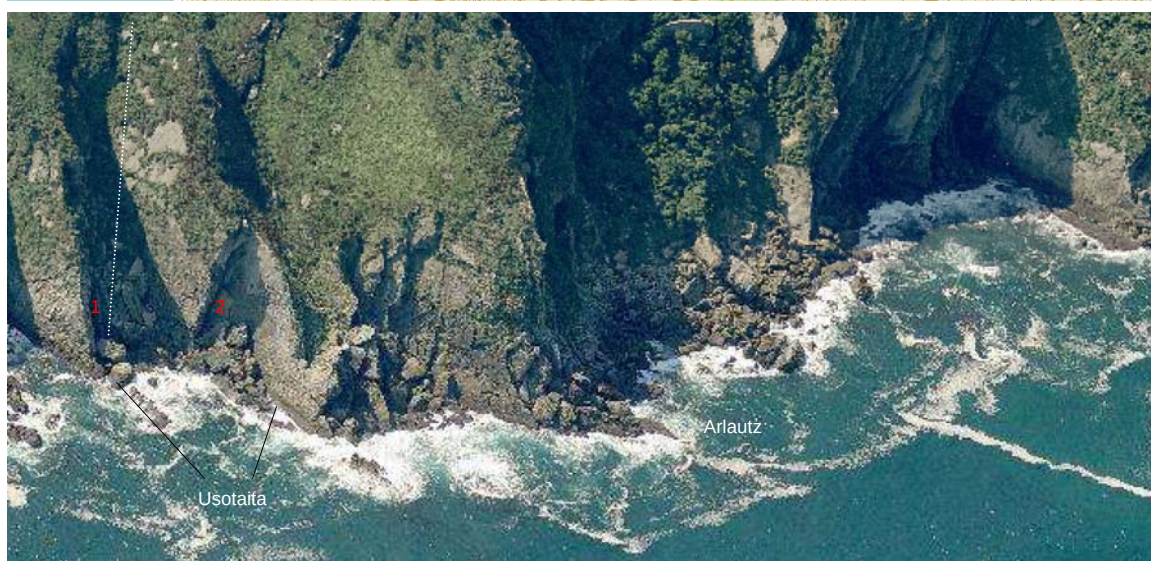


Figura 01-A. Localización del enclave de Usotaita y sus cavidades. 1: Cueva Grande 1; 2: Cueva Grande 2. En línea de trazos la posición aproximada de la ruta de descenso. Cartografía digital b5m: en planta, con curvas de nivel cada 5 m (imagen superior). Vistas a vuelo de pájaro, desde el N (imagen central) y desde el W (imagen inferior).

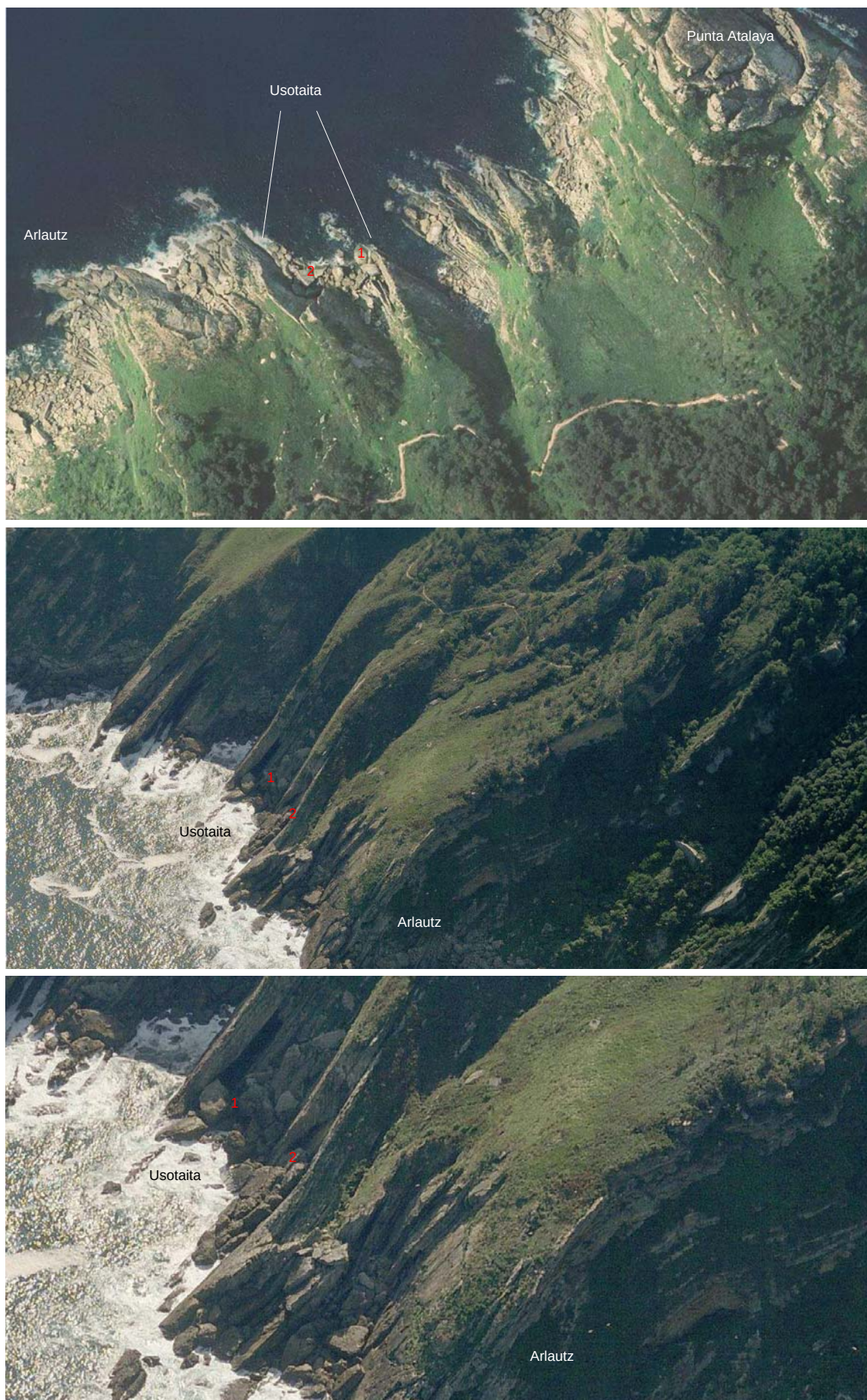


Figura 01-B. Ortofoto en planta (arriba) e imágenes a vuelo de pájaro desde el W (centro y debajo) de los acantilados de Usotaita y ubicación de las bocas de las dos cuevas mayores (1 y 2, en números rojos). Se aprecia también el fuerte buzamiento de los estratos y la existencia a E y W de otras puntas y entrantes topográficos.

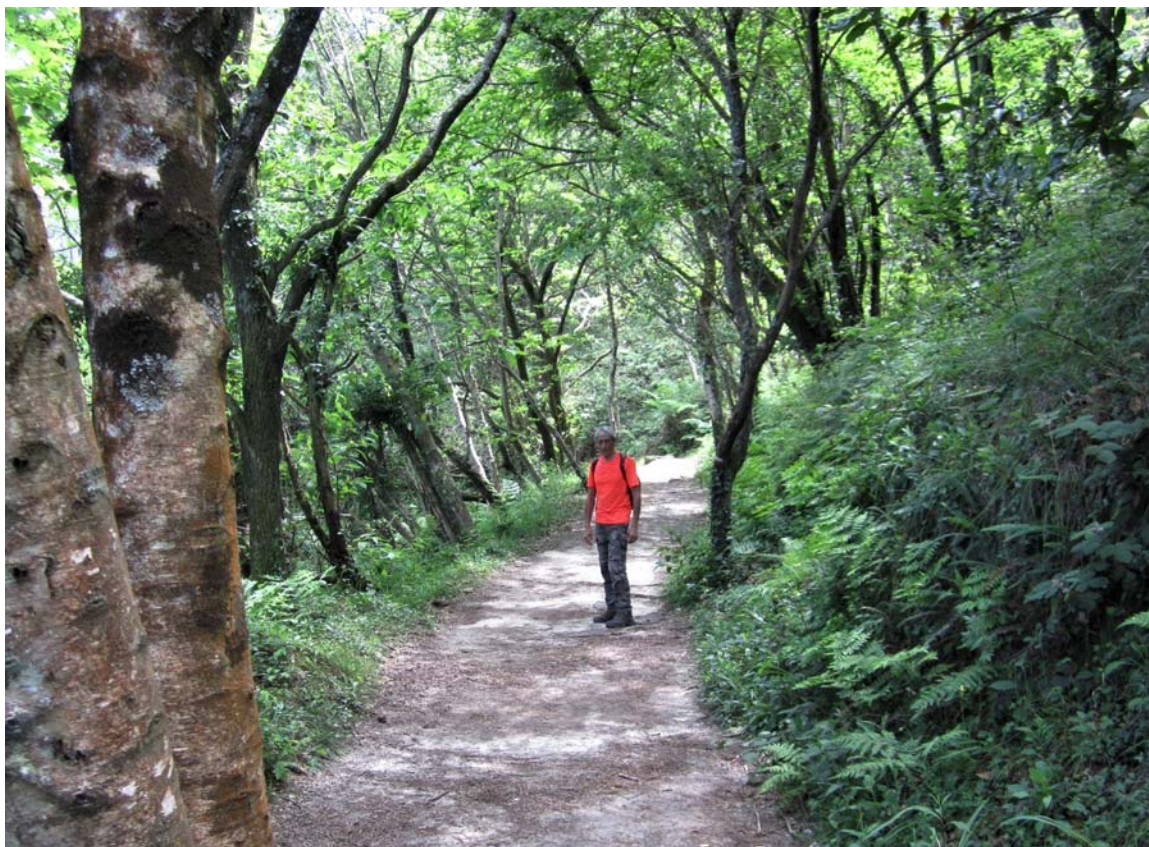


Figura 02. Vía de acceso a los acantilados de Usotaita siguiendo el camino de la Costa (monte Ulía, Donosti).

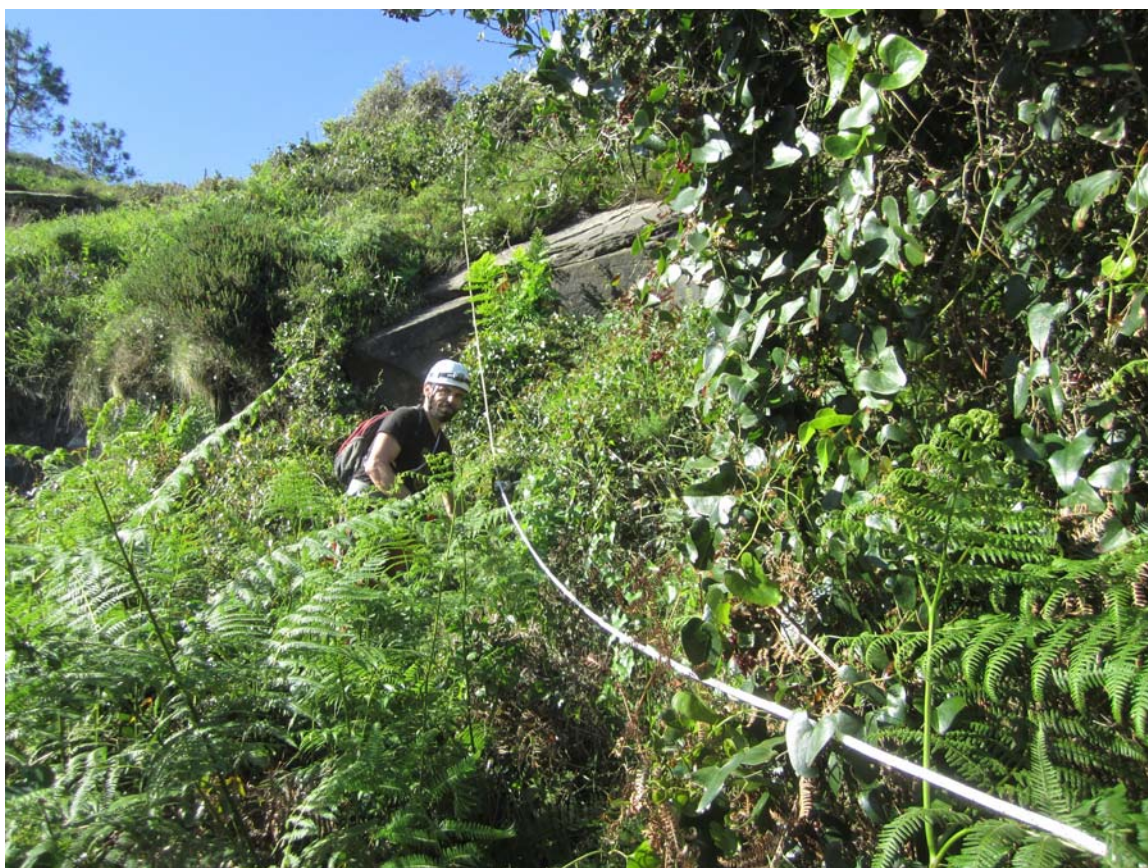


Figura 03. Vaguada de acceso al enclave de Usotaita e inicio del descenso. La parte superior tiene menor inclinación, con varios escalones verticales, y una cobertura vegetal baja y enmarañada, por la que hay que abrirse paso.



Figura 04. Vistas hacia la zona inferior de bloques y hacia la placa W de descenso, con vegetación adherida a la roca.



Figura 05. Ruta de descenso sobre la placa W de la vaguada y vista hacia la placa E, con diversas geoformas.



Figura 06. Parte inferior de la ruta de descenso y zona de bloques, con la primera sima (flecha roja).



Figura 07. Borde de la primera sima, con vertical aérea de -8 m y desnivel total de -12 m. Se aprecian filtraciones de agua dulce en las paredes internas, sobre de la placa de descenso, y charca de agua en el borde de la sima, de carácter anquihalino. Este biotopo está sometido a fuertes variaciones de salinidad, pH y oxígeno disuelto.



Figura 08. Zona de bloques (durante marea baja viva, con poco oleaje) y pasos de escalada entre bloques para alcanzar la boca de la Cueva Grande 01. Se aprecian concreciones carbonáticas en relieve positivo sobre el estrato de techo.



Figura 09. Parte superior de la bóveda de la Cueva Grande 01 y vista hacia la placa de descenso (arriba). Galería principal, de 10 m de ancho (debajo).

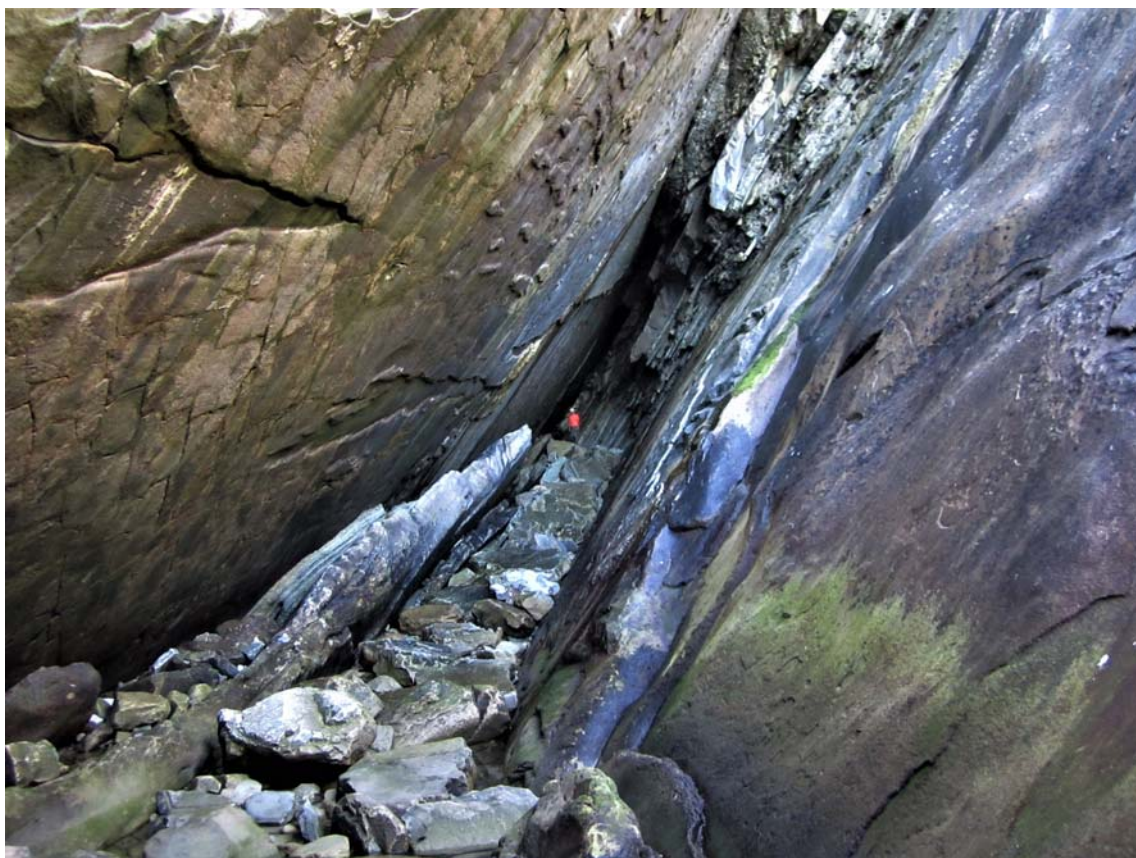


Figura 10. Galería principal de la Cueva 01, de 60 m de largo, la cual continúa en galería estrecha, en oscuridad, 20 m más. Se aprecian concreciones en relieve, estratos delgados de lutitas (en la bóveda de fondo) y charcos de agua.

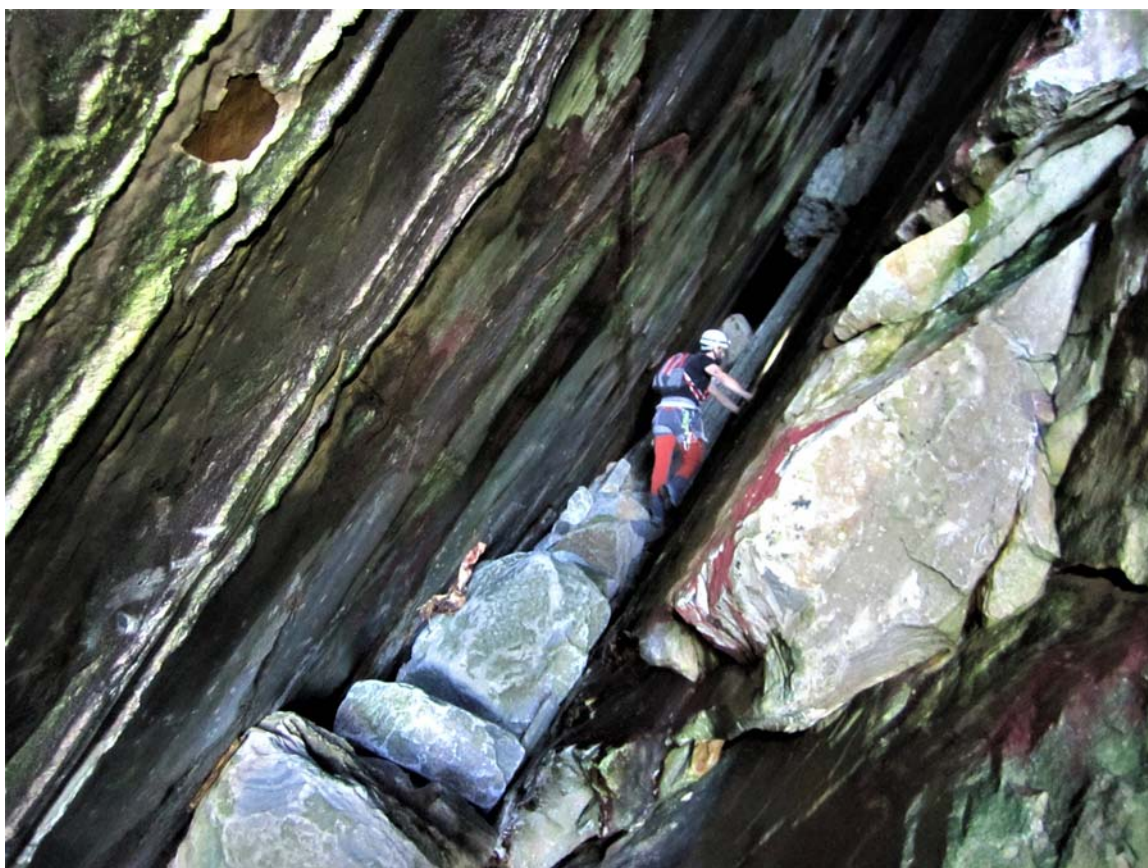
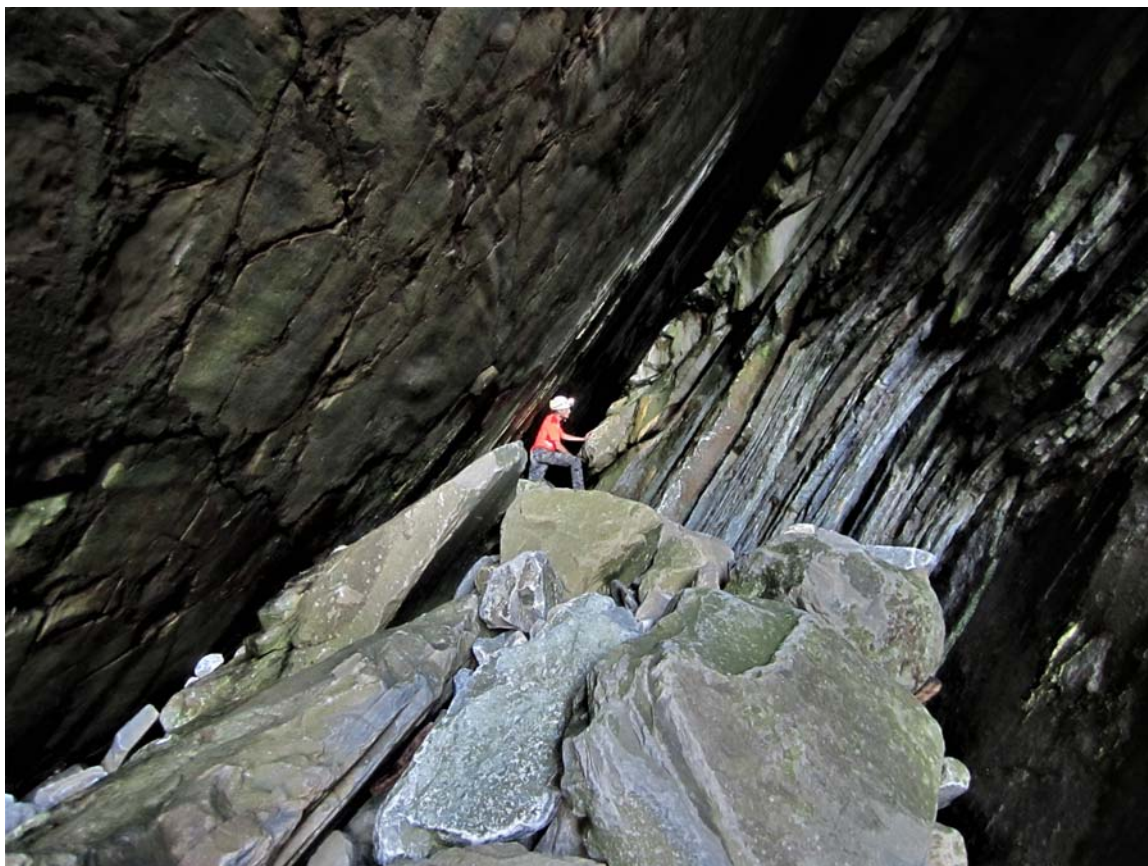


Figura 11. Fondo de la parte amplia de la galería principal, donde se aprecian los estratos delgados que han sido erosionados y removidos, a lo cual sigue otro tramo de 2 m de ancho en zona oscura. Se aprecian filtraciones de agua dulce sobre las paredes las cuales han formado espeleotemas en forma de banderas de calcita y de tufa.

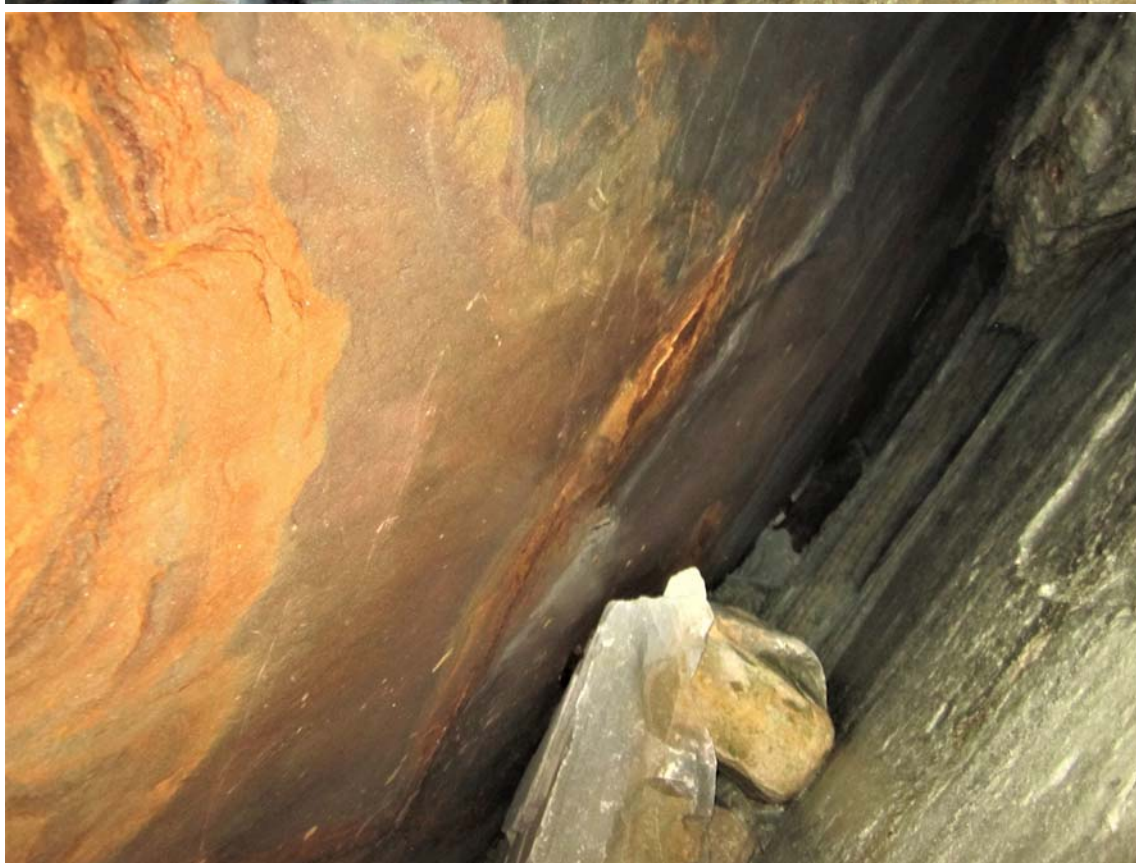
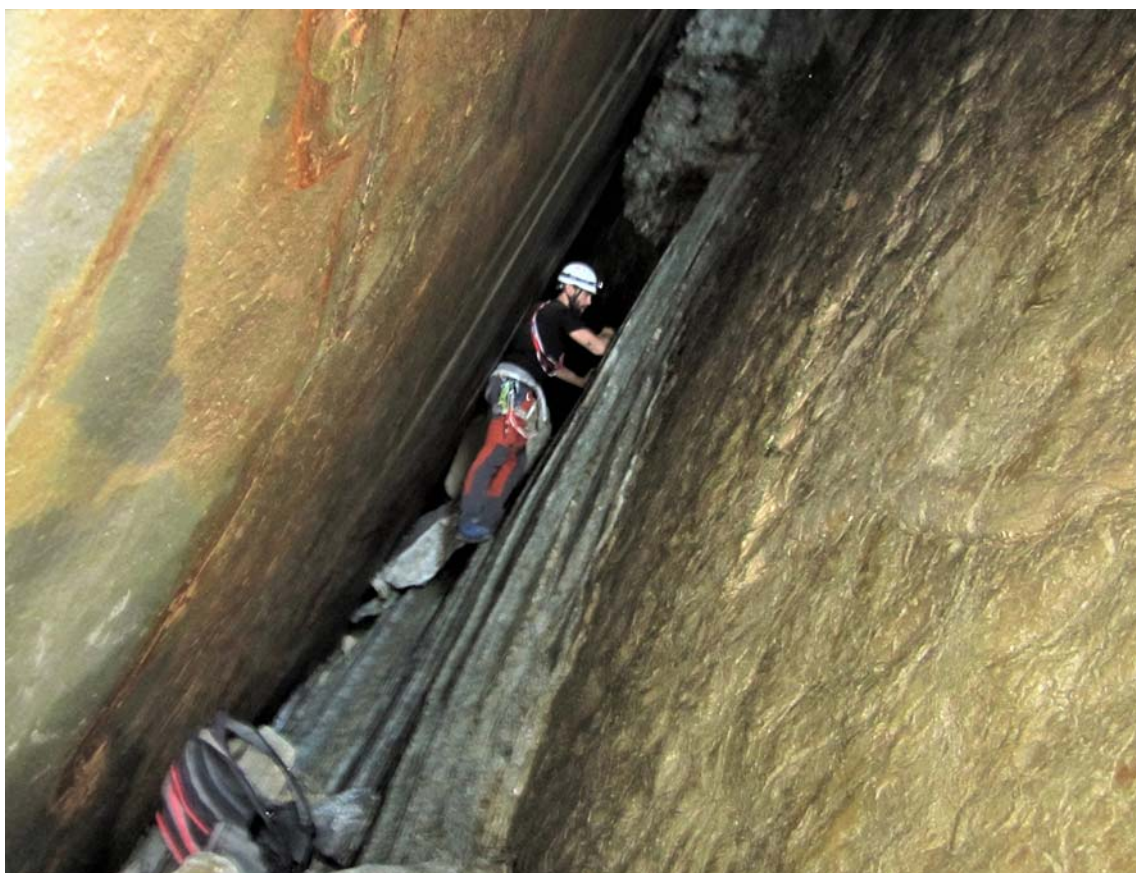


Figura 12. Tramo de 2 m de ancho y 20 m de largo en el fondo de la galería principal, en zona oscura. Se puede apreciar su formación a expensas de un paquete de lutitas y margas, más disgregables, y la ocurrencia de flujos de oxi-hidróxidos de hierro y bandeados de Liesegang.

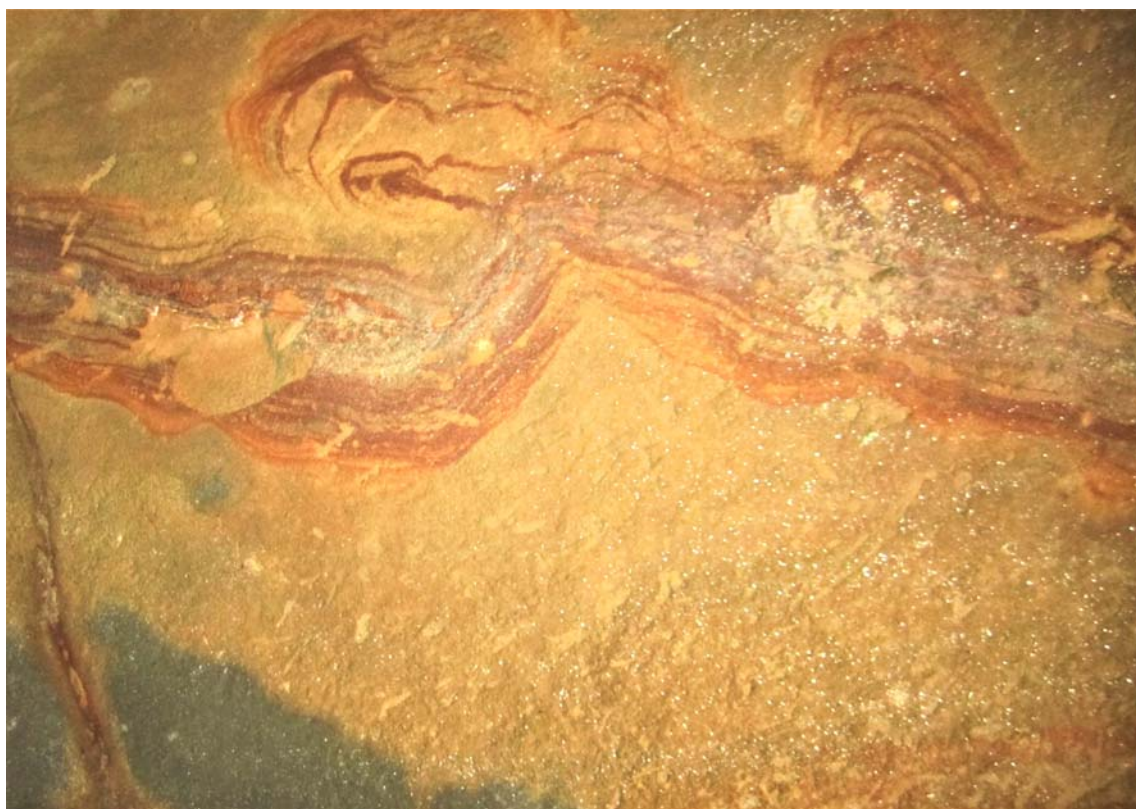
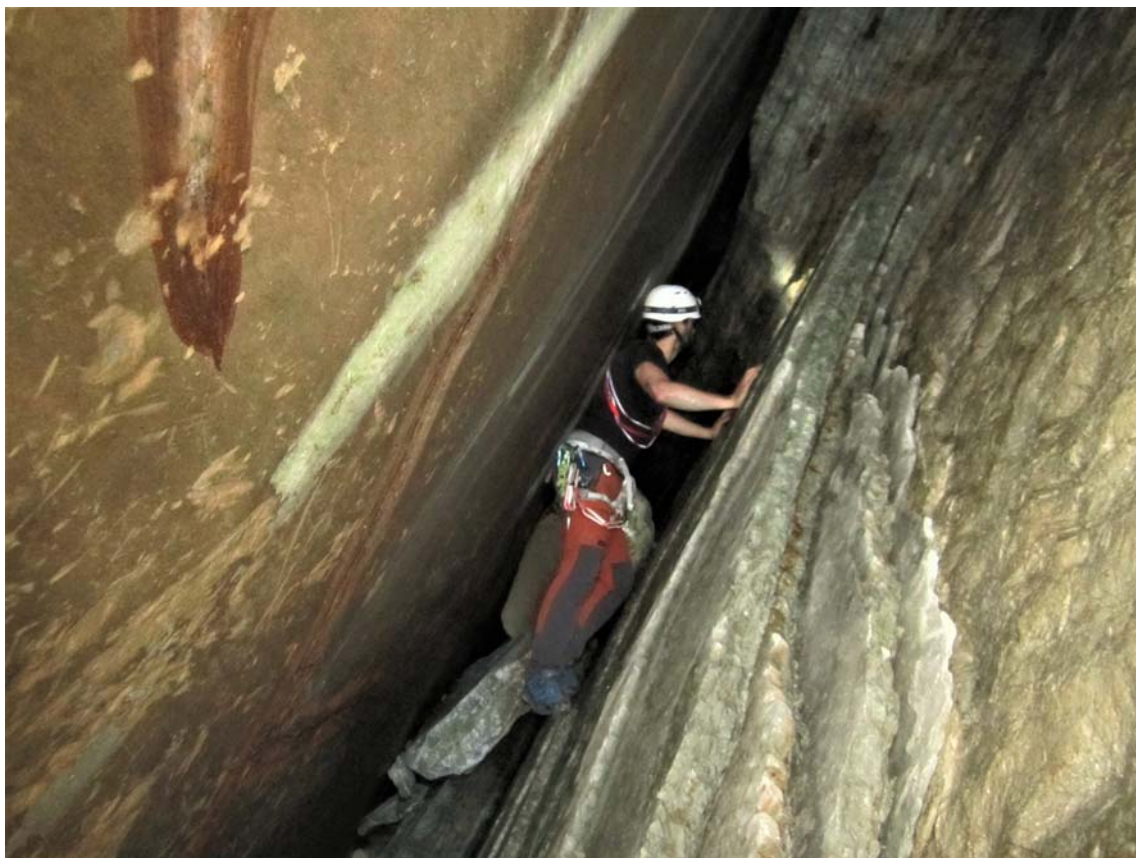


Figura 13. Detalle de bandeados rítmicos de Liesegang y estratos delgados de lutitas y margas en la zona terminal de la Cueva Grande 01. Las paredes presentan descamaciones de impacto de clastos, los cuales indican que durante las fuertes tormentas y temporales las olas pueden alcanzar este tramo, no obstante excavado fundamentalmente por procesos de disolución, a partir de los flujos subterráneos de agua dulce que penetran en la galería.



Figura 14. Vista de la galería principal hacia el techo (arriba) y hacia la prolongación W bajo bloques adosados (debajo). Puede apreciarse en el techo el paquete de 10 m de ancho de lutitas y margas que ha sido disuelto y removido (flecha roja) y el paquete de 2 m de ancho de lutitas sobre el que se desarrolla la continuación estrecha final (flecha naranja).



Figura 15. Vista desde la boca de la Cueva 01 hacia la placa de descenso y detalles de pozas y estanques en su suelo, con mezcla de aguas y biotopos anquihalinos, habitados por diversos poliquetos, crustáceos y moluscos.



Figura 16. Continuación de la galería principal hacia la boca inferior bajo bloques adosados al estrato de techo (arriba) y suelo de bloques de la misma (debajo) con tubos de poliquetos *Potamoceros triqueter* (Serpulidae) y lapas *Patella* (Patellidae). En los recuadros diversos caracoles marinos, cirrípedos dientes de perro *Chthalamus* y lapas *Patella*, así como recubrimientos de algas rojas y verdes.



Figura 2t. Vista desde la Galería inferior bajo bloques adosados de la Cueva Grande 01 hacia la boca de acceso y la placa de descenso (arriba) y galería de conexión entre la inferior y superior bajo bloques (debajo).



Figura 18. Detalles de la galería inferior bajo grandes bloques adosados, con vistas hacia la galería principal. Esta galería sigue bajo el extraplomo y bajo grandes bloques y conduce hacia la boca inferior, abierta a nivel del mar.



Figura 19. Ejemplar de equiúrdo *Bonellia* parcialmente extendido entre bloques y gravas con agua marina en zona oscura (arriba), el cual se contrajo al ser extraído adoptando forma de salchicha, de 10 cm de largo (debajo).



Figura 20. Espeleotemas de calcita y ópalo-A en forma de costras, con pequeños crecimientos botroidales (arriba). Al lado de la Cueva Grande 01 la zona techada por grandes bloques prosigue o está en continuidad con otras cuevas de recubrimiento (debajo). Bien puede considerarse que la Cueva Grande 01 tiene 125 m de desarrollo y +22 m de desnivel, o bien que conforma un único sistema (techado e interconectado) de 225 m de desarrollo espacial.



Figura 21. Detalles de la zona de bloques con galerías de recubrimiento: en el acceso a la galería inferior de la sima superior del enclave (arriba) y hacia la línea de costa en bajamar (debajo). El mar invade las partes más bajas de las galerías durante las pleamares, ascendiendo +4,5 m, y las olas fuertes pueden alcanzar con facilidad cotas de +10 m, aportando despojos de algas y restos orgánicos. Por lo que se trata de un hábitat hipógneo inusual, muy rico en recursos tróficos.



Figura 22. Pasando hacia el W la placa de descenso se encuentra la segunda cueva grande, en continuidad con otras cuevas de recubrimiento. En las imágenes, el acceso bajo un gran bloque adosado a la segunda cueva grande.

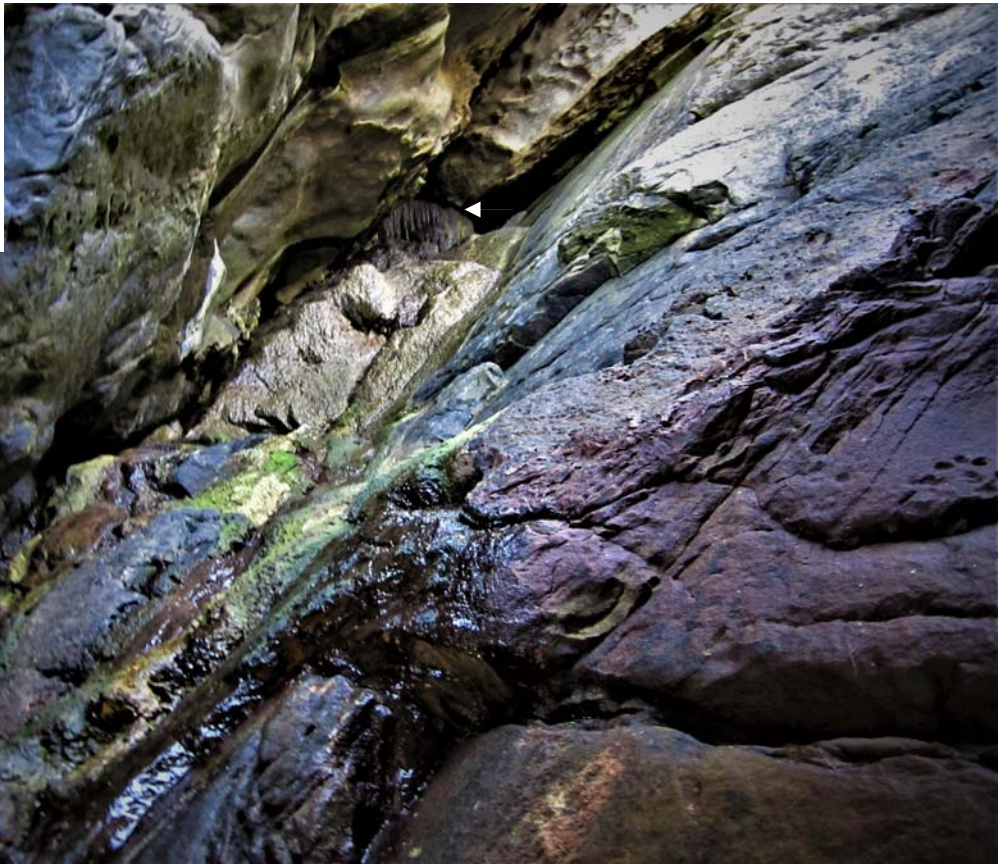
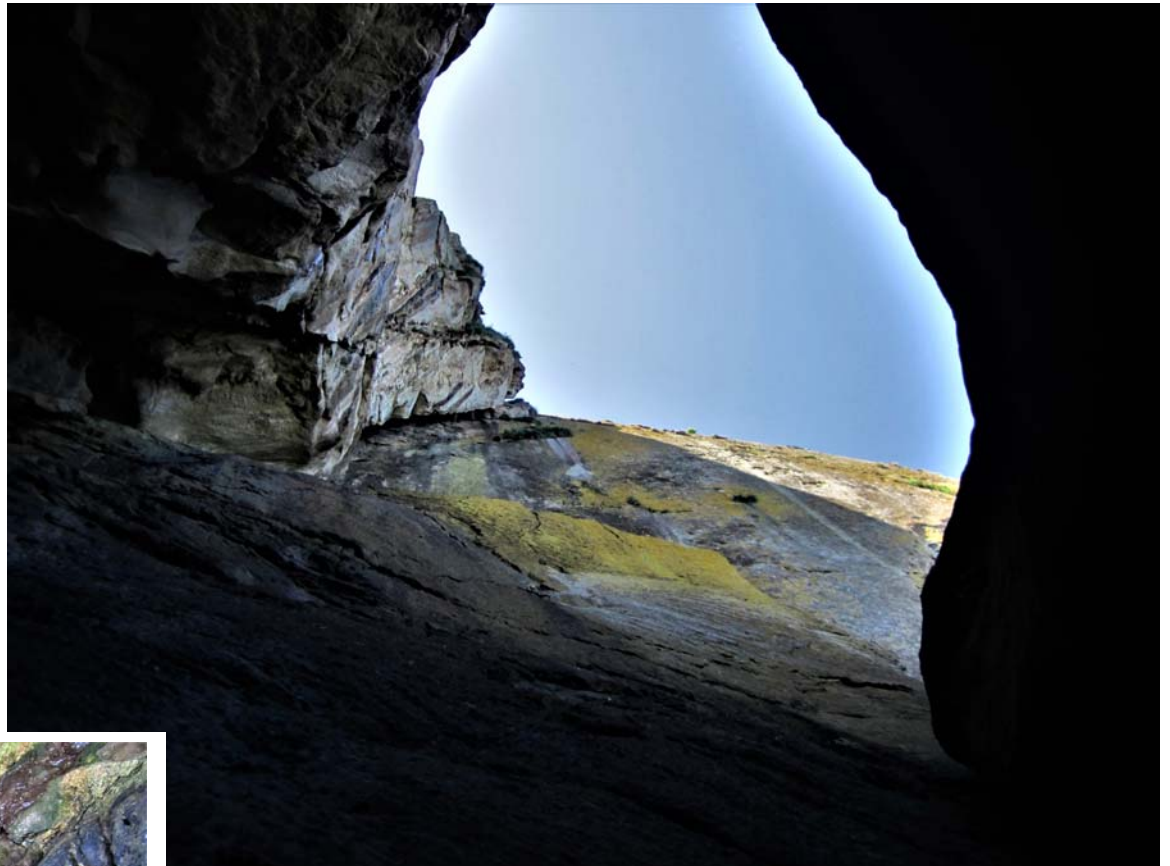


Figura 23. Segunda cueva grande. Vista desde su interior hacia los estratos de techo y la placa basal (arriba) y hacia la surgencia interna, con coladas de tufa de más de 1 m de altura (flecha blanca) y flujos de agua dulce (debajo) con cubetas de agua dulce y crecimientos de algas (recuadro), habitados por fauna dulceacuícola y anquihalina.



Figura 24. Zona de bloques con cuevas de recubrimiento que alcanzan el mar, tras la segunda punta.



Figura 25. Placa que limita la zona de bloques por su lado W (arriba) y vista hacia la misma desde su base (debajo). Se aprecia la parte alta de la segunda cueva y el entrante interestratos superior, que asciende hasta la cota +50 m.



Figura 26. Geoformas producidas por disolución intergranular de concreciones de arenisca al lado de la sima más alta.



Figura 27. Diferentes aspectos y vistas durante el ascenso en jumars del acantilado de Usotaita.



Figura 26. Diversos tramos del recorrido de la ruta de ascenso del acantilado.



Figura 29. Ascenso del tramo superior del acantilado, con Punta Atalaya y el Mar Cantábrico al fondo.



Figura 30. Recogiendo equipos en el camino de la Costa de Ulía y vista hacia los acantilados de Punta Atalaya.

Las especies halladas comprenden representantes de distintos grupos taxonómicos. En la zona de oscilación de las mareas, que alcanzan una amplitud de 4,5 m en esta parte del Cantábrico, son frecuentes: (1) algas incrustantes Corallinales; (2) diversas esponjas, entre ellas *Cambre cambre* (Schmidt) (Esperiopsidae); (3) cnidarios *Actinia equina* (Linnaeus) (Actiniidae); (4) poliquetos *Terebella lapidaria* Linnaeus (Terebellidae), *Scolecopsis squamata* (Müller) (Spionidae), *Polydora ciliata* (Johnston), *Platynereis dumerilii* (Audouin & Milne Edwards) (Nereidae), *Potamoceros triqueter* (Linnaeus) (Serpulidae); (5) equiúridos *Bonellia viridis* Rolando (Bonellidae); (6) caracoles marinos *Thais* sp. y *Littorina neritoides* Linnaeus (Littorinidae), *Gibbula umbilicata* (da Costa) (Trochidae), Turbinidae indeterminados, lapas *Patella vulgata* Linnaeus, *Patella intermedia* Murray (Patellidae); (7) anfípodos marinos *Pontocrates arenarius* (Bate) (Oedicerotidae), *Hyale stebbingi* (Chevreux) (Hyalidae), *Stenothoe monoculoides* (Montagu) (Stenothoidae), *Melita palmata* (Montagu) (Melitidae), *Podocerus variegatus* (Leach) (Podoceridae); (8) isópodos marinos *Cyathura carinata* (Kroyer) (Anthuridae), *Dynamene bidentata* (Adams) (Sphaeromatidae), *Cleantis prismatica* (Risso) (Holognathidae); (9) cirrípedos dientes de perro *Chthalamus stellatus* (Poli) (Chthalamidae), *Balanus perforatus* Bruguière (Balanidae), percebes *Pollicipes pollicipes* (Gmelin) (Pollicipedidae); (10) cangrejos *Pachygrapsus marmoratus* (Fabricius) (Grapsidae), *Xantho pillipes* (Milne-Edwards) (Xanthidae); nécoras *Necora puber* Linnaeus (sin. *Portunus puber*) (Portunidae), ermitaños *Clibanarius erythropus* (Latreille) (Diogenidae), y juveniles de cangrejo-buey de mar *Cancer pagurus* (Linnaeus) (Decapidae); (11) quisquillas *Palaemon elegans* (Rathke) y *Palaemon serratus* (Pennant) (Palaemonidae); (12) pequeños peces *Coryphoblennius galerita* Linnaeus (Blennidae) y *Lepadogaster lepadogaster* (Bonnaterre) (Gobiesocidae).

En pozas de agua dulce y en algunos casos con mezcla de aguas son frecuentes: (13) copépodos *Megacyclops viridis* (Muir) y *Paracyclops fimbriatus* (Fisher) (Cyclopidae); (14) isópodos *Sphaeroma hookeri* Leach y *Sphaeroma serratum* (Fabricius) (Sphaeromatidae); (15) anfípodos semiterrestres *Orchestia cavimana* (Heller) (Talitridae) y dulceacuicolas *Echinogammarus berilloni* Catta (Gammaridae).

En el medio terrestre se presentan en adición: (16) isópodos terrestres *Ligia oceanica* (Linnaeus) (Ligiidae); (17) anfípodos terrestres *Orchestia gammarellus* (Pallas) (Talitridae); (18) quilópodos *Hydroschendyla submarina* (Grube) (Schendylidae) y *Strigamia maritima* (Leach) (Linotaeidae); (19) tisanuros Machiloidae *Petrobius maritimus* (Leach) (Machilidae).

A mayor altitud se presentan: (20) isópodos terrestres *Porcellio scaber* Latreille (Porcellionidae); (21) opiliones *Gyas titanus* (Gyantidae); (22) arácnidos *Meta bourneti* Simon, *Metellina merianae* (Scopoli) (Tetragnathidae), y *Eratigena inermis* Simon (Agelenidae); (23) dípteros troglóxenos Mycetophilidae, Limnobiidae, Culicidae y Tipulidae.

Este conjunto suma al menos 54 taxa distintos, en su mayoría especies marinas y litorales. Los grupos mejor representados son los crustáceos (con 8 especies de anfípodos, 6 de isópodos, 7 decápodos, 3 cirrípedos), seguidos por los poliquetos (5 especies) y moluscos (5 especies). La mayoría son especies litorales-marinas, frecuentes también en cubetas, grietas y oquedades de la rasa mareal, pero los anfípodos e isópodos incluyen también formas de agua dulce y terrestres. Las formas terrestres están representadas en números más bajos. Datos sobre la biología y ecología de estas especies han sido dados en trabajos previos (especialmente en: Galán & Nieto, 2016, 2022; Galán et al, 2017, 2020). La representación encontrada incluye 27 especies que consideramos troglófilas (presentan adaptaciones para desenvolverse y completar su ciclo vital en zona oscura).

Varias especies de poliquetos, anfípodos e isópodos marinos son citados por primera vez de cavidades en arenisca en la zona litoral de Ulía. Tal vez el hallazgo más curioso en la cueva mayor fue el de un ejemplar del raro phylum Echiurida: *Bonellia viridis* Rolando (Bonellidae). Los animales de este phylum son exclusivamente marinos y bentónicos y viven desde la zona litoral hasta profundidades abisales de 9.000 m. Contiene 150 especies en el mundo, muchas de ellas cosmopolitas. El cuerpo de estos seres es vermiforme y está dividido en un tronco cilíndrico más grueso de pocos centímetros y una probóscide anterior o trompa que puede extenderse más de 1 m y en cuyo extremo se abre la boca. Utilizan esta trompa para excavar galerías en sedimentos blandos y para desplazarse. Carentes de ojos, la trompa les sirve de órgano táctil. Carecen de segmentación y poseen dos sacos anales, de función excretora, que desembocan en el ano, el cual se abre en el extremo posterior del cuerpo. Su alimentación es detritívora microfaga; se alimentan de partículas orgánicas adheridas a los sedimentos, que atrapan con mucus e ingieren en grandes cantidades; para ello utilizan la trompa que posee un canal central con cilios que les sirven para dirigir el alimento hacia la boca. Tienen sexos separados, a menudo con un marcado dimorfismo sexual, y larvas planctónicas trocóforas.

Las especies del género *Bonellia* habitan bajo las gravas, en grietas y agujeros de las rocas, hasta a profundidades de 100 m. Emiten sus lóbulos fuera para alimentarse y durante la noche pueden salir a la superficie de sus refugios. Su cuerpo puede adelgazarse para pasar por pequeños intersticios y su trompa puede estar contraída o extenderse más de un metro. La especie *Bonellia viridis* presenta un dimorfismo sexual extraordinario, con hembras de un color verdoso a marrón oscuro, de 8-15 cm de largo, habitualmente en forma cilíndrica o de pera, mientras que los machos son enanos, depigmentados, de 2 mm, y viven como parásitos en el interior del cuerpo de las hembras. La piel de las hembras posee un veneno capaz de paralizar a pequeños invertebrados. El ejemplar de *Bonellia viridis* encontrado estaba extendido y doblado entre dos bloques en una cubeta con agua marina y al extraerlo con una pinza retrajo la probóscide y contrajo el cuerpo, echando chorritos de agua por el ano y adoptando una forma de salchicha, de 10 cm de largo.

Normalmente durante el buceo es difícil observar ejemplares completos y sólo se aprecia la trompa extendible asomando entre los sedimentos o grietas de las rocas. En este caso el ejemplar se encontraba en superficie, entre las rocas de una cubeta, en el interior de la cueva. Tampoco encontramos en la bibliografía revisada reportes de hallazgos de equiúridos en cuevas.

Cabe señalar que muchas cavidades de recubrimiento e interestratos presentan continuaciones en la roca-caja en forma de grietas, conductos y mesocavernas de escaso diámetro, no accesibles al ser humano, tanto a nivel del mar como sobre él. Por lo tanto, el hábitat hipógeo, para organismos de pequeña talla, es mucho más extenso y no se reduce a las macrocavernas.

Lo interesante de esto, desde un punto de vista faunístico, es que se trata de un medio de transición por partida doble: entre el medio marino y el continental, y entre la superficie y el medio subterráneo. Por lo que presenta múltiples gradientes y puede ser habitado por especies de muy distinta procedencia.

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 (Kempe, 1981; Mutti, 1985), de 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 formación de acuíferos kársticos compartimentados y la génesis de cavidades (Galán, 2013; Galán & Nieto, 2020). El proceso fundamental que rige la formación de estas cavidades es la disolución intergranular de la arenisca pero actúan también otros procesos erosivos, biogeoquímicos y clásticos. De hecho, la formación de escarpes y el colapso de bloques y estratos ocurre por procesos clásticos de descompresión mecánica de la roca-caja, previamente debilitada por la disolución intergranular y a lo largo de fracturas y planos de estratificación, y por remoción de las intercalaciones delgadas de lutitas. En el frente costero, la erosión marina basal, propicia el desarrollo de estos procesos y comanda el modelado, con retroceso de los acantilados. En todo caso, las cuevas y mesocavernas que ahora encontramos, conservan rasgos de haber sido parte de sistemas de cavidades anteriores, destruidas o desmanteladas por el avance de los procesos de meteorización de las rocas.

En este hábitat litoral, en el enclave de Usotaita, habitan múltiples formas de vida, en superficie y en el medio hipógeo (Galán, 1993, 2013). En su mayoría son habitantes típicos de la rasa mareal, pero también incluyen especies propias del medio crevicular, intersticial y de cavidades marinas y submarinas, así como formas troglófilas dulceacuícolas y terrestres. Las especies halladas comprenden al menos 54 taxa distintos, variablemente cavernícolas, pero seguramente con muestreos más detallados aparecería un conjunto mayor. Las posibilidades de realizar muestreos en estas zonas y cavidades, se ven limitadas tanto por la dificultad de acceso como por las condiciones hidrometeorológicas, resultando favorables los días sin lluvia, de mar en calma y en horas de bajamares vivas, condiciones estas poco frecuentes a lo largo del año.

Los acantilados de Ulía albergan en este sentido muchos parajes y cavidades poco o nada conocidas, biológicamente poco estudiadas, en las que las exploraciones sucesivas van poniendo al descubierto nuevos fenómenos kársticos hipógeos y nuevas especies (marinas, dulceacuícolas y terrestres), de hábitos variablemente cavernícolas, incluyendo formas troglófilas y, en algunos casos, raras especies troglobias de antiguo origen, cuyos linajes de procedencia se remontan a períodos cálidos del Terciario.

Este karst litoral en arenisca resulta así un medio transicional para la colonización del medio hipógeo continental y la diferenciación, especiación y evolución de su fauna cavernícola.

AGRADECIMIENTOS

A Marian Nieto (Dpto.Espeleología, Sociedad de Ciencias Aranzadi) por su colaboración en salidas previas de reconocimiento en los acantilados de Ulía y vía de acceso al enclave de Usotaita. A dos árbitros de Biosphere Consultancies (United Kingdom) y S.C. Aranzadi, por la revisión crítica del manuscrito y sus útiles sugerencias.

BIBLIOGRAFIA

- Campos, J. 1979. Estudio geológico del Pirineo vasco al W del río Bidasoa. Munibe, S.C.Aranzadi, 31 (1-2): 3-139.
- Galán, C. 1993. Fauna Hipógea de Gipuzcoa: su ecología, biogeografía y evolución. Munibe (Ciencias Naturales), S.C.Aranzadi, 45 (número monográfico): 1-163.
- 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. & M. Nieto. 2016. Crustacea Mystacocarida y Copepoda en cavidades en arenisca en el Rincón del Búho (monte Ulía, Donosti, País Vasco). Publ. Dpto. Espeleol. S.C. Aranzadi. Web aranzadi-sciences.org, Archivo PDF, 30 pp.
- Galán, C. & M. Nieto. 2022. Fauna cavernícola anquihalina en cuevas en arenisca en el litoral del monte Ulía (enclave de Arlantz, San Sebastián, País Vasco). Publ. Dpto. Espeleo. S.C. Aranzadi. Web aranzadi-sciences.org, PDF, 40 pp.

- Galán, C.; I. Herraiz & M. Nieto. 2020. Fauna cavernícola en una sima con biotopos anquihalinos en el litoral de Ulía (arenisca de la Formación Jaizkibel, País Vasco). Publ. Dpto. Espeleo. S.C. Aranzadi. Web aranzadi-sciences.org, 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.M. Rivas & J. Forstner. 2017. Notas sobre la exploración de una cueva marina interestratos en Monpás (Ulía). Publ. Dpto. Espeleol. S.C. Aranzadi. Web aranzadi-sciences.org, Archivo PDF, 26 pp.
- 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.
- Van Vliet, A. 1982. Submarine fans and associated deposits in the Lower Tertiary of Guipúzcoa (Northern Spain). Thesis Doct., Univ. Utrecht, Netherlands, 180 pp.