

# CUEVAS, SIMAS, TÚNELES Y MINAS EN CALIZA Y ESQUISTOS PALEOZOICOS: CUENCA DE ARTIKUTZA

Caves, abyss, tunnels and mines in Palaeozoic limestone and shales: Artikutza basin.

Carlos GALÁN; José M. RIVAS & Marian NIETO.
Laboratorio de Bioespeleología. Sociedad de Ciencias Aranzadi.
Alto de Zorroaga. E-20014 San Sebastián - Spain.
E-mail: cegalham@yahoo.es
Agosto 2014.

### **RESUMEN**

Este trabajo describe un conjunto de cavidades, naturales y artificiales, localizadas en la cuenca de Artikutza (NW de Navarra). La cuenca comprende terrenos geológicos de edad Paleozoico (de la aureola metamórfica del macizo de Cinco Villas - La Rhune). La serie incluye esquistos y lutitas, con algunos niveles delgados de paraconglomerados cuarzosos y calizas marmóreas, así como numerosos filones de minerales de hierro (principalmente siderita). La región fue sede de una importante actividad minera, que cesó hace más de 100 años. Posee también varios canales (y túneles) construidos para el abastecimiento de agua a la ciudad de San Sebastián

En un trabajo previo describimos un grupo de minas y cuevas localizadas en una fila montañosa del valle de Elama (Galán et al, 2014). Como parte de esas prospecciones, exploramos también otras zonas en la extensa parte Sur de la cuenca, encontrando otras cuevas, simas, galerías de mina y pequeños túneles con canalizaciones, los cuales serán descritos en el presente trabajo, ya que presentan diversos rasgos geo-biológicos de interés.

Palabras clave: Espeleología, Karst y cuevas, Biología subterránea, minas, túneles, fauna hipógea, espeleotemas.

#### **ABSTRACT**

This paper describes a set of cavities, natural and artificial, located in the Artikutza basin (North-western Navarra). The basin comprises geological terrains of Palaeozoic age (of the metamorphic aureole of the Cinco Villas - La Rhune massif). The series includes schists and shales, with some thin levels of quartzose paraconglomerates and marble limestone, as well as numerous veins of iron ore (mainly siderite). The region was the site of an important mining activity ceased over 100 years ago. It also has several channels (and tunnels) constructed to supply water to the city of San Sebastian.

In a previous paper we describe a group of mines and caves located in a mountain row in the Elama valley (Galán et al, 2014). As part of these surveys, we also explore other areas in the vast southern part of the basin, finding other caves, abyss, mine galleries and small tunnels with channels, which will be described in this paper, since they present various geo-biological features of interest.

Key words: Speleology, Karst and caves, Underground Biology, mines, tunnels, hypogean fauna, speleothems.

# INTRODUCCION

La cuenca de Artikutza se localiza en el término municipal de Goizueta (NW de Navarra), lindante con el término guipuzcoano de Oiartzun. La cuenca tiene 37 km² y está rodeada por una serie de cumbres de 800 á 1.000 m de altitud. En 1919 el ayuntamiento de San Sebastián compró el enclave, para garantizar la calidad en el suministro de agua potable a la ciudad.

La cuenca de Artikutza es la cabecera del río Urumea y desde finales del siglo XIX empezó a abastecer de agua a San Sebastián. El ayuntamiento compró primero un caudal de 203 l/s del río Elama (afluente cuya unión con el de Artikutza forma el río Añarbe) pero a los pocos años resultó insuficiente y en 1919 compró toda la finca. Se construyó una amplia red de tuberías y canales que aprovechaba el agua de los manantiales de la cuenca. A la vez se prohibieron todas las actividades susceptibles de contaminar el agua: explotaciones forestales, mineras y agro-ganaderas, quedando Artikutza como una reserva natural.

En el centro de la cuenca se construyó un embalse en los años 1950, pero la presa resultó insuficiente para dar respuesta a las crecientes necesidades de agua. El embalse de Añarbe, situado aguas abajo y hacia el cual tributa el embalse y río de Artikutza, comenzó a funcionar en 1975, abasteciendo desde estonces a toda la comarca de San Sebastián. Actualmente el agua de Artikutza llega a Añarbe por su cauce natural habiéndose abandonado la kilométrica red de canales y tuberías cerradas que se diseñó. En el valle de Elama pueden verse restos de los antiguos canales y viaductos (con tuberías cerradas) que cruzan por encima del cauce del río, construidos desde los mismos manantiales para evitar contaminaciones humanas o ganaderas y así llevar agua de calidad hasta las fuentes de la capital (Figuras 1 á 3). Algunos de estos canales siguen cortos túneles que perforan espolones abruptos de roca en el borde del cauce del río, constituyendo galerías de rasgos parecidos a las galerías de mina de poco diámetro.

La región, dada su litología y cobertura boscosa, fue sede desde tiempos antiguos de actividades madereras, de carboneo y de minería de hierro. Durante mucho tiempo existió actividad minera a pequeña escala (hay datos desde hace 700 años, pero la actividad minera probablemente se remonta hasta época Romana). En la región de Artikutza existieron numerosas ferrerías, y en tiempos más recientes explotaciones mineras más importantes, con laboreo subterráneo y excavación de galerías.

El mineral era transportado a través de un ferrocarril de vía estrecha con elevadores (construido en 1898) que unió la zona minera de Artikutza-Elama con la estación de Ferrocarriles del Norte en Rentería. El tendido tuvo 18 km de longitud y estuvo en funcionamiento hasta 1916. La actividad minera cesó no obstante hacia 1906-1910, al trascender el proyecto de adquisición de la finca por el ayuntamiento de San Sebastián para el abastecimiento de agua. Las explotaciones cesaron y se recuperó una frondosa vegetación (principalmente de hayedos y otras frondosas) que cubre actualmente la mayor parte del enclave. El acceso a Artikutza se realiza por una carretera que parte de Oiarzun, construida en 1936.

Las minas más importantes, situadas en la zona de Elama, han sido objeto de un trabajo previo (Galán et al, 2014), pero durante las exploraciones en la cuenca se localizaron otras minas menores, así como algunos cortos túneles, en Elama, Urdallue y parte Sur del vaso del embalse. En adición, precisamente en esta zona Sur se localiza el mayor número de afloramientos de niveles de caliza metamórfica, intercalados en la serie de esquistos Paleozoicos, donde localizamos y exploramos algunas cuevas y simas naturales, en caliza.

El objeto de este trabajo es exponer estos datos dispersos, sobre cavidades naturales y artificiales, encontradas en la cuenca. Ya que todos ellas presentan, en diverso grado, ambientes hipógeos con rasgos geo-biológicos análogos.

El medio hipógeo comprende cavernas y sistemas de vacíos subterráneos en distintas litologías, no sólo el karst clásico en caliza. Las cavidades artificiales pueden también estar en comunicación con mesocavernas y vacíos menores. Este es el caso de muchas galerías de minas y/o túneles artificiales. Una vez cesada la actividad extractiva, el paso del tiempo y la infiltración de las aguas van remodelando los espacios subterráneos, siendo susceptibles de ser colonizados por distintas formas de vida. Se puede decir que las galerías abandonadas comparten con las cuevas naturales un conjunto de características: su oscuridad total, alta humedad relativa, ausencia de plantas verdes, circulaciones hídricas subterráneas, formación de espeleotemas y rellenos sedimentarios, con cierto contenido de materiales orgánicos, pudiendo así ser pobladas por diversos microorganismos y animales de hábitos cavernícolas. Una suma de rasgos que resultan de interés para la Espeleología científica.

## **MATERIAL Y METODOS**

La prospección espeleológica de la región se inició con estudios sobre el MSS y fauna de cuevas y minas en caliza y paraconglomerados cuarzosos (Galán, 2001, 2003a, 2003b). Durante esos trabajos se obtuvo referencias sobre la presencia de cuevas y minas, con galerías de cierto desarrollo. En los tres últimos años se localizaron y exploraron varias cavidades. Las minas principales, situadas en el valle de Elama, han sido objeto de un trabajo previo (Galán et al, 2014).

En la exploración de simas se emplearon las técnicas habituales de espeleología vertical (cuerda estática y jumars). Las cavidades fueron topografiadas con instrumental de precisión Suunto. Los planos de las cuevas fueron dibujados en programa Freehand. Los datos descriptivos han sido completados con fotografía digital de las distintas cavidades y formas de superficie, a fin de ilustrar sus características. Algunas muestras de roca y espeleotemas han sido objeto de observación microscópica y análisis mineralógico por difracción de rayos x (DRX) y espectrometría por dispersión de energía (EDS). Las muestras de fauna fueron colectadas con las técnicas habituales, se conservaron en alcohol etílico 75º y se estudiaron en laboratorio bajo microscopio binocular. La información bibliográfica disponible ha sido contrastada con observaciones y datos de campo.

### **RESULTADOS**

# MARCO GEOLÓGICO

Los terrenos que afloran en la región son parte de la serie Paleozoica del macizo de Cinco Villas - La Rhune y han sido descritos por Campos (1979). La sucesión de esquistos Paleozoicos es eminentemente detrítica, y alterna de forma irregular lutitas pizarrosas y areniscas laminadas, con intercalaciones de paraconglomerados cuarzosos y calizas de poca continuidad lateral; las lutitas constituyen la litología dominante; el color de los materiales es oscuro, gris a negro. La potencia total de la serie puede sobrepasar los 2.000 m de espesor.

Las areniscas se presentan como intercalaciones irregulares entre los niveles lutíticos, en lechos que raramente sobrepasan los 50 cm de espesor; son de colores grises claros y, en detalle, los lechos dejan ver una alternancia de delgados niveles claros y oscuros, de espesor milimétrico; el cambio de tonalidad corresponde a composiciones alternativamente más cuarzosas o micáceas. La matriz es lutítica y está formada por cuarzo de tamaño limo y minerales micáceos y arcillosos, entre los que predominan la mica blanca y la clorita, con considerables cantidades de materia carbonácea y óxidos de hierro. Las calizas son de color gris azulado, estratificadas en lechos delgados; están muy recristalizadas y sus contactos con los esquistos no son netos sino que gradan a

calizas arenosas y lutitas. Sus afloramientos son frecuentemente poco espesos y en varios niveles, de poca continuidad lateral, por lo que no pueden ser representados en la cartografía, en la mayor parte de los casos.

La edad de los materiales ha sido atribuida a un Paleozoico alto, posiblemente Carbonífero (Westfaliense), sin desechar la posibilidad de que también esté incluido el Devónico terminal (Campos, 1979). Estas rocas han experimentado un metamorfismo de grado moderado (Campos, 1979) y son frecuentes en ellas mineralizaciones de tipo filoniano, con importantes contenidos en siderita, óxidos de hierro y sulfuros metálicos.

La asociación litológica observada en la zona de minas de Elama corresponde a esquistos limosos micáceos, carbonosos, de colores grises a negros. Sobre la zona de minas se presentan también algunos niveles delgados de paraconglomerados cuarzosos, de calizas marmóreas gris-azuladas, y pequeñas vetas de cuarzo con inclusiones de marcasita y fluorita (Galán et al, 2014).

Las minas de Elama se desarrollan siguiendo un filón de siderita a lo largo de unos 400 m de extensión. El relleno filoniano está constituido básicamente por siderita (carbonato de hierro), con blenda (= esfalerita, SZn), pirita (SFe) y calcopirita (CuFeS<sub>2</sub>) accesorias en las cotas inferiores y óxidos de hierro (hematita y limonita) en las más superficiales. La siderita incluye pequeños porcentajes de calcio-siderita y mangano-siderita entre sus componentes, estando por tanto fácilmente disponibles elementos como el Ca y el Mn, además del Fe, para la formación de espeleotemas, así como muchos otros elementos-traza. La marcasita es muy parecida a la pirita pero mucho más inestable y se descompone con facilidad en presencia de agua (alta humedad) desprendiendo ácido sulfúrico y contribuyendo de este modo a la reactividad química en el acuífero, a la alteración de la roca-caja de las galerías y a la génesis de otros minerales secundarios formadores de espeleotemas (Galán et al, 2014). Las minas menores en la región de estudio son de naturaleza similar y la composición de los filones y esquistos contiguos son igualmente semejantes, aunque con leves variaciones locales.

### **DESCRIPCION DE CAVIDADES**

Las cavidades exploradas en la región de Artikutza comparten el mismo tipo de ambiente subterráneo, residiendo las mayores diferencias en la extensión de la zona oscura. En algunos casos se trata de abrigos y cortas galerías, muy superficiales o en penumbra, mientras que en las cavidades de mayor desarrollo la zona en oscuridad total y de ambiente isotérmico es más extensa.

La región posee uno de los más altos valores de precipitación de la península Ibérica, alcanzando 2.800 mm/año. Esto, unido a la cobertura boscosa de hayedos, hace que los ambientes de superficie y edáficos sean también extraordinariamente húmedos, facilitándose de este modo todos los procesos de alteración y meteorización de las rocas, así como la infiltración local hacia galerías subterráneas y la formación de espeleotemas. Los ambientes más profundos constituyen así un habitat favorable para la colonización y diferenciación de especies cavernícolas.

Agruparemos las cavidades estudiadas en varios apartados, atendiendo a su morfología, rasgos litológicos y localización en la cuenca. Comenzaremos por pequeños túneles y abrigos en el valle de Elama, para seguir con ejemplos de galerías de mina (cavidades artificiales) en valles contiguos, algunas cavidades naturales menores en esquistos y paraconglomerados, para finalizar con varios ejemplos de cuevas en caliza en el flanco sur de la zona central del embalse. De las cavidades de mayor desarrollo se presentan planos topográficos.

### **TÚNELES Y ABRIGOS EN EL VALLE DE ELAMA**

Remontando a lo largo del valle de Elama, se puede observar diversos afloramientos rocosos en sus laderas y en el fondo del cauce. En algunos puntos se presentan pequeños abrigos, que no pasan de constituir pequeñas grutas u oquedades superficiales. Para este sector registramos sólo dos fenómenos significativos: un grupo de abrigos-cuevas de recubrimiento en Arriundiñeta y un grupo de pequeños túneles artificiales en Elama.

# 1. Abrigos de Arriundiñeta.

Coordenadas UTM 30N: N 4.783.170; E 597.360; Altitud 390 m snm.

Dimensiones: Desarrollo 10 m. Desnivel -4 m.

A unos 40 m sobre el cauce del río, en su margen derecha, destacan unos peñascos de relieve abrupto. Las rocas son esquistos areniscosos, de colores claros (grises a blancos) y forman grandes bloques de desprendimiento. El mayor de ellos forma una solapa rocosa, con una corta cueva de recubrimiento que atraviesa bajo el bloque mayor, presentando otras anfractuosidades entre bloques menores. El desarrollo total es de escasos 10 m (Figura 4). En la cavidad encontramos varias especies de araneidos y dos ejemplares del sapito *Alytes obstetricans* (familia Discoglossidae).

#### 2. Túneles de Elama.

Coordenadas UTM 30 N: N 4.781.610; E 598.140; Altitud 420 m snm.

Dimensiones: Desarrollo 20 m. Desnivel -2 m.

En el cauce alto del valle de Elama existe todo un conjunto de canalizaciones, para la captación de aguas, algunas de las cuales forman viaductos (con tuberías cerradas en su interior) que cruzan repetidas veces sobre el cauce, a modo de aéreos puentes. En otros casos son canales cerrados que siguen subhorizontalmente a lo largo de las laderas.

Cerca de la ferrería, en la margen izquierda del río, existe una zona plana elevada con depresiones y zanjas, por cuya base se adivina el trazado de una canalización. Remontando esta, se alcanza el inicio de una galería-túnel. En este tramo el río corre encajado formando un pequeño cañón y su margen izquierda es un peñasco rocoso de paredes verticales.

El trazado del canal salva este obstáculo perforando el peñasco a través de dos túneles consecutivos, a unos 10 m por encima del nivel del agua. El primer túnel tiene 8 m de longitud y conduce a una repisa sobre una poza del cañón. A este sigue un segundo túnel, con una ventana lateral, que prosigue otros 8 m, para luego seguir como canal horizontal a lo largo de una repisa colgada sobre el río (Figuras 5 á 8).

La sección de las galerías es de 2,5 m de alto x 1,7 m de ancho, pero el perfil del suelo es irregular, por rellenos de fragmentos detríticos de roca y hojarasca. La roca-caja es una lutita esquistosa, con óxidos de hierro. Las filtraciones locales hacia las galerías han generado numerosos recubrimientos de espeleotemas, principalmente de calcita y oxi-hidróxidos de hierro (hematita, limonita, goethita). Los túneles albergan una fauna troglóxena, constituida principalmente por araneidos, dípteros, lepidópteros y tricópteros.

#### MINAS EN LOS VALLES DE IZU Y URDALLUE

En los extremos E y W del vaso del embalse, se encuentran los valles de Izu y Urdallue, respectivamente, los cuales dirigen sus cauces de Sur a Norte. El primero de ellos tributa directamente al embalse y posee una galería de mina de prospección.

El segundo, Urdallue, es paralelo al valle de Elama, y en él se encuentra la mina de Lapurzulo que, según referencias, tiene una galería de 60 m de longitud, y otras minas menores. Actualmente (desde hace un año) la caída de un grueso árbol, existente sobre la boca de Lapurzulo, produjo su desenrraizamiento y deslizamiento de tierra que obstruye la boca, por lo que no es posible acceder a la galería de mina. Sin embargo, muy cerca de la referencia de esta cavidad y a unos 20 m por encima se encuentra un filón de hematita-siderita, sobre cuya traza encontramos dos minas menores, que denominamos Urdallue 1 y 2, y que topografiamos.

### 3. Mina de Izu.

Coordenadas UTM 30 N: N 4.785.770; E 599.620; Altitud 420 m snm.

Dimensiones: Desarrollo 10 m. Desnivel 0 m.

Es una pequeña mina de prospección situada en el borde del cauce del arroyo de Izu, en su margen izquierda, a 150 m de distancia aguas arriba de la confluencia de los arroyos de Izu y Arrekorrungo eureka (Figuras 9 á 11). La galería tiene 10 m de longitud y 2 m de diámetro y perfora un afloramiento rocoso de lutitas grises ricas en óxidos de hierro. Las aguas del río invaden la galería durante las crecidas y el suelo es un relleno de gravas y sedimentos arcillosos. Posee pequeños recubrimientos de calcita y óxidos de hierro.

# 4. Mina de Urdallue 1.

Coordenadas UTM 30 N: N 4.784.670; E 599.000; Altitud 520 m snm.

Dimensiones: Desarrollo 42 m. Desnivel -8 m.

Al 10 m sobre el nivel del camino que de la ferrería de Urdallue sigue hacia un antiguo depósito de aguas en la cresta del monte lzu, cerca de la mina obstruida de Lapurzulo y 20 m más alta. En esta ladera se aprecia en superficie un estrecho zanjón, que corta la ladera, con varias depresiones menores semi-obstruidas por derrumbe y la boca de la mina Urdallue 1.

La boca, de 2 m de diámetro, se abre en una depresión contra la pared del zanjón, formando un corredor estrecho que desciende -2 m más. Aquí se abre en dos galerías. La superior, tras remontar escalando +4 m sigue 8 m en corta galería horizontal. La inferior forma una galería de 3 m de alto x 1,4 m de ancho que desciende levemente a lo largo de 12 m de recorrido. Un destrepe de -3 m conduce a un nivel horizontal inferior de 6 m, más estrecho, en roca disgregable y que amenaza colapsar (Figura 12).

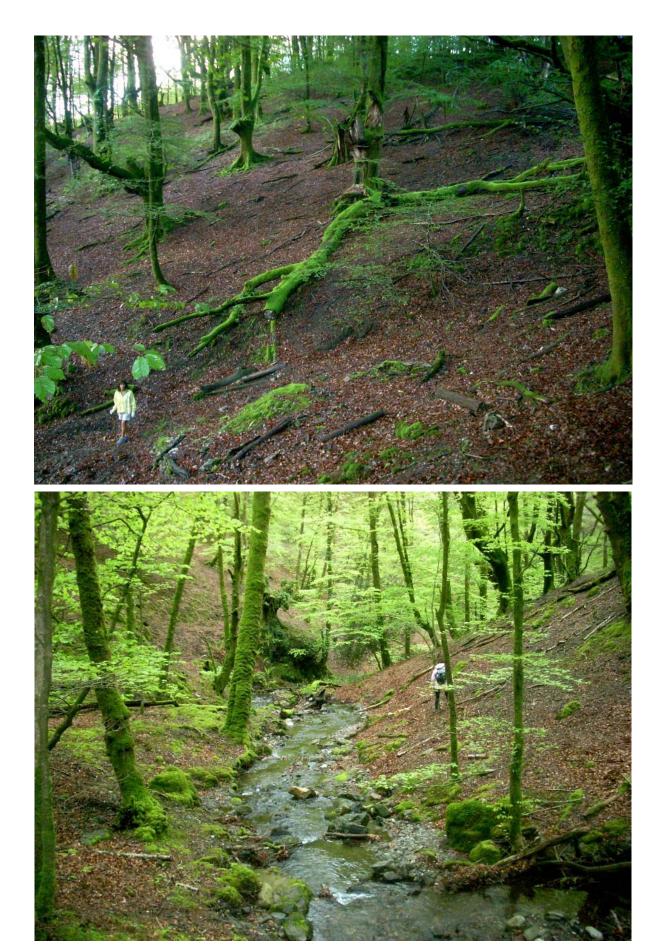
Ambas galerías, ligeramente sinuosas, siguen el mismo filón de hematita-siderita. Posee pequeñas espeleotemas formando recubrimientos de calcita, hematita, ópalo CT y probable smithsonita e hidrocincita.

### 5. Mina de Urdallue 2.

Coordenadas UTM 30 N: N 4.784.710; E 599.000; Altitud 540 m snm.

Dimensiones: Desarrollo 18 m. Desnivel 5 m (+4 m; -1 m).

Al lado de un camino superior (con restos de un canal), a 20 por encima de Urdallue 1 y sobre el mismo filón. La mina consta de una galería de 10 m de largo de cuyo techo sólo resta un arco de roca sobre el que crece un árbol (junto a dos claraboyas). En el fondo hay una pequeña galería. Posee también una ventana que comunica con un zanjón anexo, y otra pequeña boca con una galería de 4 m. La cavidad está en proceso de colapso (Figura 13). Posee algunos recubrimientos de hematita-goethita y de calcita.



**Figura 1.** La cuenca de Artikutza es una región de altas precipitaciones (2.800 mm/a) con una importante cobertura boscosa de hayedos. La parte Sur de la cuenca, por su lejano acceso, es muy poco conocida.



**Figura 2.** Alto valle del río Elama: Una importante fuente de agua. En el pasado fue sede de una intensa actividad minera. Entre los esquistos Paleozoicos se encuentran filones de siderita, con óxidos de hierro y sulfuros metálicos.



**Figura 3.** En el valle de Elama se construyó una importante red de canales y viaductos (con tuberías cerradas) para llevar agua a la ciudad de Donosti. Algunas canalizaciones perforan túneles en la roca. Algunos pasos sobre el cauce del río son muy aéreos.



Figura 4. Cuevas de recubrimiento y abrigos en Arriundiñeta, en peñascos de arenisca y esquistos Paleozoicos.

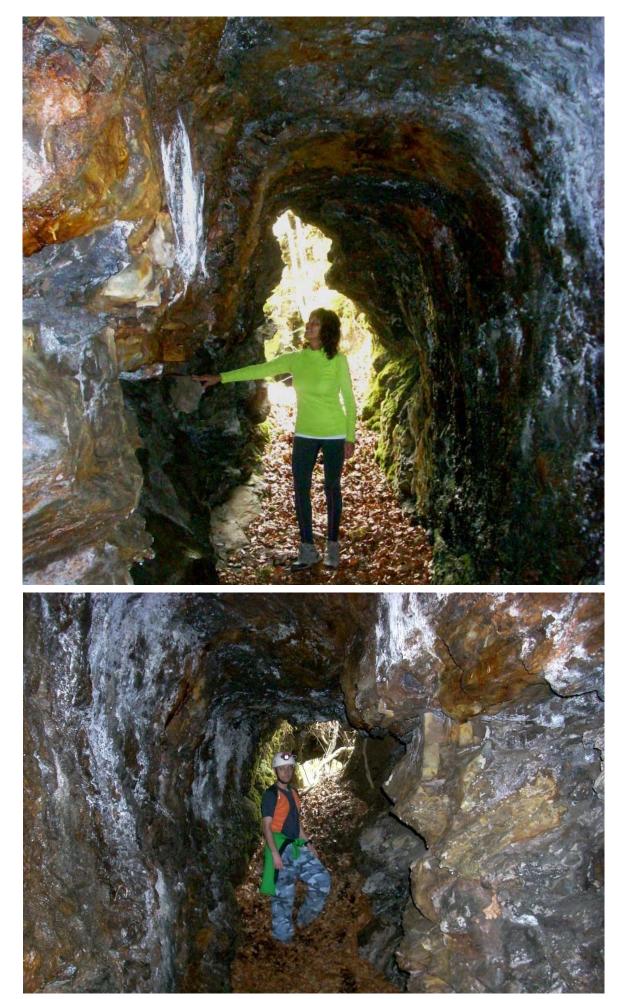
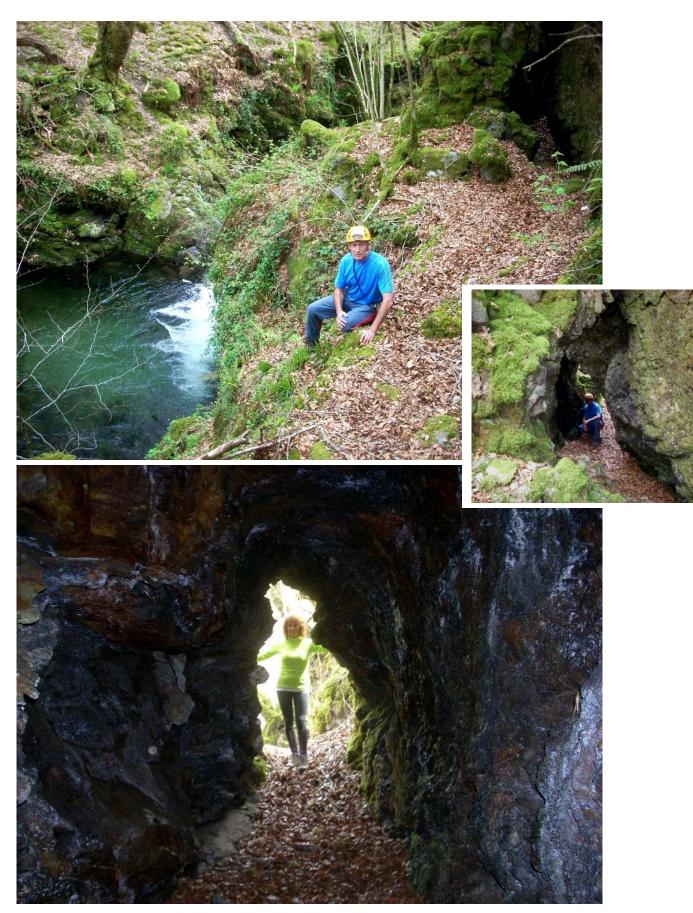


Figura 5. Túneles con canalizaciones en el valle de Elama. Poseen espeleotemas de calcita y óxidos de hierro.



**Figura 6.** Túneles de Elama, con espeleotemas de calcita, hematita, limonita y goethita. La roca-caja es una lutita esquistosa, con alto contenido en óxidos de hierro.



**Figura 7.** Tramos de túneles con canalizaciones en Elama. Los túneles perforan un peñasco en un sector donde el río forma un pequeño cañón. Plataforma sobre una poza del río y otro túnel con una ventana lateral.

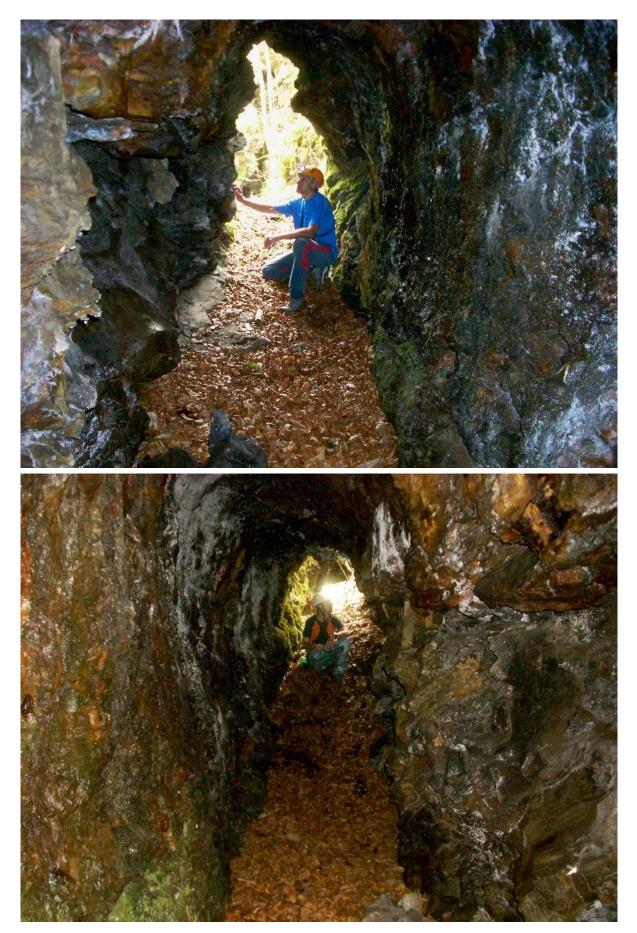


Figura 8. Detalles de morfología de las galerías y espeleotemas en los túneles de Elama.



Figura 9. Remontando el arroyo de Izu. Semioculta, en un recodo del abrupto cauce, se abre una boca de mina.





**Figura 10.** Mina de Izu. Es una pequeña mina de prospección, de 10 m, que invaden las aguas del río durante las crecidas. Posee pequeñas espeleotemas de calcita y óxidos de hierro.

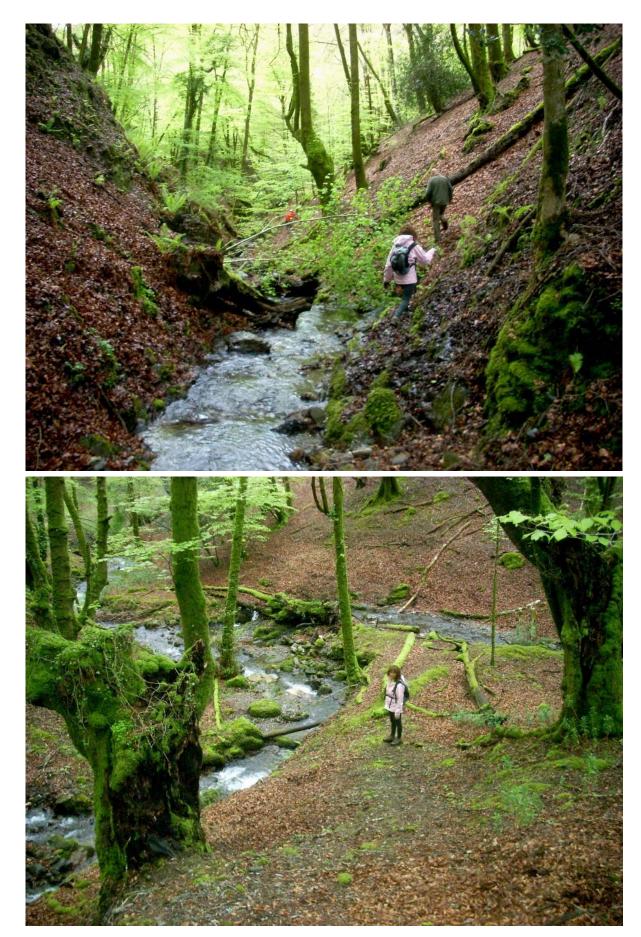


Figura 11. Descendiendo de la mina del valle de Izu, hacia la confluencia con Arrekorrungo erreka y el embalse.



**Figura 12.** Mina de Urdallue 1. Zanjón y galería de entrada, siguiendo un filón de hematita-siderita (imágenes superiores). Galerías internas de la mina, con pequeñas espeleotemas (imágenes inferiores).



**Figura 13.** Mina de Urdallue 2. Arriba: vista de la galería principal, semi-colapsada, con un puente de roca sobre el cual crece un árbol, y una ventana lateral. Abajo: Galería secundaria y filón de siderita.



Figura 14. Remontando el valle de Arrekorrungo erreka hacia la cascada de Pagolleta-Malda.

#### **CUEVAS DE RECUBRIMIENTO EN ESQUISTOS EN PAGOLLETA**

Remontando el valle de Arrekorrungo erreka, se localizan varios abrigos en escarpes rocosos y entre bloques de recubrimiento en el fondo del cauce. Tras pasar la confluencia de un pequeño afluente, el arroyo principal procede del flanco Sur del monte Pagolleta-Malda y collado de Amekorrun. A unos 120 m aguas arriba de la confluencia se encuentra un escarpe rocoso con una espectacular cascada. En la base de la pared de roca hay algunos abrigos, pero bajo el reborde superior del escarpe, al lado de la parte alta de la cascada, se presenta un abrigo mayor, que conforma una pequeña cueva en esquistos.

#### 6. Cueva de la cascada de Pagolleta.

Coordenadas UTM 30 N: N 4.785.240; E 600.080; Altitud 480 m snm.

Dimensiones: Desarrollo 12 m. Desnivel -2 m.

Es una cavidad natural formada bajo una repisa rocosa de esquistos que corona un escarpe vertical de 15 m de altura, a un costado del cual desciende la cascada. El acceso es complicado y se accede a través de una repisa en el borde superior. Se trata de un abrigo amplio, pero de techo bajo, que profundiza en dos puntos distintos algo más de 5 m hacia el interior (Figuras 14 á 16). Posee pequeñas estalactitas y recubrimientos milimétricos de calcita, junto a otros botroidales de ópalo CT.

## **CUEVAS Y SIMAS EN CALIZA (ZONA SUR DEL EMBALSE)**

En la parte central-sur del embalse de Artikutza (sobre el flanco NW del monte Izu), afloran varios lentes de caliza marmórea que se superponen desde la parte alta hasta prácticamente la orilla del embalse. Los paquetes de estas calizas tienen por lo general un espesor reducido, los mayores del orden de 20 m, aunque frecuentemente son mucho más delgados, no pudiendo ser siquiera representados en cartografía. En este sector Sur llegan a ser observables hasta siete niveles distintos, de poca continuidad lateral, el más potente de los cuales es el más meridional.

Estas calizas son de color gris azulado, estratificadas en lechos de 20 cm de espesor, con laminación paralela. Están muy recristalizadas y sus contactos con los esquistos no son netos, sino que se cambian gradualmente en los límites de cada barra caliza, a calizas arenosas y a intercalaciones lutíticas, que pasan a ser dominantes al desaparecer los estratos calizos. Vistas al microscopio muestran un entramado de cristales de esparita, de 0.05 á 0.2 mm de diámetro, con bordes suturados. Entre ellos hay dispersos granos redondeados de cuarzo, de 0.02 mm de diámetro, que representan el 5% de la roca.

En los niveles superiores hemos encontrado buenos ejemplos de lapiaz, pero no cavidades. En los niveles inferiores hemos encontrado dos cavidades (que describimos a continuación). Pero dado que las barras de caliza están muy enmascaradas por la cobertura edáfica y vegetal, no se descarta que puedan aparecer más cuevas en esta zona.

### 7. Cueva Artikutza Sur 1.

Coordenadas UTM 30 N: N 4.785.440; E 598.520; Altitud 410 m snm.

Dimensiones: Desarrollo 40 m. Desnivel -10 m.

Es una cavidad natural que se abre en la base de una pequeña pared en el flanco de un barranco. Tiene una boca amplia, de 4 m de diámetro, que prosigue en galería descendente (de 15 m de largo y 8 m de desnivel) hasta una sala de 5 m de diámetro y 6 m de altura. En el fondo y a un costado del salón posee dos pequeñas galerías adicionales, que se cierran en gateras impracticables.

La primera de ellas se abre en la pared de la sala a través de dos ventanas superpuestas. Sigue en galería meandro de 6 m con diversas espeleotemas. En el fondo de la sala hay un pequeño nicho, de 3 m, del que parte una galería arrastradero en sentido opuesto al fondo. Reptando hacia el interior se alcanza un tobogán que desciende -2 m y va a dar a una poza de agua que inunda la estrecha gatera inferior (Figuras 17 á 22). Adicionalmente, en la sala y en la galería de entrada, hay tres prolongaciones ascendentes en chimenea, que suman 10 m adicionales de desarrollo. En estas altas chimeneas habitan quirópteros, que tratamos de identificar pero volaban repetidas veces. No obstante, por su talla, coloración, morfología y tipo de vuelo, muy probablemente corresponden a la especie *Pipistrellus kuhli* (de la familia Vespertilionidae).

La cavidad posee también fauna de invertebrados troglóxenos, con diversas especies de gasterópodos, araneidos, opiliones, isópodos terrestres y varios órdenes de insectos. No hemos hallado ejemplos de especies troglomorfas, pero cabe decir que se trató de prospecciones puntuales, sin empleo de cebos atraventes.

En las paredes de la sala y en su bóveda se aprecia la laminación paralela de estas calizas de colores azulados, que forman diseños concéntricos en las cúpulas de bóveda, así como todo un conjunto de espeleotemas diversas. Dominan ampliamente los recubrimientos blancos y pequeñas estactitas de calcita. En algunos puntos hay algunos recubrimientos ocres, rojizos y negros de oxi-hidróxidos de hierro (principalmente de goethita). En la parte baja de la sala e inicio de la galería inferior existe todo un conjunto de pequeñas espeleotemas botroidales y coraloides de calcita y ópalo CT, junto a penachos dispersos de finos recubrimientos de aspecto algodonoso, constituidos por delgadas acículas de yeso.

Se puede decir que la lente de caliza está perforada en todo su espesor por pequeños conductos y cavitaciones, con morfología de corrosión y pequeños meandros, además de la amplia sala y galería de acceso. Junto a superficies donde aflora la roca-caja, hay otras con sólo tenues recubrimientos de espeleotemas.

#### 8. Sima Artikutza Sur 2.

Coordenadas UTM 30 N: N 4.785.660; E 598.660; Altitud 385 m snm.

Dimensiones: Desarrollo 128 m. Desnivel -22 m.

La cavidad es una sima de 4 m de diámetro que cae en rampa subvertical (pendientes de 50 á 45°) a lo largo de 26 m de longitud y -18,5 m de desnivel, suavizándose la pendiente en su parte inferior. El suelo de la rampa es un relleno resbaladizo de pequeños bloques, arcilla y hojarasca (Figuras 23 y 24).

En el fondo de la sima se alcanza la orilla de un lago profundo, donde es necesario nadar para cruzarlo (la profundidad del agua supera los 2,5 m). El lago sigue una galería de 20 m de largo, 7 m de ancho y techo a 5 m de altura, sin orillas. En el lado opuesto se levantan unos grandes peñascos que cierran el perímetro del fondo (Figura 25). El nivel del lago parece corresponder al nivel del embalse (situado a escasos 30 m de distancia en planta de este punto). En aguas altas, el nivel del lago debe ascender 2-3 m, inundando un volumen algo mayor, hasta el pie de la vertical de acceso.

En un costado de la sima, a +5 m sobre el nivel del lago, la cavidad se amplía formando una red de galerías colgadas, con numerosas espeleotemas (Figuras 26 y 27). Desde la vertical de descenso es necesario desplazarse lateralmente sobre un reborde resbaladizo para alcanzar el inicio de esta red fósil. La cornisa o galería de acceso da paso a una amplia sala con bóveda a 3 m de altura, donde la cavidad se ramifica. Dos pequeñas galerías subhorizontales parten en dirección Este para enlazar lateralmente y caer en simas de 4-5 m sobre el nivel del lago.

La continuación principal es una galería ascendente, con grandes coladas. En su parte baja horizontal, con varios gours, se accede a un paso de techo bajo (1 m) que continua en galería más amplia por espacio de 10 m más hacia el NW. Otro paso, lateral, enlaza la parte alta de la galería previa con este sector del fondo, existiendo también un conjunto de pequeños laterales ascendentes.

Desde la primera sala parte otra galería de 8 m que desciende hacia el Sur y se amplía en sala bajo la rampa de la sima. Tiene también varias prolongaciones, una de las cuales coincide con una grieta-sima existente en la parte media de la sima de acceso. La más larga de las continuaciones es una pequeña galería meandro que asciende un reborde de 2 m de alto y prosigue subhorizontal 10 m más hacia el NW.

Toda la red fósil presenta numerosas espeleotemas de calcita (estalactitas, estalagmitas, coladas, gours, recubrimientos tipo moonmilk, formas botroidales y excéntricas. En las galerías cercanas al lago, la caliza presenta leptoclasas o fisuras rellenas de óxidos de hierro, que al disolverse la caliza han quedado en relieve positivo formando prominentes láminas y delgadas cuchillas, muy frágiles y de colores negros, que contrastan con los recubrimientos blancos de calcita. También se observan numerosos recubrimientos orgánicos amarillos y dorados (Figura 28), constituidos por plasmodios y cuerpos fructíferos de protozoos Amoebozoa (amebas cavernícolas gigantes). Existen algunas raras espeleotemas de probable hematita-goethita y de ópalo CT.

La cavidad es frecuentada por micromamíferos (observamos en vivo ratones de monte *Apodemus*) y por carnívoros (gatomontés y zorro), encontrándose huellas y heces de los mismos en la arcilla de las galerías y orilla del lago subterráneo. En la rampa de hojarasca de la sima de acceso se observó fauna troglóxena propia de biotopos hemiedáficos de superficie, que puede ingresar por gravedad o atraídos por las condiciones húmedas y oscuras del enclave. Hay referencias también de haber sido observadas truchas en el lago, lo que indicaría la existencia de comunicación subacuática con las aguas del embalse.

En la red principal de galerías no ha sido efectuado un muestreo detallado con cebos atrayentes, por lo que son pocas las especies observadas de artrópodos. Destaca fauna troglóxena (principalmente dípteros y gasterópodos) en el inicio de la zona oscura. Y algunas especies troglófilas de araneidos, opiliones, diplópodos, isópodos, y colémbolos.

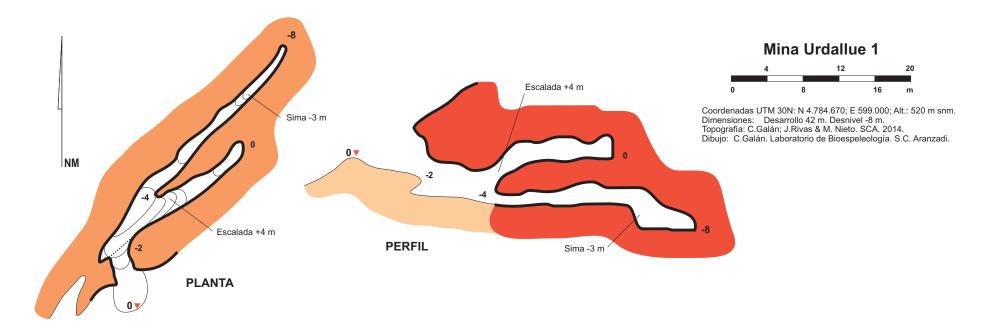
La cavidad es una típica sima-cueva en caliza, que podría ser objeto de prospecciones más detalladas. Adicionalmente, la existencia del lago es producto de la construcción del embalse adyacente de Artikutza. Existe por tanto la posibilidad potencial de que la cueva natural fuera mucho más extensa y cerca de 30 m más profunda, quedando actualmente una red inferior de galerías completamente inundada (y tal vez colmatada) bajo el nivel del embalse. En las inmediaciones hay otros sectores con afloramientos de caliza, los cuales no han sido prospectados en detalle. Por lo que futuras prospecciones pueden poner al descubierto la existencia de cavidades adicionales, del mismo sistema o de sistemas contiguos.

### **DISCUSION Y CONCLUSIONES**

Las ocho cavidades descritas suman un desarrollo acumulado de galerías de 280 m y presentan un conjunto de rasgos semejantes o análogos en cuanto a condiciones medio-ambientales. Se trata así de una serie de pequeñas cavidades, naturales y artificiales, que las aguas de infiltración y el paso del tiempo han ido retrabajando hasta otorgarles su aspecto actual.

La fauna hasta ahora hallada en las galerías subterráneas comprende preferentemente formas troglóxenas y algunas troglófilas, sin adaptaciones especiales para la vida hipógea, pero con preferencia por biotopos húmedos y oscuros. En adición, las galerías pueden ser frecuentadas por diversas especies de mamíferos, anfibios y peces.

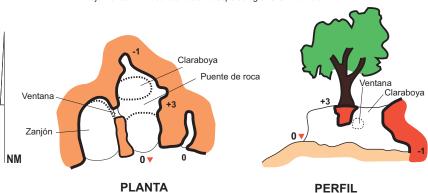
Las espeleotemas halladas comprenden ejemplos de varios minerales secundarios (calcita, oxi-hidróxidos de Fe, smithsonita-hidrocincita, ópalo CT y yeso) cuya diversidad es mayor en las minas de Elama, estudiadas previamente (Galán et al, 2014). Con la excepción de los cristales de yeso (de la cueva Artikutza Sur 1), las demás espeleotemas ya habían sido reportadas para Elama.







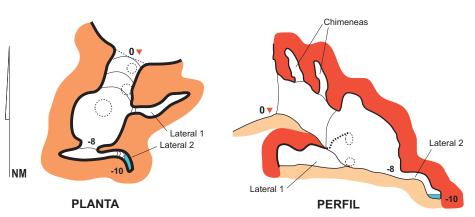
Coordenadas UTM 30N: N 4.784.710; E 599.000; Alt.: 540 m snm. Dimensiones: Desarrollo 18 m. Desnivel 4 m (+3 m; -1 m). Topografía: C.Galán; J.Rivas & M. Nieto. SCA. 2014. Dibujo: C.Galán. Laboratorio de Bioespeleología. S.C. Aranzadi.

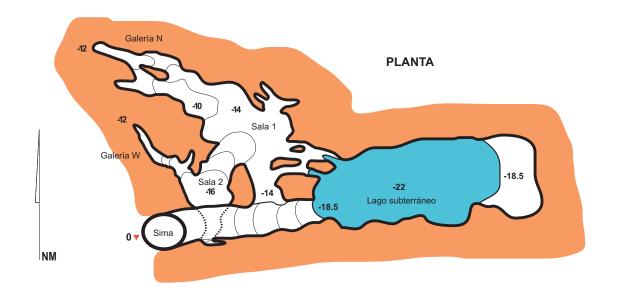


# Cueva Artikutza Sur 1



Coordenadas UTM 30N: N 4.785.440; E 598.520; Alt.: 410 m snm. Dimensiones: Desarrollo 40 m. Desnivel -10 m. Topografía: C.Galán; J.Rivas & M. Nieto. SCA. 2014. Dibujo: C.Galán. Laboratorio de Bioespeleología. S.C. Aranzadi.

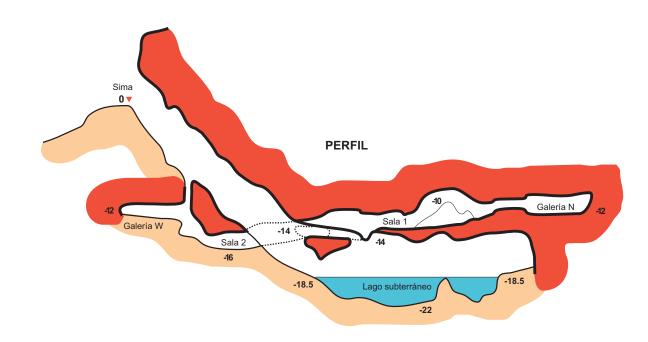


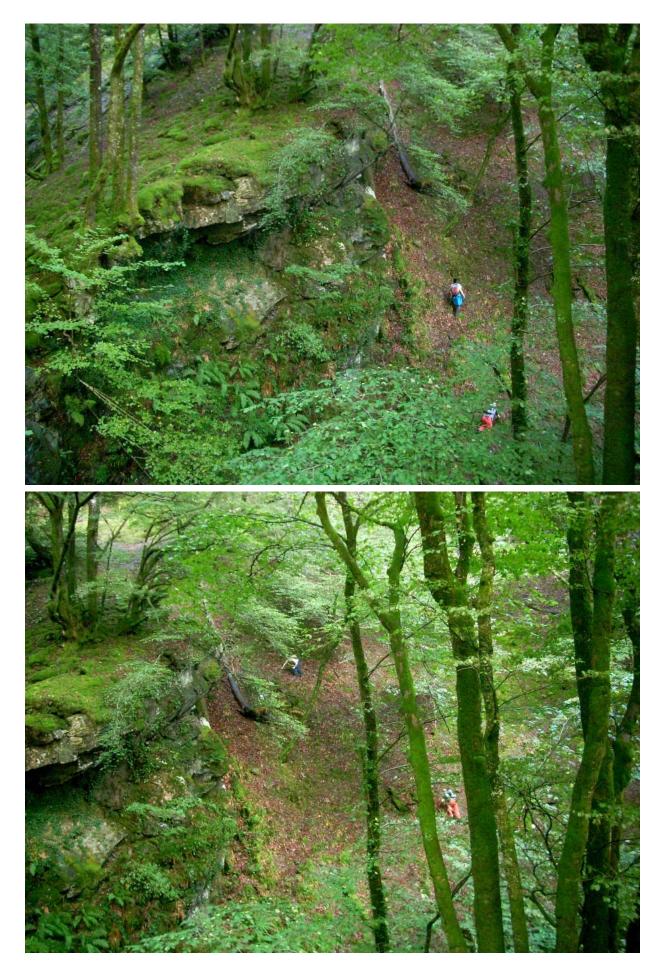


# Sima Artikutza Sur 2



Coordenadas UTM 30N: N 4.785.660; E 598.660; Alt.: 385 m snm. Dimensiones: Desarrollo 128 m. Desnivel -22 m. Topografía: C.Galán; J.Rivas & M. Nieto. SCA. 2014. Dibujo: C.Galán. Laboratorio de Bioespeleología. S.C. Aranzadi.





**Figura 15.** La cueva de la cascada de Pagolleta se abre bajo el borde de un escarpe rocoso, de difícil acceso, en esquistos de edad Paleozoico.





Figura 16. Cueva de la cascada de Pagolleta, en la parte superior del escarpe, al lado de la cascada.



Figura 17. La cueva Artikutza Sur 1 se abre en un peñasco de caliza marmórea en el flanco de un pequeño valle.

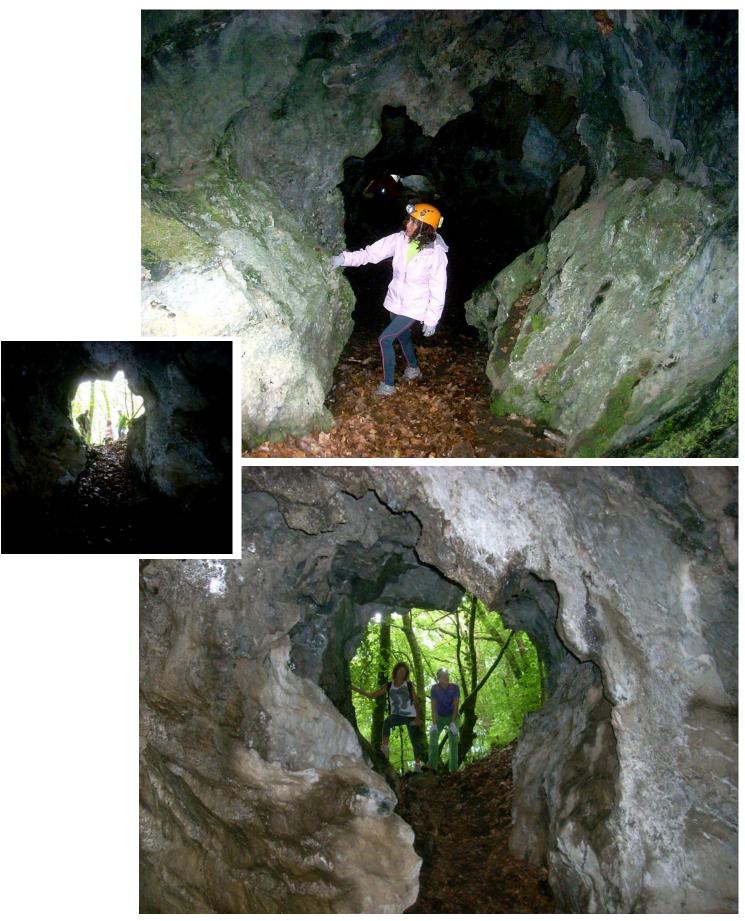


Figura 18. Boca y galería de acceso a la cueva de Artikutza Sur 1, cavidad natural en calizas Paleozoicas.

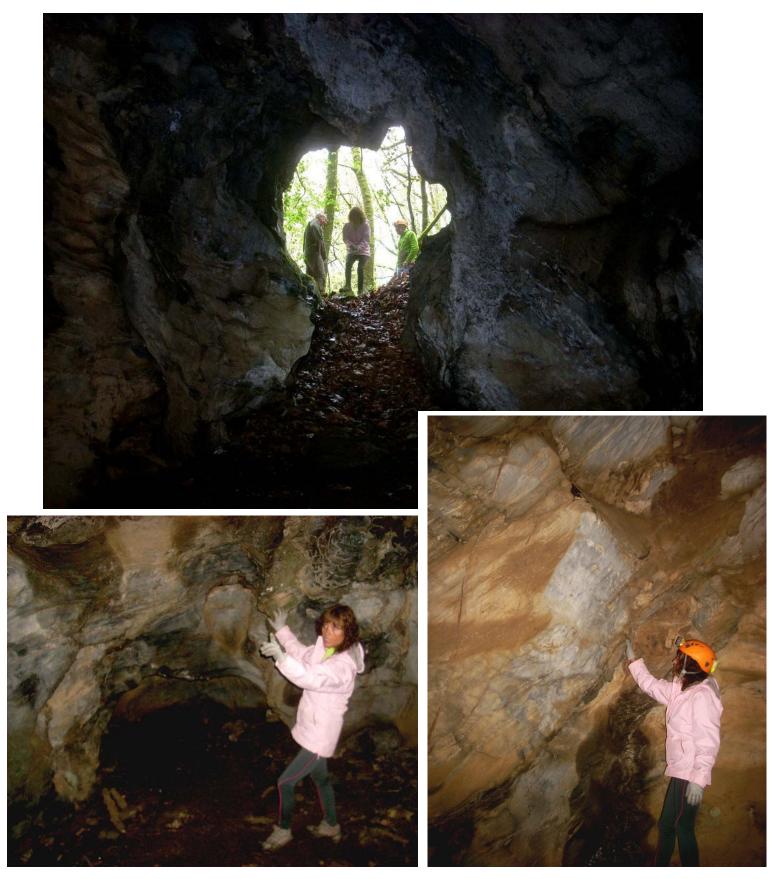


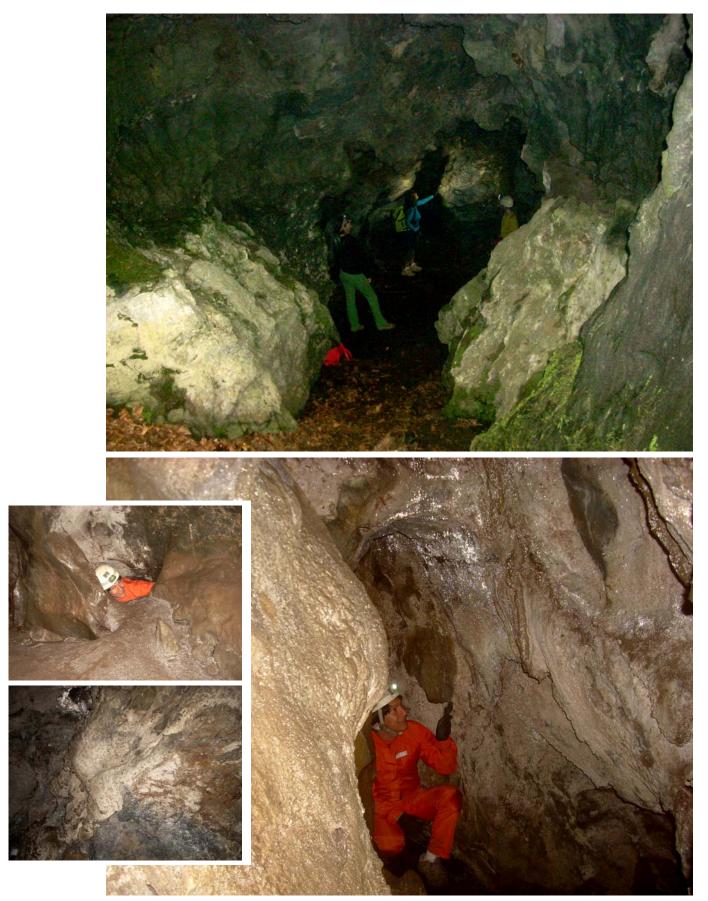
Figura 19. Galería de acceso y sala interna de la cueva Artikutza Sur 1. Arranque de la galería lateral inferior.



**Figura 20.** Cueva Artikutza Sur 1. Galería meandro lateral y detalle de la roca-caja caliza, en las paredes (recuadro) y sobre la bóveda (imagen inferior). Puede apreciarse las laminaciones de la caliza (concéntricas en cúpulas de la bóveda), su color gris-azulado, y recubrimientos de espeleotemas blancas de calcita.



**Figura 21.** Cueva de Artikutza Sur 1. Espeleotemas blancas de calcita y ocres de óxidos de Fe (imagen superior). Estalactitas botroidales (blancas y grises) de calcita y ópalo CT, y penachos algodonosos de acículas de yeso (flechas rojas; imágenes inferiores).



**Figura 22.** Cueva Artikutza Sur 1. Galería de acceso (imagen superior). Meandro, en el lateral N (imagen inferior). Galería arrastradero (lateral inferior) y detalles de espeleotemas de calcita y goethita (recuadros).



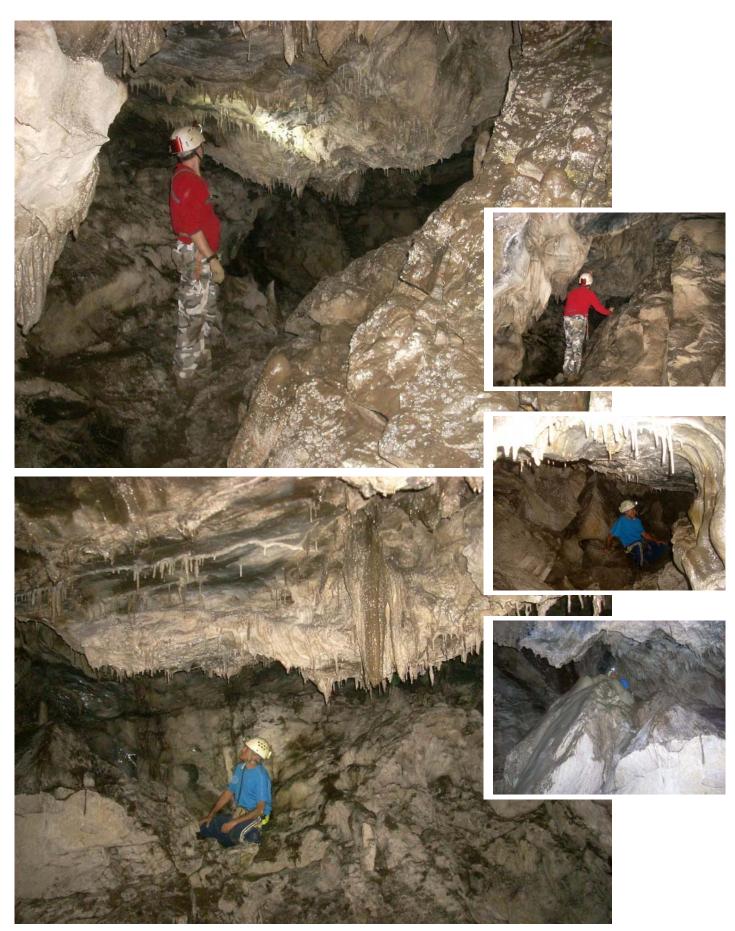
Figura 23. Sima Artikutza Sur 2. Boca y vertical de acceso, de -18,5 m. La cavidad se desarrolla en calizas marmóreas.



**Figura 24.** Sima Artikutza 2. Detalles de la vertical de acceso, vistas desde superficie (imágenes superiores) y desde el interior, en la orilla del lago (imagen inferior, con niebla de condensación).



**Figura 25.** Sima Artikutza Sur 2. Detalles de la galería del lago subterráneo. Arriba: orilla al pie de la vertical. Debajo: vistas hacia el interior y pared izquierda. La profundidad del agua supera los 3 m.



**Figura 26.** Sima Artkutza Sur 2. Detalles de la red de galerías fósiles. Arriba: acceso desde la cornisa. Debajo: primera sala. Recuadros: Detalles de galerías internas y coladas sobre bloques. Con profusión de espeleotemas de calcita.



Figura 27. Sima Artikutza Sur 2. Red de galerías laterales, con profusión de espeleotemas de calcita.



**Figura 28.** Sima Artikutza Sur 2. Galerías que se dirigen a simas sobre el lago subterráneo. En este sector la caliza presenta láminas de óxidos de hierro y numerosos recubrimientos orgánicos amarillos y dorados de protozoos Amoebozoa. También estalagmitas y moonmilk con vermiculaciones moteadas.

La rara ocurrencia de yeso, a pesar del alto contenido en sulfuros en las rocas encajantes, puede ser debida a la alta humedad de las galerías subterráneas y probablemente también al pH ácido de las aguas. En el caso de la cueva Artikutza Sur 1, el ambiente puede ser algo más seco o ventilado, y las aguas pueden tener un pH más básico por infiltrarse a través de una lente de caliza.

De modo inverso, destaca el predominio de la ocurrencia de espeleotemas de calcita, o de calcita y ópalo, sin importar las diferencias en litología de unas a otras cavidades. El calcio y el silicio obviamente están disponibles entre los componentes de las rocas involucradas. Pero tal vez este predominio de la calcita, y el rápido crecimiento de espeleotemas de este mineral, puede obedecer o ser explicado por un proceso de formación distinto al habitualmente considerado para la formación de espeleotemas de calcita en cuevas del karst clásico en caliza.

El mecanismo habitual para la génesis de espeleotemas de calcita en cuevas consiste en la evaporación y/o pérdida de CO<sub>2</sub> del agua percolante al alcanzar las galerías; esta agua cargada de bicarbonato en solución, alcanza la sobresaturación y precipita formando las espeleotemas de calcita. Pero otro modo de ocurrencia ha sido estudiado al observar el rápido crecimiento de la calcita bajo puentes, túneles y estructuras de cemento. En este caso las soluciones percolantes portan hidróxido de calcio Ca (OH)<sub>2</sub> y al alcanzar las galerías o el aire libre, toman CO<sub>2</sub> de la atmósfera, formando el carbonato de calcio que precipita como calcita. Así, estas espeleotemas son formadas no por pérdida de CO<sub>2</sub> de las soluciones, sino por absorción de CO<sub>2</sub> (Hill & Forti, 1997). Esta última reacción es mucho más rápida que la típica reacción de precipitación de la calcita en cuevas, y por ello el crecimiento de estalactitas bajo puentes y construcciones puede ser mucho más rápido, habiendo reportes de crecimientos de hasta algo más de 1 cm por año. No obstante, cuando el hidróxido de calcio disponible se torna escaso, estas espeleotemas de calcita cesan en su crecimiento o pueden tener una ulterior evolución por los dos mecanismos clásicos, de pérdida de CO<sub>2</sub> y evaporación.

El cemento contiene una mezcla de silicatos de calcio y aluminatos y, a medida que se degrada con el tiempo, el agua lixivia hidróxido de calcio, el cual es 200 veces más soluble en agua que la calcita (Sefton, 1988). Esta lixiviación, que está en la base de la posterior formación de calcita por absorción o toma de CO<sub>2</sub> atmosférico, puede ocurrir también en rocas ricas en silicatos, tales como los esquistos y lutitas involucrados en este trabajo. Otro factor que puede influir en la rápida génesis de calcita puede ser la acción de microorganismos (Northrup et al, 1997), ya que muchas poblaciones de bacterias facilitan o propician su precipitación.

En todo caso es claro que las espeleotemas de calcita (en forma de recubrimientos y pequeñas estalactitas) se forman con mucha facilidad y muy rápidamente en estos tipos de cavidades.

Nuestra principal conclusión es que este conjunto de minas, túneles y cuevas presenta diversos rasgos de interés científico, tanto por su morfología (en superficie y subterránea), sus características hidrogeológicas, su diversidad de espeleotemas y la presencia de fauna hipógea. Seguramente la realización de estudios más detallados podría aportar muchas otras novedades de interés y desde luego constituye un tipo de medio hipógeo que merece ser estudiado y conservado en su estado actual.

### **AGRADECIMIENTOS**

A todos los compañeros y colaboradores del Laboratorio de Bioespeleología de la Sociedad de Ciencias Aranzadi que nos acompañaron en los trabajos de campo, en especial a David Arrieta Etxabe, Iñigo Herraiz, Carolina Ayala, Amílcar Bedoya, Piero Di Bartolomeo, Daniel Arrieta y Sira Plana Marín. A los guardas forestales de Artikutza, en especial a Iñaki Uranga y Aitor Goitia, por su valiosa cooperación y ayuda. Por último, a las recomendaciones de otros colegas que revisaron desinteresadamente el contenido de la presente nota.

### **BIBLIOGRAFÍA**

- Campos, J. 1979. Estudio geológico del Pirineo vasco al W del río Bidasoa. Munibe, S.C.Aranzadi, 31(1-2): 3-139.
- Galán, C. 2001. Primeros datos sobre el Medio Subterráneo Superficial y otros habitats subterráneos transicionales en el País Vasco. Munibe Cienc.Nat., 51: 67-78.
- Galán, C. 2003 a. Ecología de la cueva de Guardetxe y del MSS circundante: un estudio comparado de ecosistemas subterráneos en materiales del Cretácico tardío del Arco Plegado Vasco. Página web SCA. Archivo PDF: 20 pp.
- Galán, C. 2003 b. Fauna cavernícola, hidrogeología y mineralogía de espeleotemas en una mina-cueva de Leiza, Navarra. Trabajo realizado para Gobierno de Navarra, Dpto. Obras Públicas, Transporte y Comunicaciones, Servicio de Proyectos, Tecnología y Obras Hidraúlicas, Pamplona, 14 pp + 12 lám. fotograf. + Pág. Web SCA., 26 pp.
- Galán, C.; D. Peña & M. Nieto. 2004. Las minas de Anoeta y su fauna cavernícola asociada (macizo de Ernio, País Vasco). Pág. web aranzadi-sciences.org, Archivo PDF, 14 pp.
- Galán, C.; J. Rivas & M. Nieto. 2014. Minas y cuevas de Elama (Artikutza): Hidrogeología, fauna y evolución. Publ. Dpto. Espeleol. S.C. Aranzadi. Web aranzadi-sciences.org, Archivo PDF, 62 pp.
- Hill, C.A. & Forti, P. 1997. Cave minerals of the world. 2nd ed. Huntsville, Ala., National Speleological Society, 463 p.
- Northup, D. E.; Reysenbach, A. L. & N. R. Pace. 1997. Microorganisms and speleothems. In: Hill & Forti, eds., Cave Minerals of the World, 2nd ed, National Speleological Society, Huntsville, p. 261-266.
- Sefton, M. 1988. "Manmade" speleothems. South African Speleol. Assoc. Bull., 28: 5-7.