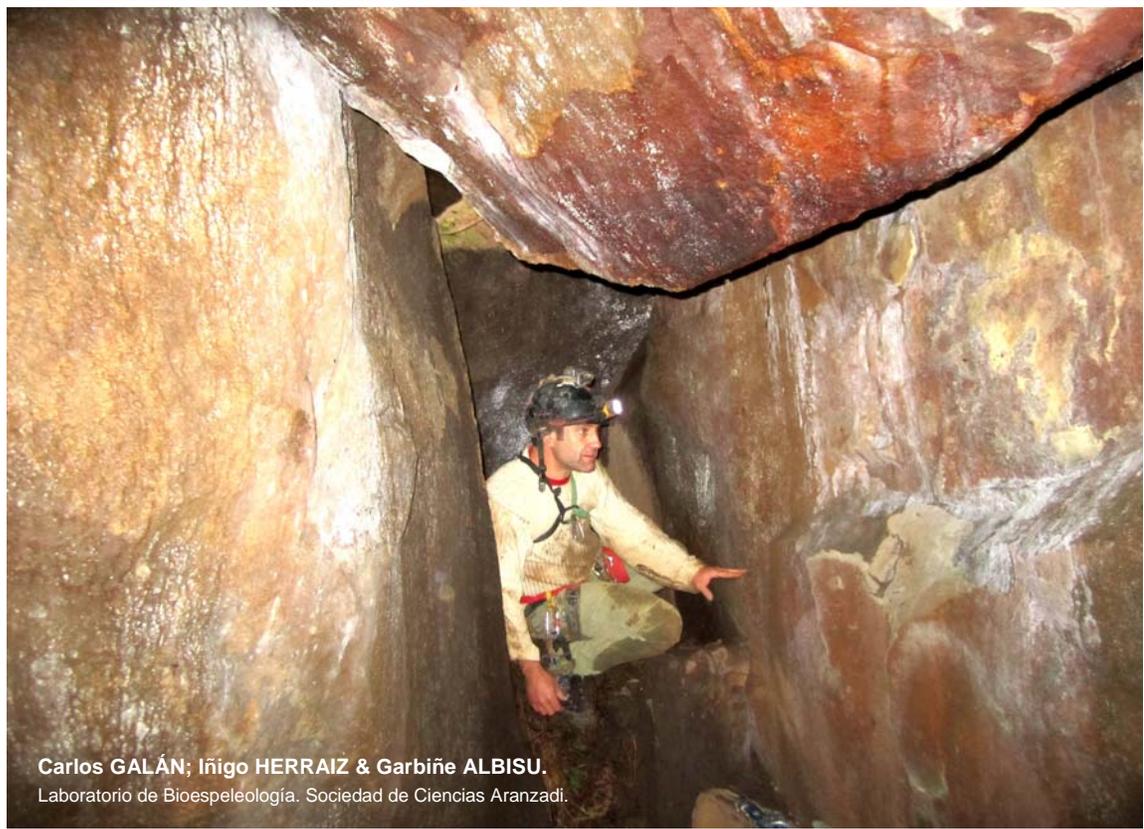


EL SISTEMA DE SIMAS EN ARENISCA DE BASOTXIKI (PASAIA, FORMACIÓN JAIZKIBEL).

The Basotxiki sandstone abyss system (Pasaia, Jaizkibel Formation).



Carlos GALÁN; Iñigo HERRAIZ & Garbiñe ALBISU.
Laboratorio de Bioespeleología. Sociedad de Ciencias Aranzadi.

EL SISTEMA DE SIMAS EN ARENISCA DE BASOTXIKI (PASAIA, FORMACIÓN JAIZKIBEL).

The Basotxiki sandstone abyss system (Pasaia, Jaizkibel Formation).

Carlos GALÁN; Iñigo HERRAIZ & Garbiñe ALBISU.

Laboratorio de Bioespeleología. Sociedad de Ciencias Aranzadi.

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

E-mail: cegalham@yahoo.es

Diciembre 2020.

RESUMEN

Se describe un grupo de simas interrelacionadas, exploradas en estratos de arenisca en la parte alta oeste del litoral del monte Jaizkibel. Las rocas son parte de la secuencia de turbiditas abisales del flysch Eoceno de Gipuzkoa (Formación Jaizkibel, País Vasco). Las cavidades se han formado a expensas de fracturas de descompresión mecánica paralelas a un escarpe lateral de una placa de fuerte buzamiento del frente costero. La infiltración de las aguas de escorrentía entre fracturas y planos de estratificación de la arenisca ha generado un sistema de 5 simas, con 160 m de galerías, escalonadas a lo largo de un desnivel de -38 m. Estas forman parte de un sistema mayor, con tres simas adicionales, exploradas previamente. La karstificación del conjunto es superficial pero comprende 272 m de galerías y -74 m de desnivel. Las cavidades poseen espeleotemas e invertebrados cavernícolas.

Palabras clave: Karst y cuevas en arenisca, Geomorfología, Hidrogeología, Espeleotemas, Biología subterránea.

ABSTRACT

A group of interrelated chasms is described, explored in sandstone strata in the upper western part of the coast of Mount Jaizkibel. The rocks are part of the abyssal turbidites sequence of the Eocene flysch of Gipuzkoa (Jaizkibel Formation, Basque Country). The cavities have been formed at the expense of mechanical decompression fractures parallel to a lateral scarp of a steeply dipping plate of the coastline. The infiltration of runoff water between fractures and stratification planes of the sandstone has generated a system of 5 chasms, with 160 m of galleries, staggered along a -38 m unevenness. These are part of a larger system, with three additional chasms, previously explored. The karstification of the complex is superficial but includes 272 m of galleries and -74 m of unevenness. The cavities have speleothems and cave-dwelling invertebrates.

Key words: Karst and caves in sandstone, Geomorphology, Hydrogeology, Speleothems, Underground Biology.

INTRODUCCION

En la arenisca de la Formación Jaizkibel, de edad Eoceno, se desarrollan localmente procesos de karstificación. Estas rocas representan los últimos sedimentos marinos antes de la emersión del territorio y la formación del conjunto montañoso denominado Arco Plegado Vasco, prolongación occidental de los Pirineos (Boillot & Malod, 1988; Campos, 1979; Galán, 1993; Rat, 1988).

Las cavidades en la arenisca de la Formación Jaizkibel se forman básicamente por un proceso subterráneo de disolución intergranular de la roca-caja, la cual actúa no sólo a partir de fracturas y planos de estratificación, sino que avanza en el límite entre los cristales individuales de cuarzo. La disolución afecta al cemento carbonático y parcialmente a los granos de cuarzo, y produce también la alteración por hidrólisis de cantidades minoritarias de feldspatos y micas contenidos en la matriz.

Su resultado es una progresiva descohesión o arenización de la roca, que pasa de ser compacta a incoherente. De este modo se forma un gran número y diversidad de cavidades (a distintas escalas), con una gran variedad de espeleotemas y geoformas, algunas de ellas nuevas para la Ciencia (Galán, 2013; Galán & Nieto, 2012; Galán & Vera Martín, 2010, 2011; Galán et al, 2008, 2009, 2013). No obstante, la intercalación de lutitas en la serie flysch, hace que a medida que progresa la erosión de superficie, los estratos de arenisca experimentan procesos de fractura y colapso mecánico, con deslizamiento de paneles enteros de roca y con la consiguiente destrucción de cavidades, acompañando al modelado de superficie. Particularmente, las zonas de borde de escarpes y acantilados constituyen zonas de gran actividad geomorfológica, donde junto a cavidades en pleno proceso de formación, se encuentran fragmentos o restos de cavidades que están siendo desmanteladas. La infiltración de las precipitaciones organiza acuíferos y sistemas de drenaje subterráneo localizados, generalmente compartimentados, lo que da origen a múltiples pequeñas surgencias y/o a la descarga directa al mar (Galán & Nieto, 2020; Galán et al, 2020).

En esta nota describimos un conjunto de cavidades, situadas en la parte alta de una placa del frente costero, que si bien poseen dimensiones modestas, ilustran afinadamente estos aspectos. En la nota también pasaremos revista a la fauna cavernícola de estas simas y a la diversidad de pequeñas espeleotemas presentes en ellas.

MATERIAL Y METODOS

Las bocas de las cavidades fueron localizadas por G. Albisu en prospecciones previas. Las exploraciones fueron efectuadas en diciembre de 2020 por C. Galán e I. Herraiz, con la colaboración de G. Albisu. En todas ellas se emplearon técnicas de espeleología vertical (cuerda estática y jumars). Fueron efectuados croquis y levantamientos topográficos con instrumental de precisión Suunto. Los planos de las cuevas fueron dibujados en formato digital en programa Freehand. El material biológico colectado fue preservado en alcohol etílico al 75% y fue identificado en laboratorio bajo microscopio binocular Nikon. Los datos descriptivos son completados con fotografía digital. El trabajo presenta también datos sobre mineralogía de espeleotemas y diversos aspectos geomorfológicos e hidrológicos involucrados en la espeleogénesis de cavidades en arenisca.

RESULTADOS

Las cavidades se localizan a 85 m en planta y 20 m por debajo del extremo W del paraje de Basotxiki, en la cresta de Morro (en término de Pasaia), en la parte alta de la ladera N que da al mar. Con respecto a la línea de costa, este sector se localiza al SE de la punta de Burrustarri y al SSW de la Sima de Tanbo 2 (Galán et al, 2013), a cotas que se extienden entre 245 (sima B1) y 227 m snm (sima B5). Las coordenadas UTM de las bocas son dadas en la descripción.

Este grupo de simas se localiza muy próximo e inmediatamente por encima de otro grupo de tres cavidades (simas Jaizkibel W: JkW1 á JkW3) explorado en años previos (Galán et al, 2014). En este sector se produce un corte abrupto de la pendiente topográfica: la parte superior de la ladera donde se localizan las cavidades es más suave (en torno a 30-35°) y da paso a un escalón frontal al que sigue una pendiente más fuerte (40-45°) que desciende uniforme hacia el mar, paralela al buzamiento de las capas (de 40-45° N). Inmediatamente por encima del reborde abrupto o zona de quiebre de la pendiente, existe una explanada subhorizontal, donde se localizan las simas B3 á B5, junto a unas dolinas circulares de fondo plano. Y un poco más arriba otra zona en suave declive donde se localizan las simas B2 y B1. En todo el sector hay una cobertura de vegetación baja, enmarañada, con zarzas, argomas y helechos. Y como las bocas son de escaso diámetro resultan difíciles de ver, como lo prueba el hecho de no haber sido encontradas cuando se exploró el sector y se localizaron las simas Jaizkibel W1 á W3. De hecho bien pudiera haber más cavidades en el sector, ocultas por la tupida vegetación baja, con algunos árboles dispersos.

Para los que suponen que todo el territorio es conocido, esto es una prueba de que, desde el punto de vista espeleológico, aún restan muchas áreas por conocer, sobre todo en zonas de topografía accidentada y/o enmarañada vegetación, tanto en las areniscas de la Formación Jaizkibel como en otros macizos kársticos del país.

Las cinco simas, interrelacionadas, se desarrollan sobre un sistema de fracturas verticales, perpendiculares a la estratificación. Junto a las tres simas de Jaizkibel W constituyen un conjunto kárstico en arenisca de cierta relevancia, ya que contiene 272 m de galerías subterráneas que se extienden escalonadas sobre un desnivel de -74 m a lo largo de la ladera norte, que da al mar. La fuente cartográfica para la situación de cavidades y coordenadas UTM es la cartografía digital b5m.gipuzkoa.net.

DESCRIPCION DE LAS CAVIDADES

Sima Basotxiki 1.

Situación: a 85 m al NW de un marcado cruce de senderos en el extremo W del bosque de Basotxiki (arista de Morro).

Coordenadas ETRS89, UTM30N: E 588.439; N 4.798.650; altitud: 245 m snm.

Dimensiones: Desarrollo 46 m. Desnivel -12 m. Figuras 01 á 04.

Descripción: La boca, de 1 m de diámetro, es una sima de -6 m, extraplomada en su base, donde la cavidad se amplía formando una sala de 6 m de largo, con un pequeño nicho ascendente. En la parte media de la sala una gatera permite acceder a una galería horizontal, de rumbo E y 8 m de largo, con suelo de bloques; 2 m antes del fondo hay una ampliación con un resalte vertical de -1 m. En su base parte hacia el W, casi bajo la anterior, otra galería, descendente, de 8 m, algo más amplia. En este punto (cota -10) se alcanza una bifurcación, por donde ingresa agua a través de un nicho ascendente, y prosigue en dirección N en galería que tiene por techo un plano de estratificación y suelo de bloques, y que a los 8 m se torna en laminador, impracticable por estrecho (punto más bajo de la cavidad, cota -12 m). Esta última galería es recorrida por un hilo de agua. En toda la cavidad son abundantes recubrimientos blancos de espeleotemas de silicatos de aluminio amorfo (alófano) y pequeñas espeleotemas coraloides de ópalo-A sobre las aristas más ventiladas del techo. El desarrollo espacial de todas las galerías asciende a 46 m.

Sima Basotxiki 2.

Situación: a 40 m al NNE de la sima Basotxiki 1.

Coordenadas ETRS89, UTM30N: E 588.452; N 4.798.688; altitud: 236 m snm.

Dimensiones: Desarrollo 44 m. Desnivel -12 m. Figuras 05 á 13.

Descripción: La cavidad se abre en la zona de quiebre de la pendiente, al pie y como continuación de un pequeño escarpe lateral donde aflora la roca. Algo más arriba de este punto hay varias dolinas y depresiones junto a la base del escarpe vertical.

La boca es amplia, de 2 m, y presenta una vertical de -8 m con dos grandes bloques acuñaos donde se puede hacer pie en la cota -4 m. El relleno de grandes bloques subdivide la cavidad en dos tramos. Hacia el N sigue en galería descendente formando una sala o ampliación con un escalón vertical de -2 m. Al pie del mismo se prolonga en pequeña galería que alcanza la cota -12 m.

Para alcanzar la continuación Sur hay que ascender en jumars hasta la cota -4 y destrepar entre bloques hasta una amplia sala, que se prolonga 12 m en sentido horizontal Sur, para cerrarse en la cota -10. Tras un gran bloque, que alcanza el techo, la sala tiene un tramo ascendente que finaliza en una estrecha claraboya de +4 m, por donde entra luz, y que seguramente enlaza con alguna de las dolinas superiores. La sala tiene por último una ampliación descendente que se obstruye contra el estrato que sirve de techo en la cota -11 m. El desarrollo espacial de la cavidad es de 44 m.

Como en el caso anterior, la cavidad se desarrolla a expensas de fracturas verticales y a lo largo de planos de estratificación, conteniendo áreas con bloques muy disgregados en rellenos arenosos. Posee diversas filtraciones y espeleotemas: de alófono, ópalo-A, oxi-hidróxidos de hierro de color rojizo, y diversos films cromóforos de contrastantes tonos amarillos y anaranjados. Es la cavidad en la que encontramos mayor diversidad de fauna, siendo muy abundantes los isópodos terrestres Oniscidae, tisanuros Machilidae, arañas Tetragnathidae y Agelenidae, y caracoles Helicidae y Zonitidae. En el apartado de Biología Subterránea se detallan los datos faunísticos para el conjunto de cavidades.

Sima Basotxiki 3.

Situación: a 32 m al W de la sima Basotxiki 2.

Coordenadas ETRS89, UTM30N: E 588.422; N 4.798.680; altitud: 231 m snm.

Dimensiones: Desarrollo 8 m. Desnivel -2 m. Figura 14.

Descripción: La boca es un zanjón alargado, de -2 m de desnivel, que se puede descender en oposición. Posee una galería inferior, de 6 m de longitud, que se puede seguir en sentido ascendente y descendente bajo la sima de acceso y que se obstruye por estrecha. Computamos un desarrollo espacial de 8 m. Posee rasgos similares a pequeñas galerías de las cavidades anteriores.

La cavidad se desarrolla sobre una fractura vertical paralela y muy cercana (a escasos 10 m) de un escarpe lateral situado al W, y que con trazado N-S desciende hasta el mar limitando la placa en que se encuentran las cavidades. La fractura se prolonga hacia el N, en paralelo al escarpe W, y sobre su traza se abren también las bocas de las simas de Basotxiki 4 y 5.

Sima Basotxiki 4.

Situación: a 4 m al N de la sima Basotxiki 3.

Coordenadas ETRS89, UTM30N: E 588.424; N 4.798.684; altitud: 230 m snm.

Dimensiones: Desarrollo 28 m. Desnivel -10 m. Figuras 15 y 16.

Descripción: La boca, de 2,5 m de largo por 1,4 m de ancho, presenta una vertical de -6 m, más amplia en su base, y con un gran bloque desprendido (que posiblemente ha formado la abertura). Hacia el Sur desciende hasta la cota -8, ampliándose, para luego ascender en galería de techo bajo que se obstruye por estrecha. Cerca de la boca hay una grieta que probablemente comunica con la estrechez del fondo de la sima Basotxiki 3. Hacia el N se desarrolla en galería descendente, progresivamente más estrecha, que finaliza en gatera muy estrecha e impracticable en la cota -10 m. Poco antes de la gatera encontramos semicubierto por derrubios el cuerpo de un toro que, dado su estado de degradación, debe haber caído en la sima varios meses antes. La vegetación baja en superficie oculta esta serie de pequeñas bocas, que constituyen así auténticas trampas para el ganado. También informa de la dificultad que presenta encontrar cavidades en este sector, en el que puede haber ocultas simas adicionales.

Sima Basotxiki 5.

Situación: a 6 m al N de la sima Basotxiki 4.

Coordenadas ETRS89, UTM30N: E 588.426; N 4.798.690; altitud: 227 m snm.

Dimensiones: Desarrollo 36 m. Desnivel -20 m. Figuras 17 a 20.

Descripción: Siguiendo la traza del sistema de fracturas en que se desarrollan las simas 3 y 4, se encuentra la exigua boca de la sima Basotxiki 5, de escasos 0,7 m de diámetro.

Algo más abajo y al N de ésta se encuentra la sima JkW2 (del sistema Jaizkibel oeste), cuya boca horizontal se abre bajo un reborde rocoso en la cota 216 m snm; en unas dolinas al E de sima 5, en cota aproximada de 221 m snm, se localiza la sima Jaizkibel oeste JkW1 (Galán et al, 2014). Apenas una distancia en planta de 10-15 m separa unas de otras las bocas de estas tres cavidades, por lo que puede considerarse que se trata de un único sistema, de 8 simas (3 de JkW y 5 de Basotxiki).

La sima Basotxiki 5 se desarrolla siguiendo varias fracturas en paralelo. La boca da paso a una estrecha vertical de -7 m que a medida que se profundiza se extiende siguiendo la grieta N-S, pero manteniéndose estrecha en sentido E-W. Su trazado vertical presenta prolongaciones muy estrechas, que en su parte S enlazan probablemente con el fondo de la sima 4. La base de la sima (cota -7) es una grieta de 6 m de largo, con suelo de bloques, la cual se abre en su parte media en un segundo pozo. Este tiene una vertical de -6 m (con una repisa a mitad de su trayecto) y una galería más amplia en su base, con prolongaciones a N y S (cota -13). A continuación prosigue descendiendo lateralmente, con lajas y bloques disgregables, a medio desprender, con una tercera vertical de -5 m, la cual prosigue en una galería estrecha y descendente hacia el N para hacerse impracticable bajo un relleno inestable de bloques en la cota -20 m. La cavidad posee numerosas filtraciones de agua, espeleotemas de alófono y ópalo-A, y en su parte baja (tercera vertical) profusos films negros de espeleotemas de pigotita, de origen biogénico.



Figura 01. Zona alta de Basotxiki, en el flanco N de la arista de Morro (Pasaia). Descenso hacia la primera zona en suave declive donde se localizan las simas B1 y B2, la primera al pie del árbol en la derecha de la foto inferior. Nótese la vegetación baja de zarzas, argomas y helechos, que oculta las bocas.



Figura 02. Sima B1. Vista hacia la boca desde la vertical de acceso y vista hacia la galería inferior.



Figura 03. Galería horizontal de la cota -8 de la sima B1 y resalte vertical de 1 m que conduce a la galería inferior. Nótese pequeñas espeleotemas botroidales de ópalo-A en salientes de la bóveda y extensos recubrimientos blancos de alófono sobre los techos, paredes y bloques del suelo.



Figura 04. Sima Basotxiki 1. Prolongación Norte de la galería inferior, que se obtruye por estrecha en la cota -12 m (arriba). Y ascenso en jumars hacia la pequeña boca de la cavidad (debajo).



Figura 05. Boca y vertical de acceso de la sima Basotxiki 2, situada en la terminación de un pequeño escarpe rocoso.



Figura 06. Sima Basotxiki 2. Vista desde la cuerda de descenso hacia la boca y galería descendente con ampliación en la cota -10 m. Se aprecian tapices de algas verdes y espeleotemas blancas de alófono.



Figura 07. Fondo de la sima B2 en la cota -12 m y galería lateral de débil diámetro, obstruída por rellenos detríticos.



Figura 08. Ascenso hacia los bloques acñados de la cota -4, para descender hacia la continuación Sur de la cavidad. Sima Basotxiki 2 (B2). Se aprecian bloques de colapso arenizados y rellenos detríticos arenosos.



Figura 09. Galería Sur de la sima B2. Filtraciones de agua y recubrimientos de espeleotemas y biofilms bacteriales.



Figura 10. Sala Sur de la sima B2, con recubrimientos de espeleotemas de oxi-hidróxidos de hierro, alófono, y diversos films cromóforos que tiñen las paredes y bóvedas con distintas coloraciones.



Figura 11. Algunos detalles de espeleotemas complejas en la sima B2. Aparentemente espeleotemas rojizas con cierto contenido en oxi-hidróxidos de hierro tiñen de tonos naranja y amarillentos superficies subyacentes de alófono. En la imagen inferior se aprecian varios isópodos junto a una orla amarilla con espeleotemas tubulares de ópalo-A de hasta 8 mm de longitud. Haría falta analítica detallada para conocer la composición exacta de estas espeleotemas con combinaciones de minerales secundarios, algunos de los cuales intuimos que podrían ser nuevos para la Ciencia.

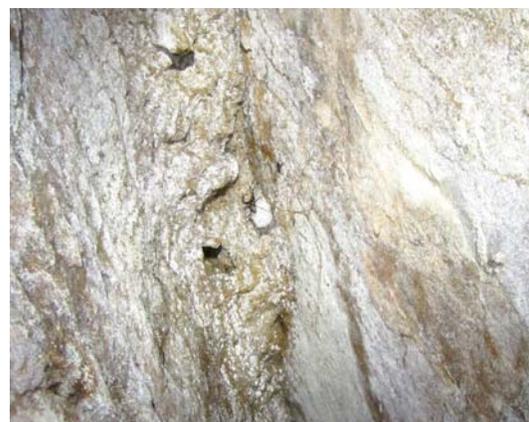
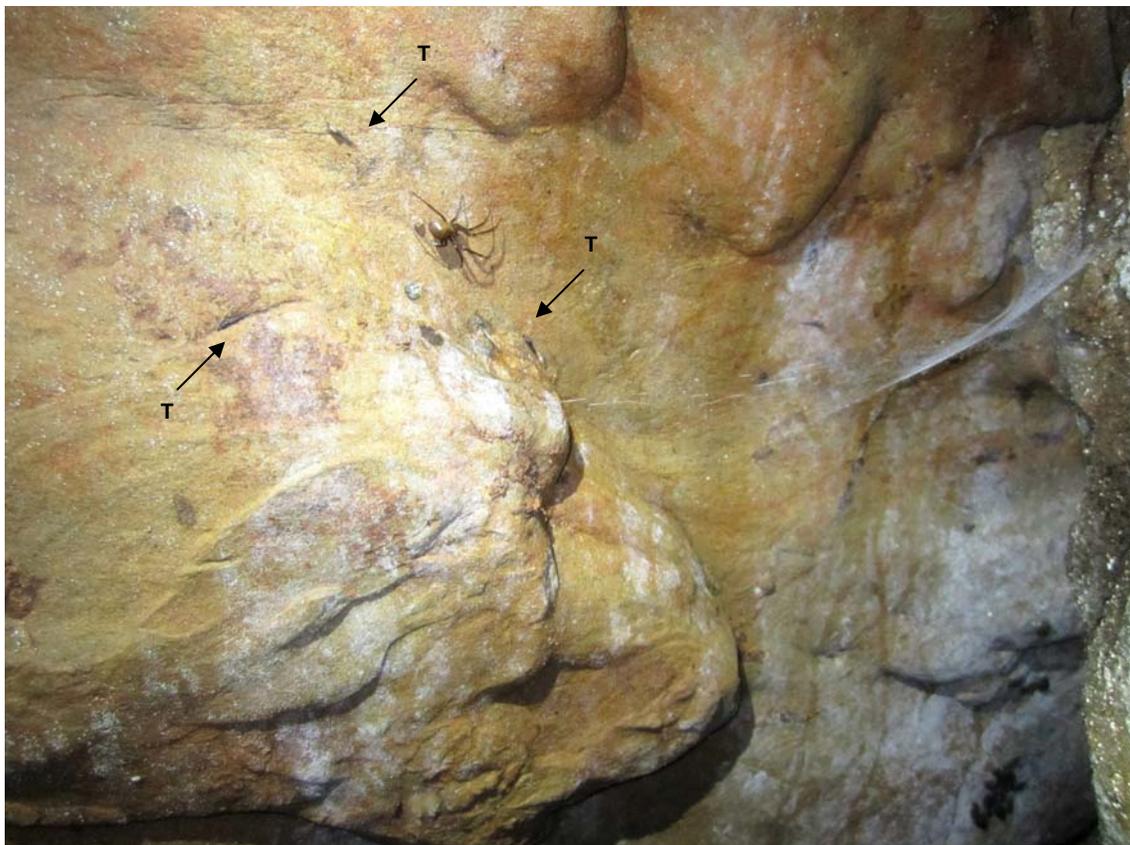


Figura 12. Sima Basotxiki 2, detalles de fauna. Arriba: arañas con sus telas de caza y tisanuros *Petrobius* (T). Segunda fila, izq: concentración de isópodos *Oniscus*; der: araña con cocoon. Tercera fila: otros ejemplares de arañas en la galería terminal Sur de la cota -10 m, con algunos detalles de espeleotemas.



Figura 13. Boca de la sima B2 (arriba) en la terminación del escarpe que se ve en la imagen inferior, donde también puede apreciarse las dolinas con vegetación existentes al pie del escarpe, donde se abre la pequeña claraboya Sur.

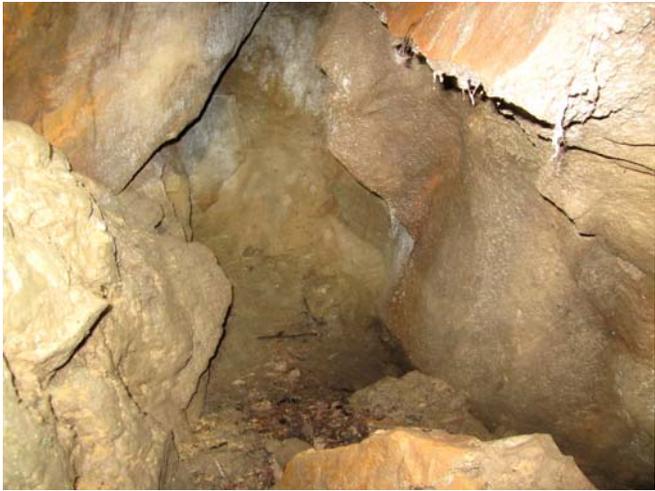


Figura 14. Segunda zona en ligero declive, donde se localiza la sima B3 (flecha roja, arriba), B4 y B5, sobre la misma fractura. Vista de la depresión de entrada, de -2 m (debajo). Y detalle de la galería inferior de 6 m de la sima B3 (recuadro). Nótese la proximidad de la sima al escarpe lateral N-S que limita la placa.



Figura 15. Sima Basotxiki 4 (B4). Vertical de acceso vista desde el interior de la galería Sur (arriba) y detalle de hongos Basidiomicetos creciendo en oscuridad en el tramo ascendente de la galería Sur (debajo).



Figura 16. Sima Basotxiki 4 (B4). Vista hacia la galería descendente Norte (arriba) y gatera terminal en la cota -10 m, tras los restos de un ejemplar de toro, caído accidentalmente en la sima y recubierto parcialmente por derrubios.



Figura 17. La pequeña boca de la sima B5 y primera vertical de -7 m, con tapices de algas verdes sobre las paredes.



Figura 18. Sima B5. Vista en picado de la segunda vertical, con recubrimientos blancos de alófono (arriba). Ampliación en la cota -13 m (debajo), e inicio de la tercera vertical vista desde la cota -18 m (recuadro).



Figura 19. Tercera vertical de la sima B5 y galería inferior en la cota -20 m, con espeleotemas negros de pigotita.

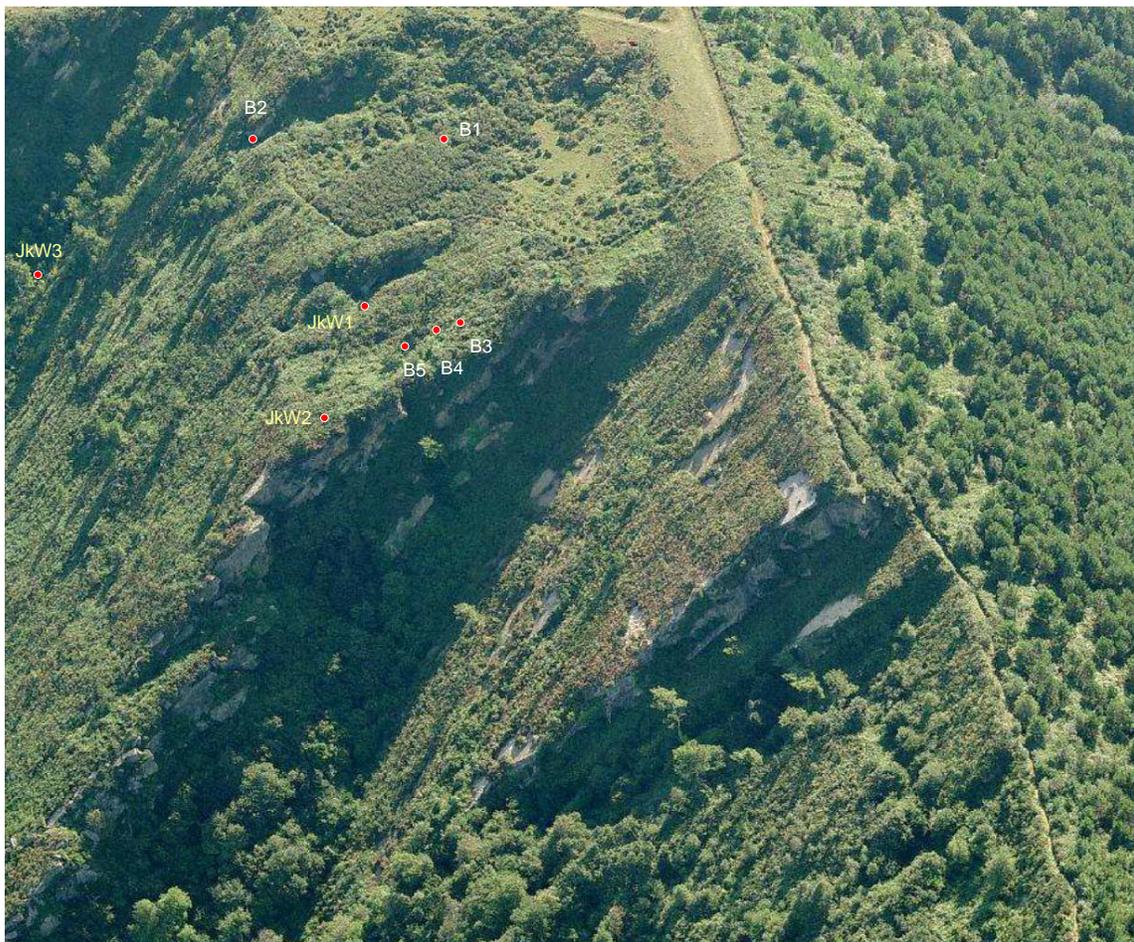
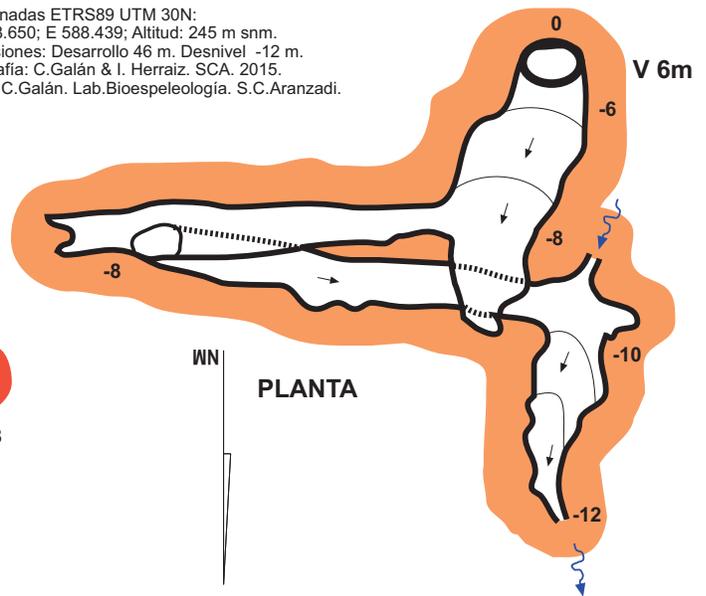
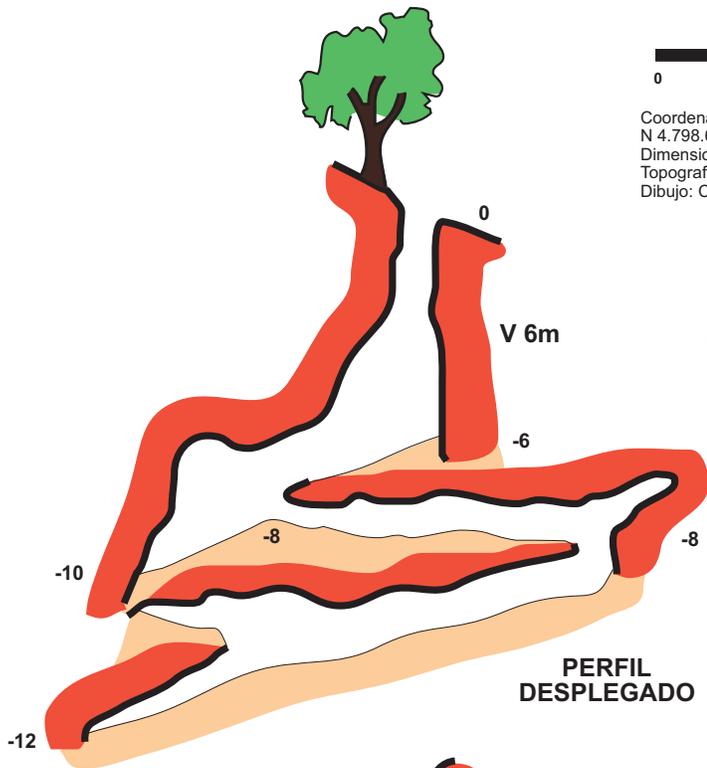


Figura 20. Recogiendo equipos tras la exploración de las cinco simas de Basotxiki (B1 a B5), con el extremo W del bosque de Basotxiki al fondo (arriba). Vista a vuelo de pájaro del área de estudio desde el W (debajo), y localización aproximada de las ocho simas del sistema (puntos rojos).

Sima Basotxiki 1



Coordenadas ETRS89 UTM 30N:
 N 4.798.650; E 588.439; Altitud: 245 m snm.
 Dimensiones: Desarrollo 46 m. Desnivel -12 m.
 Topografía: C.Galán & I. Herraiz. SCA. 2015.
 Dibujo: C.Galán. Lab.Bioespeleología. S.C.Aranzadi.



Sima Basotxiki 2



Coordenadas ETRS89 UTM 30N:
 N 4.798.688; E 588.452; Altitud: 236 m snm.
 Dimensiones: Desarrollo 44 m. Desnivel -12 m.
 Topografía: C.Galán & I. Herraiz. SCA. 2015.
 Dibujo: C.Galán. Lab.Bioespeleología. S.C.Aranzadi.

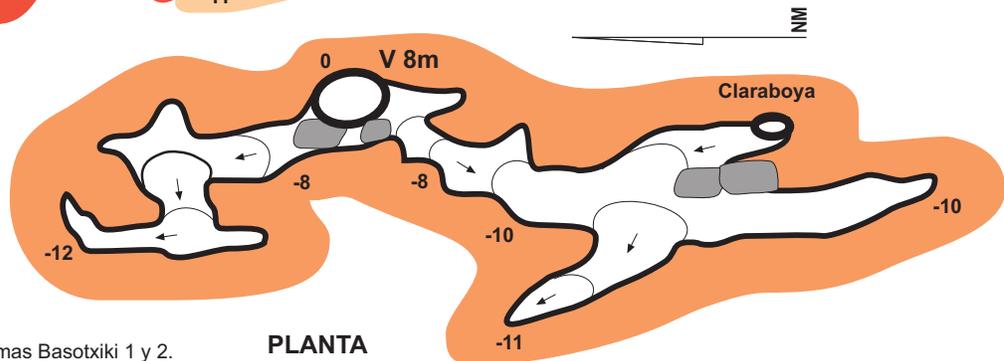
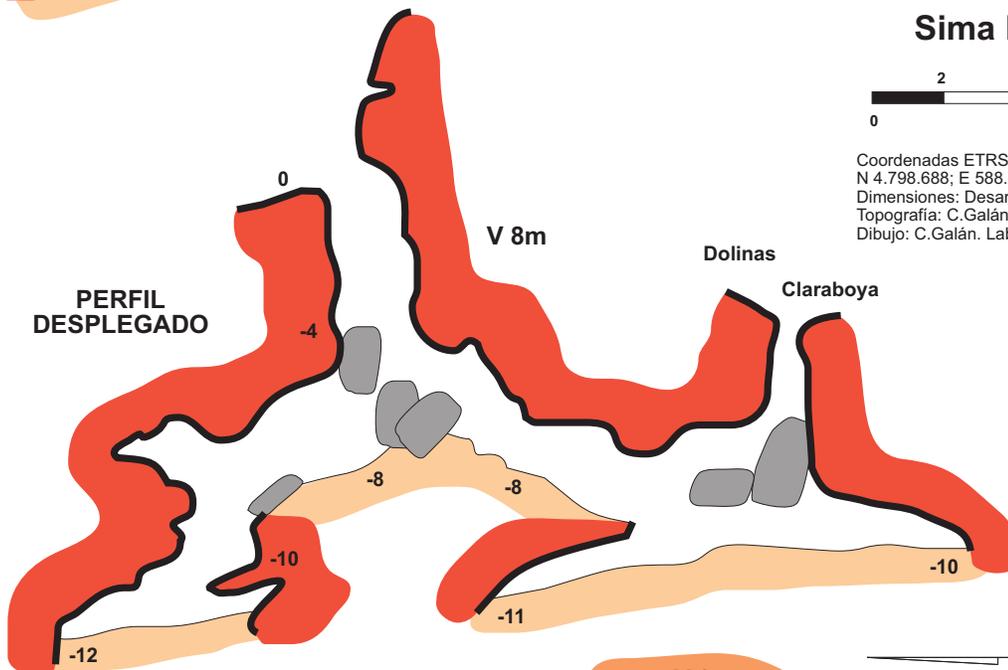


Figura 21. Planos de las simas Basotxiki 1 y 2.

Sima Basotxiki 3



Coordenadas ETRS89 UTM 30N:
N 4.798.680; E 588.422; Altitud: 231 m snm.
Dimensiones: Desarrollo 8 m. Desnivel -2 m.
Topografía: C.Galán & I. Herraiz. SCA. 2015.
Dibujo: C.Galán. Lab.Bioespeleología. S.C.Aranzadi.

Sima Basotxiki 4



Coordenadas ETRS89 UTM 30N:
N 4.798.664; E 588.424; Altitud: 230 m snm.
Dimensiones: Desarrollo 28 m. Desnivel -10 m.
Topografía: C.Galán & I. Herraiz. SCA. 2015.
Dibujo: C.Galán. Lab.Bioespeleología. S.C.Aranzadi.

Sima Basotxiki 5



Coordenadas ETRS89 UTM 30N:
N 4.798.690; E 588.426; Altitud: 227 m snm.
Dimensiones: Desarrollo 36 m. Desnivel -20 m.
Topografía: C.Galán & I. Herraiz. SCA. 2015.
Dibujo: C.Galán. Lab.Bioespeleología. S.C.Aranzadi.

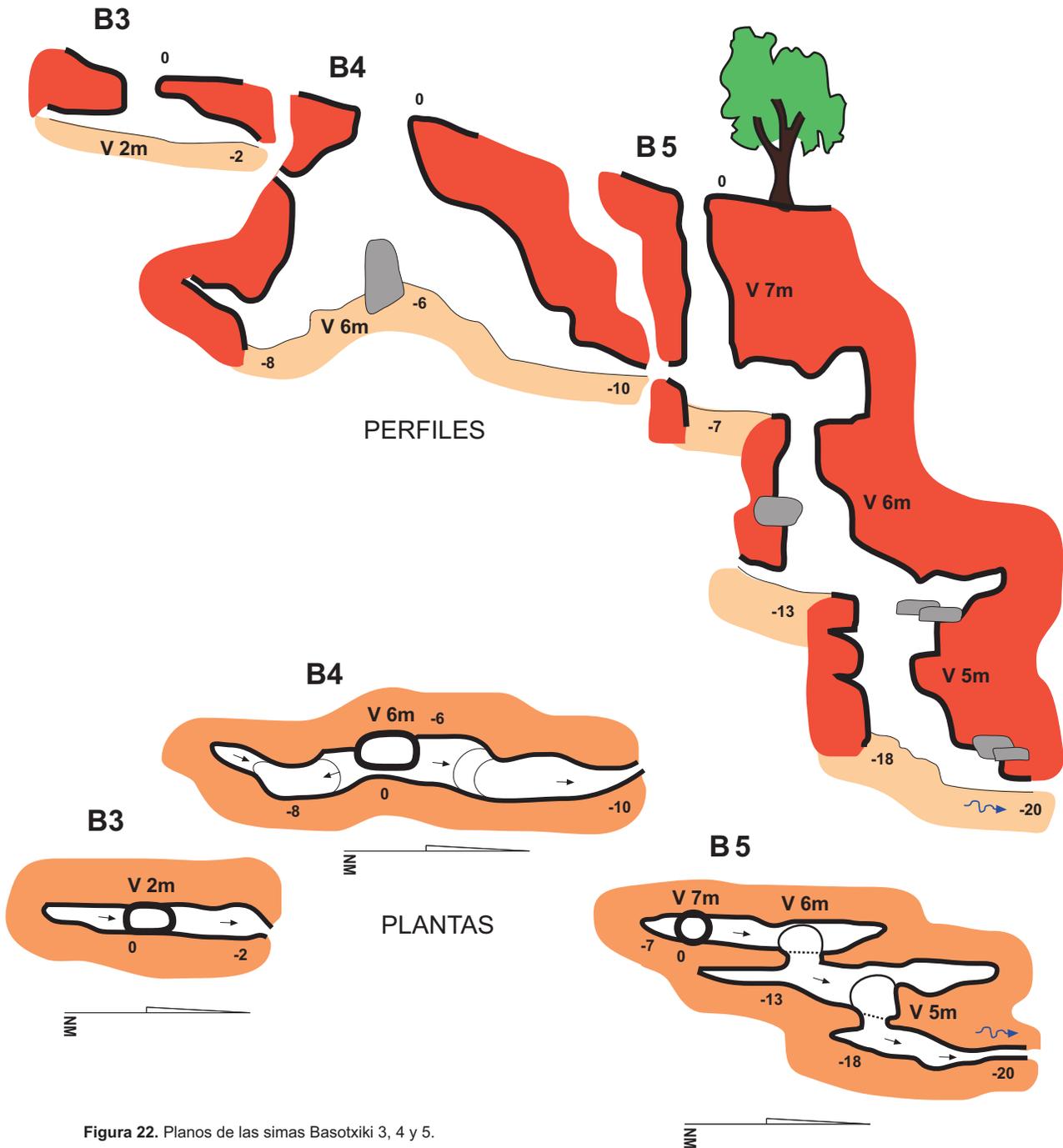


Figura 22. Planos de las simas Basotxiki 3, 4 y 5.

ESPELEOLOGÍA FÍSICA DEL SISTEMA

Las cinco cavidades descritas forman parte de un sistema hidrogeológico, con galerías muy próximas entre sí, pero o bien por la estrechez de la red de fisuras o por rellenos detríticos y acumulaciones de bloques de colapso, no es factible el paso físico entre unas cavidades y otras. La prolongación en profundidad del sistema se ve obstaculizada por las mismas causas, pero las aguas de infiltración sí enlazan y profundizan en esta red, y prosiguen a través de diaclasas y conductos estrechos (mesocavernas) hasta más de -38 m de desnivel total (con respecto a la boca superior de B1 en la cota 245 m snm) (Ver planos en Figuras 21 y 22). El desarrollo acumulado de las cinco cavidades de Basotxiki (B1 a B5) totaliza 160 m de galerías recorribles.

Estas cavidades tienen un conjunto de rasgos geomorfológicos en común. Sus galerías están orientadas sobre un sistema de diaclasas verticales con ampliaciones a expensas de planos de estratificación. La infiltración ocurre sobre toda la superficie, donde existen en adición varias dolinas de fondo plano que anteceden al reborde abrupto de rotura de la pendiente. Junto a las tres cercanas simas de Jaizkibel oeste (JKW1 a JKW3) (Galán et al, 2014), forman un conjunto karstificado que comprende 272 m de galerías que se extienden escalonadas sobre un desnivel de -74 m (entre el punto más alto y más bajo del grupo de ocho simas).

En el interior de las cavidades la roca-caja se presenta arenizada (prueba del proceso de disolución intergranular), con bloques desprendidos, en proceso de desprendimiento y acumulaciones de clastos y rellenos detríticos fundamentalmente arenosos. Estos rellenos llegan a colmar la parte baja de suelos y continuaciones estrechas. El agua subterránea que percola la serie, se canaliza preferentemente en sentido vertical y desliza alternadamente hacia el N a lo largo de los planos de estratificación, con probable surgencia submarina, dada la dirección N del drenaje.

La profundidad que alcanza la karstificación, con respecto al relieve de superficie, puede ser importante. Los túneles explorados este año en Lezo, Pasaia y Kalaburtza (de 800 m, 1.600 m y 208 m de longitud, respectivamente) (Galán & Nieto, 2020; Galán et al, 2020) atraviesan horizontalmente de N a S el monte Jaizkibel y en su recorrido interceptan varios niveles acuíferos (con pequeñas cavidades y mesocavernas), a profundidades que alcanzan más de 200 m bajo la superficie.

Las galerías internas de las simas poseen crecimientos milimétricos de espeleotemas botroidales y tubulares de ópalo-A, de origen biogénico y colores grises, extensos films blancos de hidrosilicatos de aluminio amorfo (alófono), y otros ocre, amarillentos y rojizos de oxi-hidróxidos de hierro (hematita, limonita, goethita). En la sima B5 hay recubrimientos coloidales negros de pigotita (mineral orgánico hidratado con alto contenido en C y Al).

Todo ello prueba que existen distintos depósitos de materiales disgregados de la roca-caja (incluyendo a sus componentes minoritarios), junto a cristales y fases amorfas de distintos minerales secundarios, precipitados a partir de las aguas de infiltración, así como films complejos en cuya formación pueden influir ácidos orgánicos (procedentes de la vegetación y suelos de superficie) y que también pueden incluir subproductos de la actividad metabólica de microorganismos. Haría falta analítica detallada para discriminar la composición de muchos de estos extraños films y recubrimientos.

BIOESPELEOLOGÍA

En zona de penumbra hay una gradación de la vegetación criptogámica, tapices de musgos, algas verdes y films orgánicos que comprenden colonias de algas y Cianobacterias. En zona oscura existen algunos crecimientos dispersos de hongos Basidiomicetos y films bacteriales blancos, principalmente de Actinobacterias, algunos de ellos asociados a la ocurrencia de espeleotemas.

Los invertebrados más fácilmente observables sobre las paredes son distintas especies de arácnidos, principalmente araneidos, de los cuales han sido identificadas las siguientes taxa: *Meta bourneti* Simon (Tetragnathidae), frecuentemente hallada junto a sus sacos de huevos o cocoons (de formas globulares algodonosas y color blanco) y sobre sus telas de caza (en forma de espiral circular); y tres especies de la familia Agelenidae: *Eratigena (Tegenaria) inermis* Simon (que deambula a la caza sobre las paredes y construye telarañas extensas), *Eratigena* sp. (de menor talla), y *Chorizomma subterraneum* Simon (más abundante entre los bloques del suelo). Estas especies son formas troglófilas que predan sobre otros representantes de la asociación parietal y zona de entrada de las cuevas, la cual incluye dípteros Culicidae, Phoridae, Mycetophilidae; lepidópteros *Triphosa dubitata* (Linnaeus) (Geometridae) y otros microlepidópteros troglófilos.

Muy abundantes resultan también los isópodos terrestres *Oniscus asellus* Linné (Oniscidae), de hábitos detritívoros, que en las simas B2 y B1 se encuentran en esta época del año (diciembre) en zona oscura, en forma dispersa y en grupos densos, de hasta 20 a 50 individuos estrechamente contiguos.

Menos visibles pero también abundantes son los tisanuros Machiloidea (Archeognatha) de la especie *Petrobius maritimus* (Leach) (familia Machilidae), de 10-12 mm de talla. Es una especie litoral propia de costas rocosas, detritívoro, que frecuentemente se alimenta sobre restos de algas y despojos arrojados por las mareas, pero en Jaizkibel es muy común en las cuevas en arenisca, donde mantiene poblaciones que pueden considerarse troglófilas y que se alimentan sobre todo tipo de restos orgánicos.

Ejemplares de caracoles terrestres vivos y conchas de ejemplares muertos han sido hallados en casi todas las cavidades. Los primeros corresponden a la especie subtroglófila *Oxychillus draparnaudi* (Beck) (Oxychilidae) y los segundos a la especie troglófila *Cepaea nemoralis* (Linnaeus) (Helicidae), cuyas conchas son arrastrada por las aguas de infiltración hasta la zona profunda.

Adicionalmente han sido encontrados pequeños acúmulos de guano de quirópteros (en las simas B1 y B2), fragmentos óseos de diversos mamíferos (no identificables) y los restos completos de un toro caído accidentalmente en la sima B4.

DISCUSION Y CONCLUSIONES

Las cavidades descritas en esta nota forman un sistema kárstico en arenisca, que incluye formas de absorción de tipo dolinas de fondo plano y un conjunto de simas. El sistema se ha formado sobre una zona de borde (y de ruptura de la pendiente), paralela a un escarpe lateral de una placa costera, a expensas de una red ortogonal de fracturas verticales de descompresión mecánica.

El grado medio de arenización de la roca-caja en el interior de las simas y la ocurrencia de una alta diversidad de espeleotemas y depósitos detríticos arenosos, prueba que la disolución intergranular es el mecanismo genético fundamental que comanda la karstificación de la arenisca. Los componentes disueltos por las aguas de infiltración y la reactividad química de las soluciones en el interior del acuífero, a tenor de las condiciones dinámicas y de equilibrio, pueden permitir que se alcance la sobresaturación y precipitación de distintos minerales secundarios formadores de espeleotemas.

Las cavidades presentan biocenosis de fauna cavernícola poco modificada que podrían incluirse en las categorías ecológicas de troglógenos y troglófilos (Juberthie, 1983; Galán, 1993). La presencia, a distintas escalas, de cavidades de este tipo en las areniscas del flysch Eoceno, es muy común y hacen de este karst en arenisca un medio subterráneo extenso, que alberga y sirve de refugio a numerosas formas de vida. Los cavernícolas especializados (= troglobios) poseen algunos taxa entre la fauna acuática y terrestre en otras cuevas y túneles de la región, en la misma formación, con interesantes especies de anfípodos, isópodos, hirudíneos Gnatobdellida, Chilopoda, Diplopoda y Collembola. Un espectro que podría ampliarse con estudios más detallados sobre la micro y meiofauna de estos ambientes.

Por otro lado, la ocurrencia de films orgánicos en zonas de penumbra y en oscuridad total, indican la presencia de comunidades bacteriales cuya producción primaria y actividad metabólica puede controlar, influir y/o mediar en la génesis de distintos tipos de espeleotemas y precipitados minerales. De hecho, las espeleotemas de ópalo-A y pigotita son de origen biogénico.

Los datos expuestos permiten concluir que en las areniscas de Jaizkibel se desarrollan interesantes procesos de karstificación y espeleogénesis, con múltiples rasgos geo-biológicos de interés.

AGRADECIMIENTOS

A todos los compañeros y colaboradores del Laboratorio de Bioespeleología de la S.C.Aranzadi que nos han acompañado en las prospecciones y trabajos de campo en Jaizkibel. A dos revisores de Biosphere Consultancies y SCA por sus correcciones.

BIBLIOGRAFIA

- Boillot, G. & J. Malod. 1988. The north and north-west Spanish continental margin: a review. *Rev.Soc.Geol.España*, 1: 295-316.
- 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. Conferencia con audiovisual en Power point. Hondarribia, Expo. Flysch C.Vasca, 10-05-13 & Web aranzadi-sciences.org. Archivo PDF, 82 pp.
- Galán, C. & M. Nieto. 2012. Bandas de Moebius, Boxworks y otras raras Geoformas en arenisca de la Formación Jaizkibel. *Bol. SEDECK - Sociedad Española de Espeleología y Ciencias del Karst*, 8 (2012): 20-41.
- 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. Espeleo. S.C. Aranzadi. Web aranzadi-sciences.org*, PDF, 30 pp.
- Galán, C. & C. Vera Martín. 2010. Espeleotemas de magnetita, hematita, yeso, ópalo-A, y otros minerales secundarios en una cueva del pseudokarst de Jaizkibel: Caracterización por espectroscopía Raman, difracción de rayos X (DRX) y espectrometría por dispersión de energía (EDS). *Pag web aranzadi-sciences.org*, Archivo PDF, 16 pp.
- Galán, C. & C. Vera Martín. 2011. Microanálisis por dispersión de energía XPS de espeleotemas de yeso y ópalo-A en una cueva en arenisca de Jaizkibel (País Vasco). *Pag web aranzadi-sciences.org*, Archivo PDF, 8 pp.
- Galán, C.; M. Molia; M. Nieto & J. Rivas. 2008. Nuevos datos sobre Paramoudras y concreciones relacionadas en Jaizkibel e Igueldo (Pseudokarst en arenisca del flysch Eoceno, Gipuzkoa). *Pag web aranzadi-sciences.org*, Archivo PDF, 44 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; R. Ionescu & M. Nieto 2013. Disolución intergranular y Evolución de cuevas y geoformas: los ejemplos más extravagantes del mundo en arenisca de edad Eoceno (Formación Jaizkibel, País Vasco). *Web aranzadi-sciences.org*, Archivo PDF, 56 pp.
- Galán, C.; I. Herraiz; D. Arrieta Etxabe; M. Nieto & J. Rivas. 2013. Una nueva sima de 70 m de desnivel en arenisca de la Formación Jaizkibel: Tanbo 2. *Publ. Dpto. Espeleol. S.C. Aranzadi. Web aranzadi-sciences.org*, Archivo PDF, 30 pp.
- Galán, C.; P. Di Bartolomeo & M. Nieto. 2014. Notas sobre un grupo de dolinas y simas en rocas de arenisca (Jaizkibel oeste, Pasaia, País Vasco). *Publ. Dpto. Espeleol. S.C. Aranzadi. Web aranzadi-sciences.org*, Archivo PDF, 16 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. Espeleo. S.C. Aranzadi. Web aranzadi-sciences.org*, PDF, 40 pp.
- Juberthie, C. 1983. Le Milieu souterrain: étendue et composition. *Mémoires de Biospéologie*, Tome X: 17-66. *Biogeographie de la faune souterraine. Colloque de la Société de Biospéologie, Béziers, 1982. Communications Libres*.
- Rat, P. 1988. The basque-cantabrian basin between the iberian and european plates, some facts but still many problems. *Rev.Soc. Geol.España*, 1: 327-348.