

BIOLOGÍA SUBTERRÁNEA DE LA CUEVA-SIMA DE LEZEAUNDI (SIERRA DE ÚRBASA, NAVARRA).

Subterranean Biology of Lezeaundi cave-abyss (Urbasa Mountain Range, Navarra).



Carlos GALÁN & José M. RIVAS. Laboratorio de Bioespeleología. Sociedad de Ciencias Aranzadi. Marzo 2019.

BIOLOGÍA SUBTERRÁNEA DE LA CUEVA-SIMA DE LEZEAUNDI (SIERRA DE URBASA, NAVARRA).

Subterranean Biology of Lezeaundi cave-abyss (Urbasa Mountain Range, Navarra).

Carlos GALÁN & José M. RIVAS.

Laboratorio de Bioespeleología. Sociedad de Ciencias Aranzadi.

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

E-mail: cegalham@yahoo.es

Marzo 2019.

RESUMEN

En la parte Norte-central de la Sierra de Urbasa, al W de las bordas de piedra de pastores de Etxarri, existe entre muchas otras una gran dolina o depresión con un rasgo singular: uno de sus bordes está hundido y forma una gran bóveda denominada Lezaundi o Lezeaundi. La enorme boca tiene 102 m de largo por 72 m de ancho y 35 m de altura. Este abrigo rocoso está enclavado en una zona de absorción masiva. En su fondo se abren varias pequeñas bocas que conducen a una red de simas, salas y galerías, con 440 m de desarrollo y -70 m de desnivel. La cavidad se desarrolla en una unidad de calcarenitas masivas con nummulites de edad Luteciense (Eoceno, Terciario marino), la cual suprayace a una alternancia de calizas y margas de edad Ilerdiense (Eoceno basal). En la cavidad habitan diversos invertebrados cavernícolas, incluyendo varias especies troglobias. El trabajo describe los principales rasgos de la cavidad y su ecosistema cavernícola.

Palabras clave: Biología subterránea, Fauna cavernícola, Hidrogeología, Espeleología Física, Karst en caliza.

ABSTRACT

In the north-central part of the Urbasa mountain range, to the W of the stone huts of the shepherds of Etxarri, there exists among many others a large dolina or depression with a singular feature: one of its edges is sunken and forms a large vault called Lezaundi or Lezeaundi. The huge mouth is 102 m long by 72 m wide and 35 m high. This rock shelter is situated in an area of massive absorption. In its bottom open several small mouths that lead to a net of abysses, halls and galleries of 440 m development and -70 m depth. The cavity is developed in a unit of massive calcarenites with nummulites of Lutecian age (Eocene, Tertiary marine), which overlaps an alternation of limestones and marls of Ilerdian age (basal Eocene). Several cave dwelling invertebrates inhabit the cavity, including various troglobites species. The work describes the main features of the cave and its cave ecosystem.

Keywords: Underground biology, Cave fauna, Hydrogeology, Physical speleology, Karst in limestone.

INTRODUCCION

En años recientes hemos seguido realizando trabajos de prospección biológica en cuevas y exploración de áreas kársticas de difícil acceso (en distintas litologías) que cuentan con escasos datos sobre cavidades o han sido poco prospectadas. En la parte Norte central de la Sierra de Urbasa (Navarra), situada inmediatamente al Sur de la Sierra de Aralar (Gipuzkoa - Navarra), llamó nuestra atención la existencia de una amplia zona con gran número de grandes dolinas (algunas de ellas profundas), lapiaz y formas kársticas de superficie, pero que presenta pocas cavidades, en su mayoría simas de trazado simple, con poca extensión en el endokarst. El terreno en esta zona, en líneas generales bastante plana, es muy accidentado en sus detalles, ocupa la parte alta de la Sierra y está cubierto de bosques densos de hayas. El terreno es bastante laberíntico y en él resulta difícil orientarse. Por lo cual estimamos que no había sido prospectado en detalle. De igual modo no contaba con datos sobre fauna cavernícola.

Nuestras prospecciones nos llevaron a localizar entre otras una curiosa cavidad, conocida desde antiguo y utilizada por los pastores para abrigo del ganado. La cavidad destaca por las grandes dimensiones de su boca de acceso. Explorada en 1986 por el grupo Arrastakán, aparece en el Catálogo Espeleológico de Navarra con el número NA-1948 / Lezeaundi. En efecto, se trata de una muy amplia dolina, de 35 m de desnivel, que presenta paredes verticales en gran parte de su perímetro y uno de sus bordes extraploma, formando una gran bóveda o abrigo techado. La enorme boca tiene 102 m de largo en su eje mayor y 72 m de ancho.

Esta dolina-cueva es sin embargo poco conocida (salvo por los pastores), ya que a pesar del gran tamaño de su boca, no es visible si no se pasa directamente al lado de ella. En su fondo, dos pequeños pasos de techo bajo, poco apreciables, permiten el acceso a una red de simas y galerías subterráneas de 440 m de desarrollo.

Este sector subterráneo, en oscuridad total y de cierta extensión en el endokarst, ya que alcanza un desnivel de -70 m, ha recibido escasas visitas y carecía de reportes faunísticos. Ello motivó realizar una exploración de conjunto con especial énfasis en la obtención de datos biológicos y geológicos que pudieran resultar de interés, o que aportaran nuevos datos al conocimiento científico de la Sierra.

Al respecto, es interesante destacar dos cosas: (1) Las especies de fauna cavernícola, especialmente las especies troglobias, a menudo presentan en la región vasco-navarra distribuciones geográficas muy restringidas, pudiendo constituir endemismos o microendemismos, muy localizados. Por lo que sus ecosistemas pueden contener especies distintas a las de zonas próximas. (2) La litología de este sector comprende básicamente calcarenitas compactas de edad Eoceno, cuya espeleogénesis y comportamiento hidrogeológico a menudo difiere del que presentan las calizas arrecifales, órgano-detríticas y pelágicas del Cretácico y Jurásico, predominantes en los karsts del País Vasco y Navarra. Por lo que también en este sentido se podrían obtener datos de interés, como en efecto ha ocurrido. En los siguientes apartados expondremos los datos obtenidos.

MATERIAL Y METODOS

En la exploración de la cavidad se utilizaron frontales con iluminación de Leds, cuerdas estáticas, equipos de jumars, taladro portátil con parabolts recuperables, y material topográfico Suunto (brújula, clinómetro y cinta métrica). Se realizaron observaciones y se colectaron muestras de diversos ejemplares de fauna, especialmente troglobios, los cuales fueron preservados en alcohol etílico 75% y fueron estudiados en laboratorio bajo microscopio binocular Nikon hasta 800 aumentos. Se tomaron fotografías a color con una cámara digital Panasonic, a fin de ilustrar los principales rasgos de la cavidad. Los trabajos fueron efectuados a lo largo de varias salidas en época invernal (entre diciembre de 2018 y febrero de 2019).

RESULTADOS

El sector explorado se localiza en la parte Norte-central de la Sierra de Urbasa, a 1,7 km al W de la conocida sima de Tximua, situada a su vez a 2,9 km al W del túnel de Lizarraga, en la parte alta de la Sierra. La cueva de Lezeaundi se abre en una amplia dolina, a 800 m al W de las bordas de piedra de pastores de Etxarri, enclavada en una zona con numerosas depresiones, dolinas y campos de lapiaz (Figuras 01 á 05).

El terreno es muy accidentado en sus detalles y orientarse en él se presta a confusiones. El Catálogo Espeleológico de Navarra sitúa la cueva en coordenadas UTM E 577.340, N 4.746.072; mientras en el Mapa Geológico de Navarra aparece con coordenadas UTM E 577.234; N 4.745.863. Según nuestros datos, ploteados sobre la cartografía digital del Sistema de Información Territorial de Navarra (SITNA), las coordenadas exactas ETRS89, UTM 30N, de la cavidad son: E 576.212; N 4.745.854; altitud 1.050 m snm. La cavidad aparece en el Catálogo Espeleológico de Navarra con el nombre Lezeaundi (NA-1948) e incluye referencias de exploración del Grupo Arrastakán de Echarri-Aranaz en 1986 e Investigación de Urbasa del Grupo Satorrak en 2008.

Las rocas aflorantes en que se desarrolla la red de galerías de la cueva-sima corresponde a la unidad litológica 260, constituida por calcarenitas masivas con nummulites de edad Luteciense (Eoceno, Terciario marino), la cual suprayace a la unidad litológica 213, compuesta por una alternancia de calizas y margas de edad Ilerdiense (Eoceno basal). Las calcarenitas en el sector se presentan en estratos gruesos, con buzamientos de 12-15° hacia el ESE, formando parte de la gran estructura sinclinal de Urbasa, con surgencia en el borde Sur de la Sierra, en el Nacedero del río Urederra, el cual posee un caudal medio anual de 4,5 m³/s, siendo uno de los manantiales kársticos más importantes de Navarra.

En las galerías en el interior de la cavidad (especialmente entre las cotas -50 y -70 m) son observables numerosos fósiles de macro-foraminíferos (nummulites y alveolinas). Estas calcarenitas son de grano fino a medio. Baceta et al (1996) señalan la ocurrencia en esta unidad de una gran cantidad de fósiles de foraminíferos (entre otros alveolinas, sorítidos, nummulitidos y discocyclínidos). Es frecuente dentro de ellos la presencia de partículas peloidales (alguna de claro origen algal) muy redondeadas. La presencia entremezclada de varios géneros de alveolinas, miliólidos, *Fabiania sp.* y *Orbitolites sp.*, es indicativa de un medio de plataforma interna con retrabajamiento y acumulación por corrientes tractivas. Hacia la Sierra de San Donato y coincidiendo con el aumento de espesor, la unidad 260 pasa a estar compuesta por calcarenitas en las que dominan claramente las discocyclinas (acompañados por fragmentos de algas rodofíceas y briózoos), y que presentan gran cantidad de estratificaciones cruzadas de diferentes escalas. Estas estructuras serían indicativas de un ambiente asimismo somero, pero de mayor energía. En conjunto toda la unidad configura una plataforma carbonatada energética y de carácter progredante, ya que distalmente pasa a una sucesión de margas y margocalizas

Según Pujalte et al (1994), Payros (1996), y Payros et al (1996), en base a foraminíferos planctónicos su base se situaría en la zona de *M. caucasica* y en base a macro-foraminíferos en la zona de *Alveolina dainelli*, definiendo por tanto el Cuisiense medio-superior. Los materiales más modernos de la unidad no han podido datarse con precisión por los citados autores, aunque como

ellos apuntan la presencia de *Nummulites millecaput* en los depósitos inmediatamente suprayacentes evidenciaría que al menos se extiende hasta el Luteciense medio (zona de *N. sordensis*). Por tanto su edad sería Cuisiense superior-Luteciense medio.

La cavidad en sí consta de la gran depresión de entrada, en cuyo borde superior situamos la cota 0, a 1.050 m snm, y la red de galerías inferiores (Ver plano en Figura 13 y Figuras 05 á 32). El fondo de la dolina, de paredes subverticales a extraplomadas en gran parte de su perímetro, tiene unas dimensiones máximas en planta de 102 m de longitud por 72 m de anchura, penetrando 40 m bajo la zona techada y formando así un amplio abrigo semicircular bajo la bóveda que le sirve de techo, donde se aprecia perfectamente la suave estratificación con buzamiento de 12° hacia el ESE.

La zona del fondo del abrigo, en la cota -35 m, es relativamente plana, con suelo de bloques, sobre los cuales los pastores han construido varios artedis o cercos de piedra que sirven para el refugio de ovejas durante la época de pastoreo en verano. Pero además hay en algunos sitios grandes bloques de colapso entre los cuales se desarrollan pequeñas galerías de recubrimiento. Igualmente es de destacar en la parte Norte del flanco de acceso, fuera de la zona techada, de una torre o monolito de roca, de 12 m de altura, que destaca en el interior de la depresión. Obviamente es una forma residual de los procesos de disolución y colapso que han ido ampliando progresivamente la dolina.

En el extremo E y punto más bajo del abrigo (A) se abre la boca principal de acceso a la red de galerías en zona oscura (para ésta y sucesivas observaciones ver plano en Figura 13). A 70 m de distancia de la boca A, en el extremo Sur del abrigo (B), se abre una segunda boca, mucho más exigua. Ambas son pasos de techo bajo, con suelo de pequeños bloques y techo de roca compacta. Enseguida se aprecia que las salas y galerías se extienden siguiendo en el subsuelo la curvatura de la bóveda, la cual se amplía en profundidad. Se trata así de una curiosa cavidad bajo control tectónico, en la cual ha ocurrido un progresivo hundimiento del suelo por procesos clásticos y subsidencia del relleno.

La boca A da paso a una primera sala de techo bajo, en declive, que desciende hasta la cota -48 m, ampliándose ligeramente en altura en su fondo (techo a 2 m). Contra la pared del fondo una gatera permite acceder a una corta galería en diaclasa, estrecha y alta, revestida de coladas, que prosigue en una segunda gatera ciega. Escalando +6 m se puede acceder a unos nichos colgados, con recubrimientos de espeleotemas, pero sin continuación.

Remontando lateralmente la sala 1 se accede a través de una zona de techo bajo a una segunda sala (sala 2), más amplia, descendente y algo más extensa. Su parte baja, a similar cota, forma un espacio amplio junto a un gran bloque. Entre éste y la pared se presenta la primera sima vertical (V10, de -10 m). La sima, en parte tubular y en parte orientada sobre una diaclasa, se amplía en su base y da paso a una galería más amplia y alta. Desde la sima (a media altura y en su base) hay dos accesos estrechos entre bloques que conducen a una galería horizontal que enlaza con la sala 4, larga y caótica, y a la cual puede también accederse desde la boca 2 de la dolina, a través de un recorrido estrecho y tortuoso.

Volviendo al pie de la sima 1 hay un pequeño retículo de laterales. Hacia el Sur un paso conduce a una bifurcación. La rama NE forma una curiosa galería, con paredes con una red de surcos cubiertos por coladas y techo plano con pequeñas estalactitas excéntricas. La rama E se prolonga tras un paso de techo bajo y suelo de barro en un divertículo también cegado por barro espeso. En ambos casos los suelos son de tierra negra, que contrasta con el color claro de las paredes de calcarenitas, probablemente debido a un alto contenido orgánico (procedente y similar al que presenta entre bloques el fondo de la dolina), generado por descomposición de la hojarasca y excretas de las ovejas, y que las aguas de infiltración dispersa transportan hacia el interior. Estas galerías poseen suelos bastantes planos finalizados por colmatación en depresiones-sumideros entre el sedimento.

La continuación de la cavidad la encontramos casi al pie de la vertical, en un corto lateral acodado, que desciende a través de una segunda sima (V4, -4m) entre bloques. Esta da paso a una ampliación (sala 3) orientada sobre diaclasas. Presenta un lateral cegado a nivel del suelo y que tras escalar un resalte de +4 m sigue unos metros más para cerrarse en obstrucción por bloques. Un segundo lateral conduce a una tercera sima (V5, -5 m), en cuya base se alcanza una larga, alta y bastante rectilínea galería, orientada de nuevo sobre diaclasas entre la pared de fondo y grandes bloques. Esta constituye la galería inferior del sistema, en cuyo fondo se alcanza la cota -70 m y que presenta a su vez un paso entre bloques que permite acceder a la sala 5 (cota -57 m).

La galería inferior, subhorizontal, es inicialmente de techo alto y suelo donde alterna el barro húmedo negro con gránulos de calcarenita blancos. Las paredes presentan numerosas concreciones botroidales de calcita, de tamaño milimétrico, y en diversos puntos presenta recubrimientos rojizos de oxi-hidróxidos de hierro. Tras una parte media de altura reducida, se amplía otra vez, con un resalte de -2 m y una salita con bloques de la cual parte un acceso ascendente, de techo bajo y entre bloques, que permite acceder a la sala 5, igualmente extensa y caótica. La continuación inferior, tras varios pasos de techo bajo, conduce al punto más bajo de la cavidad (en la cota -70), cegado por sedimentos. Pero lo más interesante a destacar es que no se trata de galerías con morfología de conductos de circulación de agua, sino galerías planas, con distintos puntos bajos que actúan como sumideros temporales entre el relleno de sedimentos. De hecho se encuentran zonas húmedas y encharcadas en distintas partes del recorrido.

Otra observación curiosa es que en la cueva prácticamente faltan las espeleotemas habituales (estalactitas y estalagmitas). Las espeleotemas presentes se reducen a delgados recubrimientos milimétricos, con microformas botroidales y excéntricas en sólo algunos tramos. Sin embargo, en la mitad N de la galería inferior, al lado de la sala 5, se encuentran diversos fragmentos de estalactitas cilíndricas seccionadas (de varios cms de diámetro), que han quedado acuñadas entre los bloques de colapso de la pared, lo que indica que existieron vacíos con estalactitas normales ahora aplastados por la subsidencia del relleno de bloques. El conjunto muestra claramente que lo esencial de la red de galerías se desarrolla entre bloques y diaclasas en el perímetro externo.



Figura 01. Primeras exploraciones para localizar la cavidad en una zona de grandes dolinas y efectuar una prospección biológica preliminar, en época invernal.



Figura 02. La cavidad está enclavada en una intrincada zona de dolinas y lapiaz en la parte N central de la Sierra de Urbasa, a 1.150 m de altitud.



Figura 03. Profundas dolinas y campos de lapiaz, con cobertura vegetal de hayedos, en la proximidad de Lezeaundi. Un área de absorción masiva de las precipitaciones que alimenta el acuífero kárstico de Urbasa, con surgencia en el Nacedero del río Urederra, importante manantial localizado en la parte Sur de la Sierra.



Figura 04. Días soleados durante las exploraciones de Lezeaundi en época invernal, con parches de nieve helada en las inmediaciones de la dolina y en el interior de la boca de acceso.



Figura 05. Dolina y gran bóveda de Lezeaundi. La enorme depresión tiene 102 m de largo (40 m techados), 72 m de anchura máxima y 35 m de desnivel. Fotos tomadas desde el Datum o Punto cero de la cavidad, a partir del cual se constituye una depresión cerrada en todo su perímetro (sólo una parte del mismo tiene paredes verticales).



Figura 06. La magnitud de esta depresión y enorme bóveda de acceso sólo se aprecia al avanzar hacia su interior, donde se encuentra un monolito o torre de roca y algunas galerías entre grandes bloques de colapso.



Figura 07. El monolito de roca interno y zona plana del abrigo techado en la cota -35 m. El tamaño de la persona con casco blanco (flecha roja) da una idea de las gigantescas proporciones de esta boca, la mayor de Urbasa y una de las mayores bocas de cuevas en toda la región del País Vasco y Navarra.



Figura 08. Vista desde el fondo del abrigo-cueva hacia el exterior de la dolina de acceso. Es difícil abarcar todo el conjunto, dadas sus grandes dimensiones. Se aprecia la torre de roca y dos personas.



Figura 09. Contra la pared del fondo en la cota -35 m se abre un estrecho paso de techo bajo que da acceso a la red de galerías en oscuridad (arriba). Tapices de algas verdes en la galería de acceso (debajo).



Figura 10. Primera sala, con suelo de pequeños bloques, bajo una bóveda compacta de calcarenitas. Contra la pared del fondo de la sala (imagen inferior) se abre una pequeña gatera de acceso a una galería fósil.

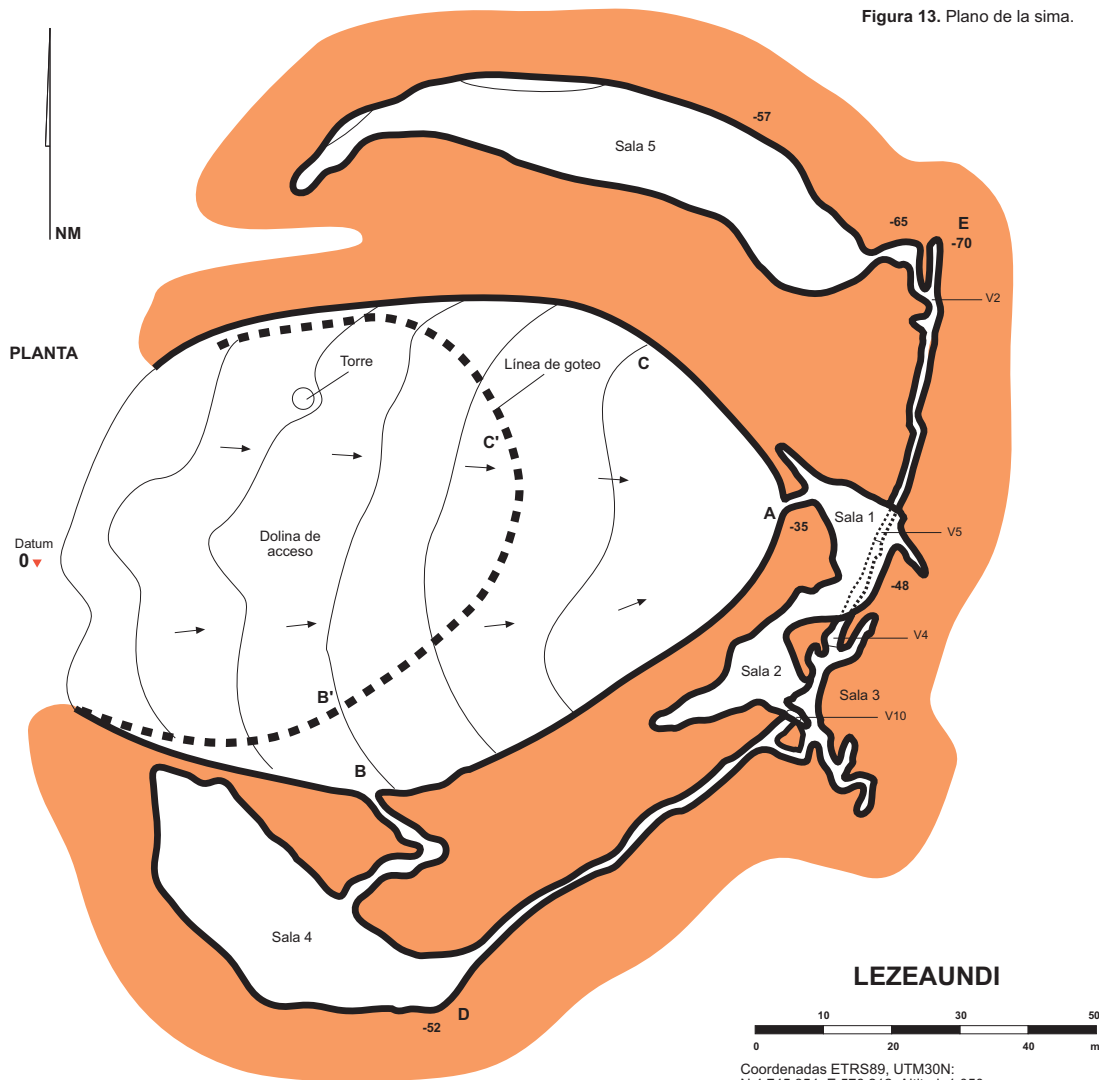


Figura 11. Pequeña galería fósil (alta y estrecha) que se obstruye tras otra gatera. Con paredes decoradas por espeleotemas en forma de coladas estalagmíticas.



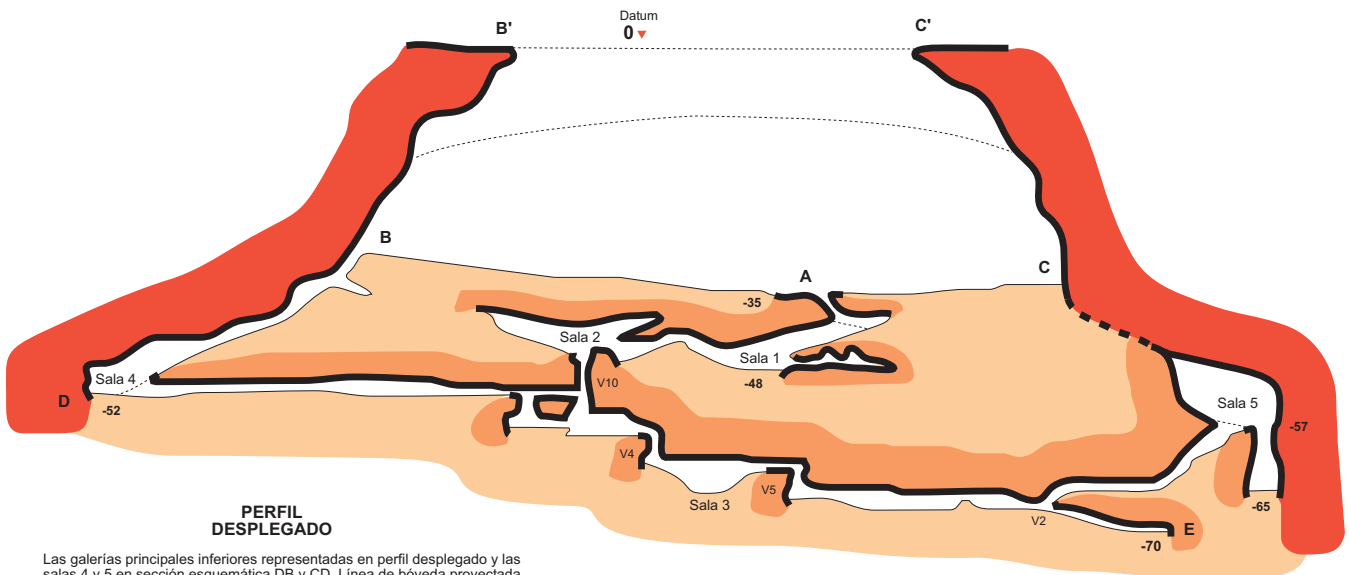
Figura 12. Detalles de la galería fósil. A +7 m de altura se pueden alcanzar varios nichos con espeleotemas.

Figura 13. Plano de la sima.



LEZEAUNDI

Coordenadas ETRS89, UTM30N:
 N 4.745.854; E 576.212. Altitud: 1.050 m snm.
 Dimensiones: Desnivel: -70 m. Desarrollo espacial: 440 m.
 Topografía original: Catálogo Espeleológico de Navarra.
 Modificaciones: C.Galán & J.Rivas. SCA. 2019.
 Dibujo: C.Galán. Laboratorio Biospeleología. S.C.Aranzadi.



Las galerías principales inferiores representadas en perfil desplegado y las salas 4 y 5 en sección esquemática DB y CD. Línea de bóveda proyectada.

En total nosotros computamos un desarrollo espacial de galerías de 440 m y un desnivel de -70 m. El plano de la Figura 13 muestra en forma esquemática la topografía corregida de la cavidad. Las galerías principales inferiores están representadas en perfil desplegado y las salas 4 y 5 en sección esquemática (DB y CD), con la línea de goteo de la bóveda proyectada. Dado que gran parte de la cueva se desarrolla entre una bóveda bastante compacta y rellenos de bloques, en las salas hay extensiones de muy débil altura (tipo laminadores, inferiores a 20-25 cm de alto) por los que se puede avanzar algo más en algunos puntos, pero que, a efectos de lograr una mayor claridad y simplicidad, no están representados en el dibujo, ni en el cómputo de dimensiones.

La morfología de la cueva se aparta así del modelo clásico de conductos formados por la circulación de las aguas subterráneas. Y corresponde más bien a un proceso tectónico de subsidencia, obviamente desarrollado por disolución sobre la red de fisuras y planos de estratificación, que acompañaron la ocurrencia de procesos clásticos gravitacionales. Pero lo esencial para que ocurra el hundimiento progresivo del relleno de bloques, hasta formar la gran dolina, es que debe haber una importante red de vacíos bajo el relleno (en unidades infrayacentes de calizas y margas) que se sigue ampliando por disolución en profundidad. La infiltración en la zona ocurre verticalmente en forma dispersa (no concentrada en un sumidero) sobre el área de la dolina y el lapiaz adyacente, donde existen muchas otras dolinas profundas. Es esta disolución en profundidad (probablemente con una compleja red de drenaje) la que comanda el hundimiento del terreno y el desarrollo de salas y galerías en las calcarenitas del tramo superior.

Los rellenos de sedimentos detríticos finos colmatan parcialmente los tramos de galerías horizontales y, junto a bloques menores, obstruyen las continuaciones. No obstante, como las galerías inferiores siguen básicamente el perímetro externo, sus paredes pueden presentar algunas formas de disolución, incluyendo cúpulas de corrosión por condensación. Igualmente, la presencia de espeleotemas botroidales en algunos tramos sugiere la ocurrencia de inundación lagunar de los mismos, en distintas épocas y/o a distintas cotas de altitud. La fosilización de la red excavada, que actualmente sólo cuenta con una escasa actividad hídrica de percolación dispersa, enmascara en parte estos rasgos. Nuestras visitas en días soleados en época invernal, cuando se producía una intensa fusión de la nieve acumulada en la superficie, no mostraban zonas de fuertes goteos ni circulaciones de agua en la cavidad, sino más bien un ambiente relativamente seco, a excepción de algunos puntos localizados con algo de barro húmedo en las galerías inferiores.

La cavidad climáticamente es una cueva fría, con una temperatura interna del aire del orden de 4-5°C. En parte ello se debe a que es una cueva descendente, donde el aire frío más denso (procedente de la superficie nevada y boscosa) tiende a acumularse en profundidad. A igual altitud (de 1.050 m snm) otras cavidades de la Sierra poseen temperaturas del orden de 7°C.

La cavidad está excavada en calcarenitas masivas con nummulites. Las calcarenitas son un tipo de roca carbonática detrítica formada por la consolidación y/o cementación de partículas calcáreas de tamaño arena (0.06 a 2 mm) que han sido depositadas mecánicamente más que por solución. Son por tanto detritos de arrecife y los granos consisten en partículas muy pequeñas de materiales fósiles (corales, fragmentos de conchas, foraminíferos, etc.) y gránulos de carbonatos (Flügel, 2010; Neuendorf et al, 2005). Dependiendo de su variable cementación son relativamente más porosas que otros tipos de caliza. En nuestro caso se trata de calcarenitas de grano fino a medio donde localmente son muy abundantes los fósiles de nummulites (Ver Figura 28).

Cabe destacar que los nummulites son organismos unicelulares marinos (protozoos: género de Foraminíferos bentónicos extintos, de la familia Nummulitidae, que vivieron en los mares del Paleoceno y Eoceno, hace entre 66 y 40 millones de años). Estos poseían un esqueleto o "concha" rodeado de citoplasma (tanto por el interior como por el exterior): esta "concha" está formada por varias capas de calcita fibrosa, densamente perforada por poros y canales. Su forma básica es lenticular y las conchas fósiles pueden alcanzar tallas de hasta 6 cm de diámetro (habitualmente 1-2 cm en la mayoría de las especies del género).

Sirva este breve comentario para señalar que los animales unicelulares no siempre son de talla microscópica, y los Nummulites nos recuerdan esto al dejar su impronta como restos fósiles en la roca-caja en que está excavada la cavidad.

En el ecosistema de la cueva, actualmente, existe otro interesante ejemplo de protozoos vivientes que alcanzan una talla macroscópica. Se trata de amebas gigantes Mycetozoa (protozoos Amoebozoa), cuyos plasmodios unicelulares pueden cubrir superficies extensas (de varios metros) y cuyos cuerpos fructíferos poseen una ultraestructura muy compleja (de túbulos y festones) de brillantes colores amarillo-oro. Señalados previamente para cuevas de Gipuzkoa (Galán & Nieto, 2010; Galán et al, 2010), en la cueva de Lezeaundi son muy abundantes en la sala 2, donde forman recubrimientos extensos en oscuridad total (Figura 29). Estas amebas gigantes se desplazan sobre el sustrato rocoso de la bóveda, fagocitando bacterias. Los Mycetozoa encontrados muestran bajo el microscopio una morfología similar a los hallados en cuevas de Gipuzkoa y pertenecen a los órdenes Trichiida y Physarida.

Y es que otra peculiaridad de la cueva es la ocurrencia de numerosos films de microorganismos, que incluyen poblaciones de bacterias, algas y hongos.

En zona oscura, los Mycetozoa predan sobre tapices de bacterias quimiolitótrofas del grupo *Xanthobacter* y de grupos que utilizan la oxidación de Fe o Mn como vías metabólicas (*Leptothrix*, *Pedomicrobium manganicum* y bacterias oxidantes de hierro). Estas poblaciones bacteriales en la zona profunda de la cueva (sala 3 y galerías inferiores) son capaces de corroer superficialmente la roca-caja y producir residuos de materiales ferruginosos (oxi-hidróxidos de hierro: todorokita, goethita, hematita y fases férricas amorfas) (Figuras 18 a 22), así como de alterar la calcita para generar recubrimientos blandos de tipo moonmilk (Figura 25).

En general es conocida la intervención de distintos microorganismos, especialmente bacterias, en la alteración del sustrato rocoso y en la génesis de diversas espeleotemas, especialmente moonmilk. Muchas bacterias, como producto de su metabolismo, generan ácidos que atacan el sustrato rocoso, produciendo corrosión de la roca. De igual modo es frecuente que las bacterias

generen polímeros extracelulares, usualmente ácidos, que contienen grupos funcionales que fácilmente enlazan iones metálicos y contribuyen a la corrosión y a la ruptura de carbonatos y silicatos (Ford & Mitchell, 1990; Little et al, 1986). Entre los mecanismos propuestos para la formación del moonmilk mediada por bacterias se encuentran los dos siguientes: (a) Corrosión bioquímica de la roca-caja por ácidos orgánicos producidos por microorganismos (*Arthrobacter*, *Flavobacterium*, *Pseudomonas*). (b) Precipitación activa de moonmilk por bacterias como *Macromonas bipunctata* (Hill & Forti, 1997; Forti, 2000).

Los microorganismos pueden promover también la precipitación de carbonatos a través de controles biológicos al alterar los índices de saturación de las soluciones o al remover inhibidores cinéticos de la cristalización, tales como iones magnesio, sulfato o fosfato, lo que influye en la morfología de los cristales de calcita generados. Otros trabajos han demostrado que las especies de bacterias aisladas de espeleotemas, despliegan una alta tasa de precipitación de carbonatos (Cacchio et al, 2004), entre ellas *Pseudomonas* y *Bacillus*. Cañaveras et al (1999, 2006) han demostrado que el moonmilk contiene numerosos filamentos de especies de Proteobacteria con fenotipos que precipitan calcita. La evidencia morfológica sugiere que el moonmilk se forma por colonización microbial, seguida de deposición de calcita a lo largo de las superficies bacteriales, ruptura microestructural, y acumulación de fibras colapsadas. A medida que el proceso se repite a través de oscilaciones estacionales, los depósitos de moonmilk se hacen más gruesos, formando los significativos depósitos hallados en muchas cuevas. Los investigadores han identificado también la presencia de *Crenarchaeota*, un grupo de Archaea, en tales depósitos (Gonzalez et al., 2006). Estos trabajos presentan un detallado cuadro de las relaciones fisiológicas y geoquímicas en la formación de depósitos biogénicos en los ambientes de cuevas.

En Lezeaudi se encuentran, además de moonmilk, muchos otros ejemplos de recubrimientos tenues de espeleotemas blancas de calcita, que contrastan con los colores ocres y grises de la roca-caja (Ver p.ej. Figuras 18, 20 y 23). Esto contrasta con la ausencia casi total de espeleotemas normales en forma de estalactitas y estalagmitas (salvo los fragmentos encontrados en la galería inferior). A ello probablemente contribuya la porosidad de las calcarenitas, pero estas ocurrencias pueden también estar mediadas o influidas por la ocurrencia de microorganismos capaces de precipitar calcita, por procesos como los señalados en párrafos anteriores.

En zona de penumbra son también frecuentes distintos tipos de tapices de algas verdes y cianobacterias (Figuras 09, 30, 31) y en zona oscura se encuentran crecimientos de micelios de hongos blancos sobre restos de madera (Figura 25). En suma, un conjunto de organismos biológicos que hacen parte del ecosistema de la cueva y aportan nutrientes al sistema.

También se encuentran en la cavidad numerosos restos óseos de mamíferos, principalmente de ganado (ovejas y algunas vacas), que utilizan el abrigo del fondo de la dolina, y que han sido transportados por gravedad y por la escorrentía hacia el interior. En la sala 3 encontramos también algunos restos de mamíferos salvajes, habiendo podido identificar huesos largos de carnívoros Mustelidae: comadreja (*Mustela nivalis*); de roedores Gliridae (lirones *Glis glis*) y Microtidae (ratilla *Microtus* sp.); y un esqueleto completo (con cráneo) de quiróptero Vespertilionidae (*Myotis daubentonii*). Este último corresponde a un ejemplar que habitó en la cavidad y no se trata de restos arrastrados. Esta especie tiene preferencias por zonas de montaña media, más bajas, y cercanas a cursos de agua, aunque eventualmente ha sido encontrado en zonas altas; de igual modo tiene preferencias como refugio y lugar de descanso por grietas bajo puentes, bosques (huecos de árboles viejos), grietas en túneles y minas, y más raramente cuevas. Este hallazgo arroja así un nuevo dato sobre la presencia y distribución de la especie en la región.

La fauna de invertebrados cavernícolas hallada durante los muestreos (en época invernal y sin empleo de cebos atrayentes) resultó escasa y poco diversa, aunque con algunos ejemplos curiosos, que incluyen varias especies troglóbias.

La fauna troglóxena y troglófila propia de la zona de entrada y primeros metros de la zona oscura, en muchas otras cuevas de Urbasa y karsts próximos, habitualmente incluye a numerosas especies de grupos tales como: gasterópodos, araneidos, opiliones, diplópodos, colémbolos, tricópteros y dípteros. Representantes de estos grupos no fueron observados, restringiéndose muestra observación a la presencia de dos especies de lepidópteros (comunes en cuevas de la región): *Triphosa dubitata* (Geometridae) y *Scoliopteryx libatrix* (Noctuidae). Probablemente esta falta de observaciones se deba a que en época invernal muchos invertebrados entran en diapausa, mueren, o se refugian, más aún cuando se trata de una cueva fría, cuya zona de entrada posee techos lisos de roca y suelo de pequeños bloques, bajo los cuales pueden enfeudarse. Esta escasez puede ser entonces más aparente que real, aunque no ha dejado de sorprendernos que sólo pudiéramos observar las dos citadas especies de lepidópteros, y, en bajo número.

En la sala 3, en cambio, encontramos repetidamente larvas y adultos de una especie de díptero de amplia distribución: *Rhymosia fenestralis* (Mycetophilidae). Habitualmente se la consideraba una especie subtroglófila, que frecuenta las cuevas en período estival. Pero nuestras observaciones sugieren que se trata de un auténtico troglófilo, ya que completa su ciclo vital en oscuridad total, en el nivel inferior de la cueva. Los adultos se alimentan básicamente de hongos, incluyendo esporas e hifas, mientras que sus larvas son en parte depredadoras. Los adultos son oculados, mientras que las larvas, depigmentadas y elongadas (9 mm de talla), se encuentran sobre las paredes o a ras del suelo, donde tejen telas rudimentarias (en forma de un conjunto de hilillos) para la captura de ácaros y colémbolos de los cuales se alimentan (en los casos más frecuentes) o bien de organismos de la asociación hygropétrica (diminutos animales que viven en las finas películas de agua que deslizan sobre las paredes y que incluyen protozoos, nemátodos, gastrotrícos, tardígrados, copépodos y oribátidos, de tallas microscópicas).

Salvo este ejemplo, no encontramos en la cueva otras especies troglófilas. Queda abierta la incógnita de si se trata de una real ausencia o escasez de otras especies, o tal vez de un sistema basado trófica y estrictamente en la ocurrencia de microorganismos.



Figura 14. Tras remontar por una zona de techo bajo se accede a la segunda sala, descendente, donde la cavidad se amplía progresivamente. La morfología es similar, con suelo de bloques bajo una bóveda de calcarenitas compactas. En su parte baja una sucesión de pequeñas simas da acceso a una red de galerías inferiores.



Figura 15. Vistas de la primera vertical, de -10 m, desde la base y descendiendo.



Figura 16. Galerías en la cota -58 m, al pie de la vertical de -10 m, unas entre bloques y otras siguiendo la pared de calcarenitas. Desde este punto se puede seguir hacia el interior y también enlazar por dos pasos estrechos con una galería de techo bajo que enlaza con la sala 4 en la cota -52 m.



Figura 17. Detalles de formas de disolución en las bóvedas y paredes de la galería de la cota -58 m.



Figura 18. Pequeña galería lateral cegada en "cul de sac", con formas de disolución en surcos y espeleotemas excéntricos en la bóveda.



Figura 19. Detalle de surcos de disolución y excéntricas en la bóveda (arriba). Continuación de la galería principal de la cota -58 m, entre la pared y el relleno de bloques, con pequeños depósitos de otras espeleotemas (debajo).



Figura 20. Segunda vertical, de -4 m, y galería inferior con varios laterales que siguen fracturas verticales y requieren pasos de escalada. Terminan en obstrucciones por colapso de bloques.



Figura 21. Galería principal, con pasos estrechos, y paredes con pequeñas espeleotemas botroidales de calcita.



Figura 22. Al pie de la tercera vertical, de -5 m, sigue una galería rectilínea a lo largo de fracturas verticales, con zonas de suelo muy húmedo y espeleotemas de calcita y oxi-hidróxidos de hierro, de colores rojizos.



Figura 23. Galería inferior de la red, con un paso elevado en su parte media (en la cota -67 m, arriba). Parte final obstruida por sedimentos en la cota -70 m, punto más bajo de la cavidad (debajo).

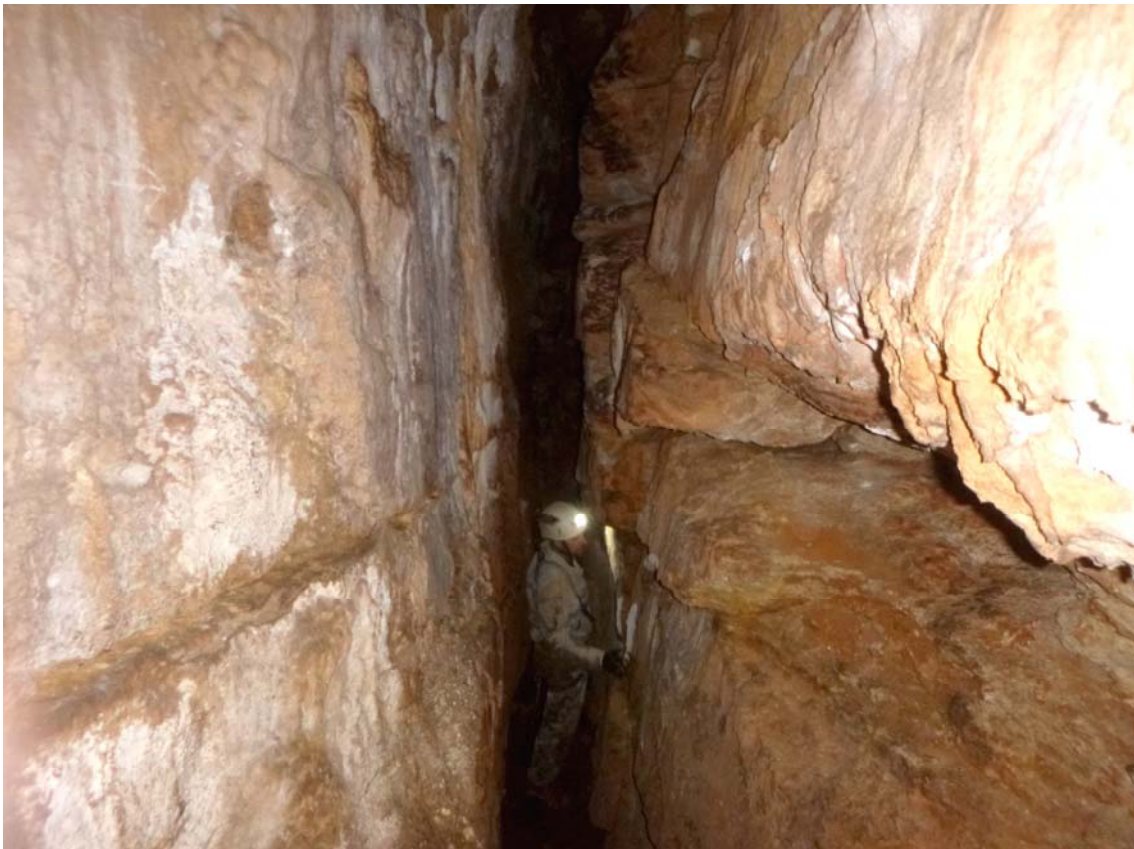


Figura 24. Galería ascendente de acceso a la sala 5, con rellenos de bloques (arriba) y diaclasas que profundizan en varios puntos del perímetro interno de la sala hacia una zona más baja (cotas -65 á -70 m).



Figura 25. Recubrimientos de mohos blancos sobre restos de madera (arriba) y vermiculaciones arcillosas entre moonmilk (debajo) en las galerías inferiores de la cavidad.



Figura 26. Detalles del ascenso en jumars de verticales sucesivas y morfología de los estratos de calcarenitas.



Figura 27. Morfología de disolución en las calcarenitas masivas en la cabecera de los pozos verticales.



Figura 28. Detalle de fósiles de Nummulites en las calcarenitas de edad Eoceno en distintos puntos de la cavidad.



Figura 29. Recubrimientos orgánicos de protozoos Mycetozoa (Amoebozoa) y tapices bacteriales en la sala 2.



Figura 30. Recogiendo equipos en la sala 2 al lado de la primera sima (arriba) y remontando la galería de acceso hacia la boca, con tapices de algas verdes en zona de acentuada penumbra.

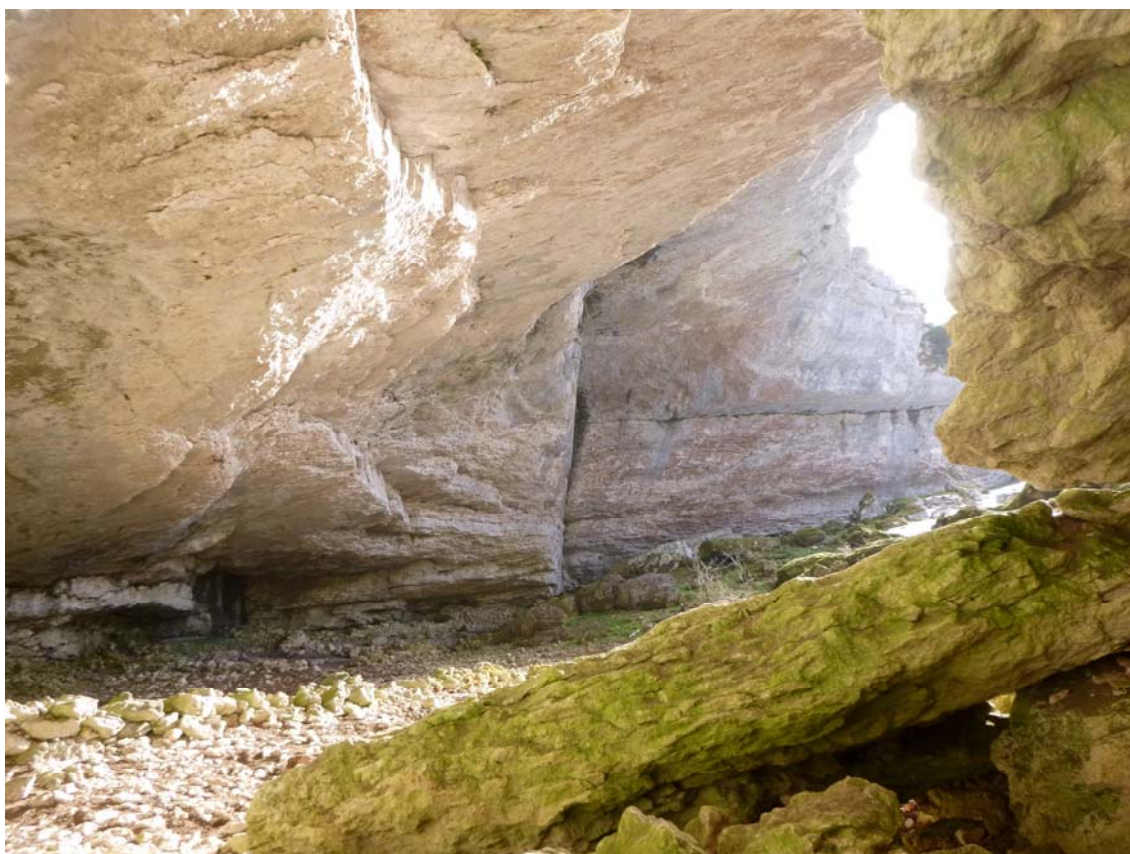


Figura 31. Zona plana en el fondo del abrigo techado (cota -35 m, arriba) y cortas galerías entre grandes bloques en la parte Norte de este sector.



Figura 32. Gran boca de Lezeaudi al lado de la torre de roca y punto cero en el inicio de la depresión cerrada.

En las galerías inferiores encontramos en bajo número una representación más diversa de troglobios terrestres. Estos incluyen al opilión *Kratochviliola navarica*, el isópodo *Trichoniscoides cavernicola*, y el coleóptero Leiodidae Leptodirinae *Euryspeonomus (Urbasolus) eloseguyi*. Estas especies han sido encontradas recientemente en otra cavidad de Urbasa, la sima Urbasa 11 (Galán & Nieto, 2018), extendiendo de este modo sus distribuciones previamente conocidas.

El opilión Travuniidae *Kratochviliola navarica* es una especie troglobia de antiguo origen, depigmentada y anoftalma, de 2 mm de talla, sólo conocida del País Vasco francés (Ginet & Juberthie, 1988), macizo de Orobe (Olazagutía), Aralar guipuzcoano (Galán, 1993, 2008), localidades no precisadas en Bizkaia (Prieto, 2007), y la sima Urbasa 11, a lo que se agrega este nuevo hallazgo.

El isópodo terrestre *Trichoniscoides cavernicola* (Trichoniscidae) es un troglobio distribuido en los karsts de Gipuzkoa, Bizkaia, Cantabria y algunas localidades de Altzania (Alava) y Orobe (Navarra), limítrofes con Gipuzkoa. Su hallazgo en la sima Urbasa 11 extendió el límite Sur de su área de distribución a Urbasa, ampliando con esta cita su distribución hacia el E en la misma Sierra. Se trata de una especie muy higrófila, con régimen alimentario detritívoro, frecuente sobre detritos leñosos (madera muerta), suelos arcillosos y recubrimientos estalagmíticos.

Los coleópteros Leiodidae Leptodirinae (antes incluidos en Catopidae Bathysciinae) están representados en la cavidad por una especie troglobia altamente modificada: *Euryspeonomus (Urbasolus) eloseguyi*. La especie pertenece a la Sección *Speonomus*, de amplia distribución pirenaica a nivel de grupo y que comprende troglobios especializados, de antiguo origen. A nivel genérico y subgenérico tiene distribuciones restringidas, con numerosas especies endémicas en los karsts de Gipuzkoa y Navarra.

El género *Euryspeonomus* posee cuatro especies en dos subgéneros: *Euryspeonomus s. str.* y *Urbasolus*. Al primero de ellos pertenecen dos especies: *E. breuilli*, de cavidades de Aralar, y *E. mendizabali*, de los macizos de Ernio y Pagoeta (Gipuzkoa). El segundo cuenta con otras dos especies: *E. eloseguyi*, endemismo exclusivo de las sierras de Urbasa y Andía (Navarra) y *E. ciauurrizi*, con dos subespecies de Aralar (en Larraun y Jurásico Guipuzcoano). *Euryspeonomus (Urbasolus) eloseguyi* es una forma troglobia, especializada, de hábitos alimentarios detritívoros-micrófagos. La gran diversidad de especies troglobias que presenta la sección *Speonomus* en la región vasco-navarra supone una diversificación extensa del grupo durante el Terciario, seguida de una pulverización específica en diferentes regiones kársticas, a partir de un linaje o especie-capa ancestral (Galán 1993). Su resultado es el elevado endemismo encontrado entre los troglobios del grupo en esta región.

Este trabajo extiende así el área de distribución de tres especies troglobias a la mayor parte de la Sierra de Urbasa (Navarra). De ellas sólo la especie *Euryspeonomus (Urbasolus) eloseguyi* es un endemismo exclusivo de las sierras de Urbasa y Andía, teniendo las restantes distribuciones algo más amplias. Es de suponer que con muestreos más exhaustivos, con empleo de cebos atrayentes, podrían encontrarse otras especies adicionales de artrópodos cavernícolas en la cavidad. Lo encontrado, de momento (y a pesar de la limitada representación faunística hallada), agrega una suma de datos de interés sobre diversos microorganismos, protozoos, invertebrados, y restos óseos de quirópteros y otros vertebrados.

DISCUSION Y CONCLUSIONES

La cueva-sima de Lezeaundi presenta un conjunto de rasgos singulares. Además de las enormes dimensiones de la dolina de acceso y su amplia bóveda, por demás notables, destaca que el conjunto de galerías, simas internas y salas, se extienden en el subsuelo siguiendo la curvatura de la dilatada bóveda, la cual se amplía en profundidad. Se trata así de una curiosa cavidad en calcarenitas en la cual ha ocurrido un progresivo hundimiento del suelo por procesos clásticos y subsidencia del relleno.

La disolución de la roca-caja, además de a través de fisuras, ocurre fundamentalmente en profundidad, en unidades litológicas infrayacentes de calizas y margas, lo que propicia el desarrollo de procesos clásticos mecánicos (Maire, 1980; Renault, 1970). Ello conduce al hundimiento de los estratos superiores y al colapso de bloques. Dada la altitud, es probable también que el proceso de gelifracción contribuya a redondear la bóveda con el desprendimiento de clastos menores.

La génesis del gran volumen removido en la dolina-abrigo superior, que alcanza un desnivel de -35 m, obedece a la subsidencia del suelo bloques, comandada por el progreso y creación de nuevos vacíos en profundidad, a todo lo largo del perímetro externo. De hecho las galerías de la zona profunda, que alcanzan la cota -70 m, se extienden sobre diaclasas entre la pared de la roca-caja que sirve de bóveda y grandes bloques de colapso. La actividad hidrológica es escasa y se reduce a la infiltración dispersa. No se trata por tanto de galerías formadas por circulaciones hídricas canalizadas, sino de un drenaje subterráneo con infiltración vertical dispersa, que acompaña al desarrollo de los procesos clásticos.

El ecosistema cavernícola resulta también peculiar, por incluir a numerosos y diversos tipos de micro y macroorganismos. Destaca la ocurrencia de distintos tapices bacteriales, Mycetozoa troglobios, micelios de hongos, dípteros troglófilos y sus larvas, y al menos tres especies de artrópodos terrestres troglobios, que incluyen opiliones, crustáceos isópodos y coleópteros, de hábitos detritívoros-micrófagos. La fauna troglóxena en cambio resulta escasa, representada por lepidópteros de la asociación parietal, una especie de quiróptero Vespertilionidae raramente encontrado en cuevas, y restos óseos de otros mamíferos que eventualmente frecuentan la zona de entrada de la cavidad.

El trabajo, de naturaleza descriptiva, reseña los principales rasgos de la cavidad y de su ecosistema hipógeo, y discute algunos aspectos geomicrobiológicos en relación al tipo de espeleotemas encontradas.

AGRADECIMIENTOS

A los miembros del Dpto. de Espeleología de la Sociedad de Ciencias Aranzadi (SCA) Marian Nieto, Ainhoa Miner y Laura Núñez, quienes nos acompañaron en las primeras prospecciones. A dos árbitros de BC - Biosphere Consultancies (United Kingdom) y SCA por la revisión del manuscrito y sus útiles sugerencias.

BIBLIOGRAFIA

- Baceta Caballero, J.; M. López-Horgue; A. Hernández Samaniego; A. Olive-Davo; S. Niñerola Pla; A. Cerezo Arasti & J. Lejarza. 1996. Cartografía Geológica de Navarra. Escala 1:25.000. Memoria de la Hoja 114-III - Alsasua. Gobierno de Navarra. Dpto. de Obras Públicas, Transportes y Comunicaciones. 111 pp.
- Cacchio, P.; R. Contento; C. Ercole; G. Cappuccio; M. Martinez & A. Lepidi. 2004. Involvement of microorganisms in the formation of carbonate speleothems in the Cervo Cave (L'Aquila -Italy): Geomicrobiology Journal, 21: 497-509.
- Cañaveras, J.C. et al. 1999. Microbial communities associated with hydro-magnesite and needle-fiber aragonite deposits in a karstic cave (Altamira, Northern Spain). Geomicrobiology Journal, 16: 9-25.
- Cañaveras, J.C.; S. Cuezva; S. Sánchez-Moral; J. Lario; L. Laiz; J.M. González & C. Saiz-Jiménez. 2006. On the origin of fiber calcite crystals in moonmilk deposits. Naturwissenschaften, 93: 27-32.
- Flügel, E. 2010. Microfacies of Carbonate Rocks. Springer-Verlag Berlin, 2nd ed. Germany. 976 pp.
- Forti, P. 2000. I depositi chimici presenti nella grotta Serafino Calindri. Sottoterra, 110: 31-41.
- Ford, T. & R. Mitchell. 1990. The ecology of microbial corrosion. In: Marshall, K.C. (Ed.). Advances in microbial ecology II. Plenum Press, New York, NY: 231-262.
- Galán, C. 1993. Fauna Hipógea de Gipuzkoa: su ecología, biogeografía y evolución. Munibe (Ciencias Naturales), S.C.Aranzadi, 45 (número monográfico): 1-163. (Reedición digital 2000 en Publ. Dpto. Espeleol. Web aranzadi-sciences.org, PDF, 163 pp).
- Galán, C. 2008. Opiliones cavernícolas de Gipuzkoa y zonas próximas (Arachnida: Opiliones). Publ. Dpto. Espeleol. S.C. Aranzadi. Web aranzadi-sciences.org, PDF, 12 pp.
- Galán, C. & M. Nieto. 2018. Notas sobre la fauna cavernícola de la sima Urbasa 11 (Navarra). Publ. Dpto. Espeleol. S.C. Aranzadi. Web aranzadi-sciences.org, Archivo PDF, 30 pp.
- Galán, C.; M. Nieto & C. Vera Martin. 2010. Recubrimientos de microorganismos (Mycetozoa) y espeleotemas en una cueva en caliza Jurásica de la cuenca del río Leizarán (Gipuzkoa, País Vasco). Publ. Dpto. Espeleol. S.C. Aranzadi. Web aranzadi-sciences.org, Archivo PDF, 28 pp.
- Galán, C. & M. Nieto. 2010. Mycetozoa: curiosas formas de vida en cuevas de Gipuzkoa. Nuevos hallazgos en caliza Urgoniana en los karsts de Aizkorri (Igitegi), Izarraitz (Aixa), y Udalaiz (Montxon koba). Publ. Dpto. Espeleol. S.C. Aranzadi. Web aranzadi-sciences.org, Archivo PDF, 33 pp.
- Ginet, R. & C. Juberthie. 1988. Le peuplement animal des karsts de France. Deuxième partie: éléments de biogéographie pour les invertébrés terrestres. Karstologia, 11-12: 61-71.
- González, J.M.; M.C. Portillo & C. Saiz-Jiménez. 2006. Metabolically active Crenarcheota in Altamira Cave. Naturwissenschaften, 93: 42-45.
- Hill, C.A. & P. Forti. 1997. Cave minerals of the world. 2nd ed. Huntsville, Ala., National Speleological Society, 463 p.
- Little, B.J.; P. Wagner & S.M. Gerchakov. 1986. A quantitative investigation of mechanisms for microbial corrosion. In: Dexter, S.C. (Ed.). Biologically induced corrosion. National Association of Corrosion Engineers: 209-214.
- Payros, A. 1996. El Eoceno de la cuenca de Pamplona: Estratigrafía secuencial y evolución paleogeográfica. Tesis doctoral. Univ. País Vasco, 300 pp.
- Payros, A.; V. Pujalte; J. Baceta; X. Orue-Etxebarria & J. Serra-Kiel. 1996. Las calizas eocenas del Oeste de Navarra: revisión redefinición y nueva interpretación de sus unidades estratigráficas. Libro Homenaje a M. Ruiz de Gaona. F. Príncipe de Viana.
- Pujalte, V.; J. Baceta; A. Payros; X. Orue-Etxebarria & J. Serra-Kiel. 1994. Latest cretaceous-middle Eocene sequence stratigraphy and biostratigraphy of the SW and W Pyrenees (Pamplona and Basque Basins, Spain). Field-trip guidebook, GEP and IGCP Field Seminar September 1994, 119 pp.
- Maire, R. 1980. Eléments de karstologie physique. Spelunca. Spécial N° 3. 56 pp.
- Neuendorf, K.; J.P. Mehl & J.A. Jackson, Eds. 2005. Glossary of Geology (5th Ed.). American Geological Institute. Alexandria, Virginia, 779 pp.
- Renault, Ph. 1970. La formation des cavernes. Coll. Que sais-je? n° 1400, P.U.F., Paris, 127 pp.