

**CAVIDADES EN ARCILLA EN CABEZOLOBO Y BARRANCO DEL GATO (BARDENA BLANCA).**

*Cavities in clay in Cabezolobo and gully Cat (Bardena Blanca).*

**Carlos GALÁN, Iñigo HERRAIZ & Marian NIETO.**

*Sociedad de Ciencias Aranzadi. Mayo 2018.*



# CAVIDADES EN ARCILLA EN CABEZOLOBO Y BARRANCO DEL GATO (BARDENA BLANCA).

Cavities in clay in Cabezolobo and gully Cat (Bardena Blanca).

---

**Carlos GALÁN, Iñigo HERRAIZ & Marian NIETO.**

Laboratorio de Bioespeleología. Sociedad de Ciencias Aranzadi.

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

E-mail: [cegalham@yahoo.es](mailto:cegalham@yahoo.es)

Mayo 2018.

## RESUMEN

El trabajo describe un conjunto de cavidades localizadas en la red de barrancos de Cabezolobo y cabecera del barranco del Gato, zona Norte de la Punta de la Estroza (Bardena Blanca). Las cavidades se desarrollan en lutitas ocre y rojas de la Formación Tudela, de edad Mioceno. La mayoría de ellas son cortos túneles y arcos de roca que perforan las paredes de los cañones y de relieves residuales. Dos de las cavidades exploradas son más extensas (de 60 y 82 m) y se han formado en continuidad con gullies, sobre el talud de las mesetas, presentando claraboyas sucesivas, abiertas a la superficie. Se discuten sus rasgos hidrogeológicos, ilustrando el trabajo con fotografías.

*Palabras clave:* Espeleología física, Karst en arcilla, Procesos de tubificación, Hidrogeología, Geomorfología.

## ABSTRACT

The work describes a set of cavities located in the network of ravines of Cabezolobo and head of Gully Cat, North of Punta de la Estroza (Bardena Blanca). The cavities develop in ochre and red clays of the Tudela Formation, of Miocene age. Most of them are short tunnels and rock arches that pierce the walls of the canyons and residual reliefs. Two of the explored cavities are more extensive (60 and 82 m) and have formed in continuity with gullies, on the slope of the plateaus, presenting successive skylights, open to the surface. Its hydrogeological features are discussed, illustrating the work with photographs.

*Keywords:* Physical Speleology, Karst in clay, Piping processes, Hydrogeology, Geomorphology.

## INTRODUCCION

En la extensa región semi-desértica de las Bardenas, localizada en el Sur de Navarra, la Sociedad de Ciencias Aranzadi ha descubierto y estudiado una gran cantidad y diversidad de cavidades en arcilla, una litología inusual para el desarrollo del karst, pero que se está revelando de gran interés por contener los mayores sistemas de simas y cuevas en arcilla hasta ahora conocidos a nivel global (Galán, 2015; Galán et al, 2017, 2018). Estas cavidades han sido formadas fundamentalmente por procesos de piping y erosivos en arcillas y lutitas, aunque existe cierto grado de disolución de los materiales parentales.

Las arcillas de la Formación Tudela poseen altos valores de sodio intercambiable y cambian sus propiedades físicas según su estado de hidratación. Al haber un predominio de arcillas expansivas, se favorece el agrietamiento y se canaliza la escorrentía hacia el interior del sedimento. La disolución del sodio acelera la pérdida de coherencia y desflocula las arcillas, produciendo tubificación o piping. Los flujos de infiltración se canalizan y generan conductos subterráneos tubulares (pipes), los cuales conducen el drenaje y evolucionan excavando volúmenes mayores de roca, generando de este modo simas y cuevas. El proceso de piping actúa por remoción de partículas en materiales granulares y rocas poco solubles. En su forma pura el piping es el extremo teórico de un espectro espeleogenético, con 100% de disolución kárstica en el extremo opuesto (Parker & Higgins, 1990; Dunne, 1990; Halliday, 2004). Entre ambos extremos hay toda una gama de situaciones intermedias, donde disolución y piping pueden actuar juntas, en variables proporciones, existiendo un continuo entre cuevas de tubificación y de disolución, en rocas de distintas solubilidades.

Las exploraciones efectuadas en años recientes en la extensa red de cañones y mesetas de las Bardenas, muestra que existen zonas con multiplicidad de cavidades, sólo reconocibles mediante la prospección directa del terreno. Se puede decir que cada nueva exploración aporta nuevos datos y hallazgos de cavidades. De ahí el interés en seguir explorando nuevas zonas, como la abordada en este trabajo, ya que añade información sobre la espeleogénesis y diversidad de rasgos de las cuevas en arcilla.

## MATERIAL Y METODOS

En la prospección y exploración de cuevas se utilizaron frontales con iluminación de Leds y técnica de jumars para verticales. Se efectuaron levantamientos topográficos con instrumental de precisión Suunto (brújula y clinómetro). Los planos fueron dibujados en formato digital con programa Freehand. Varias muestras de roca fueron estudiadas en laboratorio bajo microscopio binocular Nikon. Se tomaron fotos a color con una cámara digital Canon, a fin de ilustrar las principales características de las cavidades y de diversas geoformas existentes en su entorno.

## RESULTADOS

Las cavidades descubiertas se localizan al N y NW de la Punta de la Estroza (462 m snm), sobre los flancos S de Cabezolobo y E del plano de La Estroza, en territorio de Navarra. Este sector forma un entrante topográfico, cóncavo hacia el E, surcado por el barranco del Gato, el cual desciende hacia la zona de Bojacar y el Barranco Grande.

Los materiales aflorantes corresponden a lutitas ocre y rojas de la Formación Tudela, Facies de Las Bardenas, de edad Orleaniense (Mioceno, Terciario). Constituyen la unidad litoestratigráfica 369, descrita por Faci Aparicio et al (2002) y SITNA Navarra. El área contiene algunos fragmentos de glaciares de acumulación, con gravas y cantos rodados Pleistocenos-Holocenos (unidad litoestratigráfica 517) y rellenos de fondos de valle con arcillas y limos Holocenos (unidad 527).

Las cavidades exploradas se localizan en una unidad de lutitas ocre y rojas, con intercalaciones delgadas de nivelitos de calizas y areniscas (unidad 369, Orleaniense). Esta unidad, de 180 m de potencia, suprayace y grada sobre otra de margas grises con yesos pertenecientes a la Formación Lerín, de edad Ageniense (unidad 356). Litológicamente se trata de una unidad muy heterogénea, de tonalidades claras, en la que predominan las lutitas ocre y rojas según sectores y que intercala, en proporción variable, nivelitos de areniscas o de calizas.

La lutitas presentan un aspecto masivo con tonalidades de color ocre y a veces rojizas, estas últimas relacionadas con procesos edáficos postsedimentarios. Los tramos basales de la serie suelen ser algo margosos. En general presentan tonalidades rosáceas, si bien a veces se localizan intercalados horizontes centimétricos oscuros.

Los nivelitos de areniscas son de color gris y están cementados por carbonatos; suelen presentar una base planar con abundantes ripples de corriente (climbing-ripples). Los nivelitos de calizas, de color gris, están constituidos por micritas arcillosas con abundantes restos de oogonios de charáceas.

Las muestras estudiadas por Faci Aparicio et al (2002) en el corte de La Estroza, ponen de manifiesto una edad Mioceno inferior (Orleaniense) para estos depósitos, debido a la presencia de *Cypridopsis kinkelini* y *Haplocitheridea aff. helvética*. Al margen aparecen charáceas y gasterópodos poco determinativos así como organismos probablemente resedimentados.

Desde el punto de vista sedimentario estos depósitos corresponden a facies de orla distal de abanicos, con desarrollo de amplias llanuras de fangos y donde de forma esporádica se localizarían episodios fluviales efímeros así como pequeñas áreas de encharcamientos donde precipitarían los carbonatos, más frecuentes hacia el Este (Faci Aparicio et al, 2002).

Las cavidades halladas se desarrollan en lutitas ocre, en las paredes de los barrancos o en taludes de la meseta en la mitad N de la cuenca del Barranco del Gato, entre cotas de 348 a 400 m snm. La mitad Sur de la cuenca aún no ha sido prospectada, pero desde lejos divisamos bocas de cavidades adicionales, aún por explorar. Por lo que el trabajo sobre esta zona es sólo de naturaleza preliminar, restando por explorar otras áreas de la misma. La superficie prospectada cubre un área de 1,2 km en sentido E-W por 0,4 km en sentido N-S. A continuación describiremos las cavidades exploradas y algunos rasgos destacables de su entorno.

## DESCRIPCIÓN DE CAVIDADES

La referencia para las coordenadas UTM es la cartografía SITNA. La denominación de cavidades sigue el orden en que fueron exploradas. En total catalogamos ocho cuevas, seis de ellas de pequeñas dimensiones y dos más extensas (cuevas Cabezolobo 05 y Barranco del Gato 01). Se describen también diversos rasgos geomorfológicos que presentan los cañones en este sector.

### **Cueva Cabezolobo 01.**

Situación: A 230 m de distancia en planta al SE de la cumbre (402 m snm) de Cabezolobo, en la pared de un barranco.

Coordenadas ETRS89, UTM 30N: N 4.680.378; E 624.727; Altitud 350 m snm.

Dimensiones: Desnivel: +4 m; Desarrollo espacial: 12 m. Figuras 01 a 04.

Descripción: La zona en que se encuentra la cueva presenta pequeños barrancos poco entallados y amplios, donde son frecuentes taludes laterales con fragmentos de cantos rodados y gravas del glaciar que recubre los planos superiores, así como caprocks con surcos de drenaje y agrietamientos, endurecidos por sales que concrecionan su superficie. La cueva es una corta galería-túnel de 12 m que perfora la pared de arcilla del barranco, entre la base del mismo y un plano más elevado.

#### **Cueva Cabezolobo 02.**

Situación: A 48 m de distancia en planta al WSW de la cueva Cabezolobo 01, en la base de otra pared.

Coordenadas ETRS89, UTM 30N: N 4.680.364; E 624.680; Altitud 350 m snm.

Dimensiones: Desnivel: +4 m; Desarrollo espacial: 10 m. Figuras 05 a 08.

Descripción: Pequeña cueva-túnel, meandriforme, similar a la cueva 01. En este sector de barrancos poco entallados, de fondo plano, se aprecian también paredes con pináculos cónicos, huellas de flujos temporales de agua dejados en el cauce, con guijarros del glacis superior y micro-relieves fractales que reproducen en miniatura la morfología general del sector.

#### **Cueva Cabezolobo 03.**

Situación: A 214m de distancia en planta al WNW de la cueva 02, en otro barranco.

Coordenadas ETRS89, UTM 30N: N 4.680.445; E 624.484; Altitud 350 m snm.

Dimensiones: Desnivel: +7 m; Desarrollo espacial: 12 m. Figuras 09 a 13.

Descripción: Pequeña galería tubular de 1 m de diámetro y suelos pulverulentos, que asciende en rampa hasta una segunda boca-claraboya, abierta a un plano superior en la cota +7m. El barranco en que se encuentra posee aristas y torres residuales, así como taludes con caprocks y conos de deyección con guijarros.

#### **Cueva Cabezolobo 04.**

Situación: A 50 de distancia en planta al NNW de la cueva 03, en el mismo barranco.

Coordenadas ETRS89, UTM 30N: N 4.680.494; E 624.454; Altitud 350 m snm.

Dimensiones: Desnivel: +10 m; Desarrollo espacial: 16 m. Figuras 14 a 16.

Descripción: Consta de un corto túnel que asciende hasta otra sima-claraboya amplia y alargada, rodeada de paredes verticales de 4-6 m de altura. El suelo profundiza en el extremo de la depresión hasta otro tramo tubular cegado por sedimentos arcillosos. Junto a la cavidad hay numerosos taludes con caprocks y sistemas de pipes con claraboyas.

#### **Cueva Cabezolobo 05.**

Situación: A 220 m de distancia en planta al NW de la cueva 04, en la cabecera de otro barranco.

Coordenadas ETRS89, UTM 30N: N 4.680.618; E 624.270; Altitud 350 m snm.

Dimensiones: Desnivel: +12 m; Desarrollo espacial: 60 m. Figuras 17 y 18. Plano en Figura 29.

Descripción: Se sitúa y cierra la cabecera de un cañón más entallado, con paredes de 10 m de altura. Desde 20 m antes de alcanzar la boca principal se aprecia la existencia bajo, el suelo del cañón, de una galería inferior surgente con varias claraboyas en su recorrido. La boca principal de acceso, de 3-4 m de diámetro, comunica con la galería inferior y da paso a una galería en ojo de cerradura, amplia en su parte alta y entallada en su parte baja en un estrecho meandro, por donde va el cauce, con arcilla húmeda. Al cabo de 20 m se alcanza la luz de otra claraboya con dos bocas abiertas a un plano superior, en la cota +12 m. Bajo la misma el cauce inferior prosigue en un arrastradero exiguo y ligeramente ascendente, por el que tal vez se pueda avanzar más en época seca. La existencia de arcilla húmeda en el cauce, con materiales desprendidos de las claraboyas, en el momento de la visita, hizo que detuviéramos la exploración en este punto, por el evidente riesgo de colapso y aplastamiento del conducto. Contando la galería inferior y las claraboyas, el desarrollo espacial asciende a 60 m y el desnivel a +12 m.

#### **Cueva Cabezolobo 06.**

Situación: A 64 m al SE de la cueva 5, en otra rama del mismo barranco.

Coordenadas ETRS89, UTM 30N: N 4.680.576; E 624.380; Altitud 350 m snm.

Dimensiones: Desnivel: +2 m; Desarrollo espacial: 10 m. Figuras 19 a 22.

Descripción: Su boca se abre en el cierre de otra rama lateral del mismo barranco y presenta unas cortas galerías tubulares con pipes inferiores, de débil diámetro.

Tras explorar estas cavidades seguimos revisando hacia el W las cabeceras de una red dendrítica de cañones, más entallados y con paredes de mayor desnivel (Figuras 20 a 22). Estos cañones tienen múltiples meandros con rebordes festoneados, a menudo con aristas y torres de roca residuales. Aunque no encontramos macrocavernas son frecuentes pipes menores, pequeños arcos y puentes de roca, así como geoformas en pináculos cónicos, de hasta más de 1 m de altura.

Como la planicie desciende en leve declive hacia el E, los cañones alcanzan mayor profundidad en la parte centrooccidental, al aproximarse hacia el W y NW a los taludes de la meseta de La Estroza y a la prolongación W de Cabezolobo. Las paredes en los barrancos mayores alcanzan 10 a 15 m de desnivel, con flancos muchas veces verticales, e incluso con rebordes en extraplomo.

Las zonas prospectadas cubren sobre todo las partes internas de los cañones, pero en los planos superiores, cubiertos de vegetación, hay depresiones y hundimientos cercanos a los bordes, por lo que pudieran existir otras cuevas adicionales. Al divisar una boca de potencial interés, en la cabecera del Barranco del Gato, nos dirigimos directamente a ese punto. Explorando dicha cavidad y, de retorno, otra curiosa cueva-túnel en el cauce central del Barranco del Gato, las cuales describimos a continuación.



**Figura 01.** Pequeños barrancos de fondo plano en el área de estudio, donde son frecuentes geoformas de tipo caprocks, con superficies agrietadas y endurecidas por sales.



**Figura 02.** La boca de la cueva Cabezolobo 01 se abre en una pequeña pared lateral y es la surgencia temporal del área drenada sobre una plataforma escalonada superior. Se observa el surco excavado por el cauce entre geoformas alomadas con caprocks.



**Figura 03.** Diversos aspectos de la galería-túnel meandriforme de la cueva Cabezolobo 01, que enlaza con una claraboya superior.



**Figura 04.** Detalles de la claraboya de la cueva Cabezolobo 01 (imagen superior) y red de barrancos poco entallados y de fondo plano en el sector, con caprocks y guijarros removidos del glacis superior (debajo).





**Figura 05.** Cueva Cabezolobo 02, boca y galería interna, de morfología y rasgos similares a los de la cueva 01.



**Figura 06.** Cueva Cabezolobo 02. Galería-túnel, con cauce subterráneo y detalles de la morfología del conducto.



**Figura 07.** Diversas geoformas en el barranco en que se localiza la cueva Cabezolobo 02: pináculos cónicos de arcilla (arriba), y guijarros y gravas desplazados por la escorrentía, procedentes del glacis superior (debajo).



**Figura 08.** Huellas de flujos temporales en el cauce plano del barranco de la cueva Cabezolobo 02, con geofomas fractales que reproducen en miniatura el relieve del sector.



**Figura 09.** Fondo plano del barranco en que se encuentra la cueva Cabezolobo 03, con huellas de corriente y guijarros en el cauce, así como aristas y torres residuales con pipes menores.



**Figura 10.** Laderas con caprocks y conos de deyección con guijarros procedentes del glacis superior, en el barranco en que se encuentra la cueva la cueva Cabezolobo 03, al fondo (flecha roja).

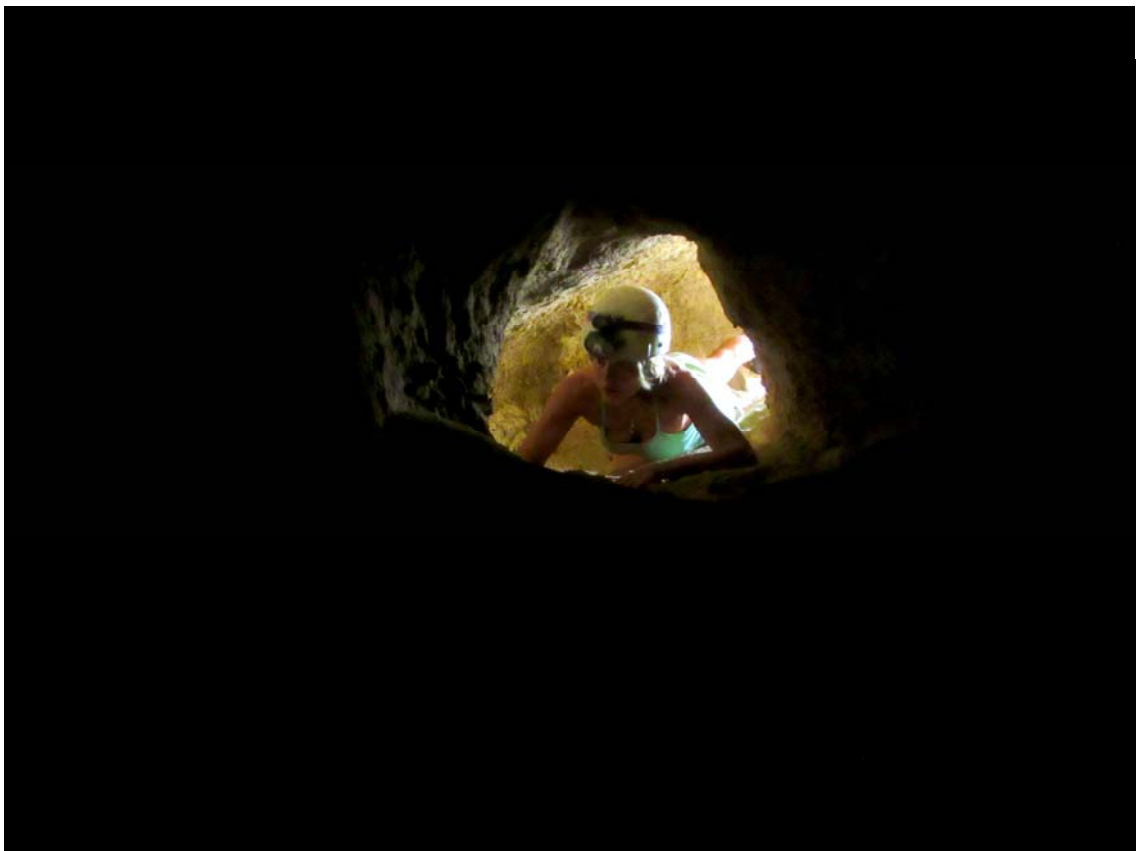


**Figura 11.** Cueva Cabezolobo 03. La boca se divisa desde lejos en la pared del barranco (flecha foja, arriba), con caprocks en primer plano. Detalle de la boca surgente (debajo).



**Figura 12.** Galería ascendente de la cueva Cabezolobo 03. El suelo presenta espesos rellenos de arcilla polvorienta, producto de la desagregación intergranular de las lutitas.





**Figura 13.** Boca-claraboya superior de la cueva Cabezolobo 03 y galería interna.



**Figura 14.** Cueva Cabezolobo 04. Boca inferior y galería ascendente que comunica con la base de una amplia sima-claraboya superior.



**Figura 15.** Detalles de la boca claraboya superior, con una sima tubular en su extremo, y boca inferior de acceso, con bloques de colapso, en la cueva Cabezolobo 04.



**Figura 16.** Junto a la cueva Cabezolobo 04 hay numerosos taludes con caprocks, torres residuales y sistemas de pipes con claraboyas, que reproducen en miniatura rasgos de las cuevas mayores.

### **Cueva Barranco del Gato 01.**

Situación: A 630 m al WSW de la cueva Cabezolobo 05, en la cabecera de cuenca del Barranco del Gato.

Coordenadas ETRS89, UTM 30N: N 4.680.356; E 623.703; Altitud 388 m snm.

Dimensiones: Desnivel: +12 m; Desarrollo espacial: 82 m. Figuras 23 a 26. Plano en Figura 30.

Descripción: Remontando la cabecera del barranco, tras superar lateralmente un escarpe con bloques, se encuentra primero una boca en el cauce, de un tramo de cueva-túnel en bypass bajo el fondo en V del barranco. Esta tiene 8 m de largo. Hacia arriba la ladera asciende entre flancos abruptos, de acentuada pendiente. Tras un recodo se cierra el cauce bajo un escarpe de bloques con vegetación. Sobre este escarpado se abre la boca principal de la cueva, en la cota 388 m snm.

Esta boca tiene 4 m de ancho x 2 m de altura y forma un pórtico que posee un cauce lateral seco. Las paredes y bóvedas incluyen numerosos clastos angulosos entre la arcilla. La boca tiene unos pequeños laterales y prosigue en una galería amplia, con algunos tramos de techo bajo, por donde viene el cauce. En un trayecto de 40 m presenta tres amplias claraboyas laterales, de +8 a +10 m de altura (la segunda de ellas con dos aberturas a simas de superficie). El suelo es horizontal a ligeramente ascendente, con tramos en oscuridad entre unas y otras claraboyas. Bajo la tercera claraboya hay un derrumbe con coladas de barro y bloques que casi obstruyen la continuación. Por el derrumbe puede ascenderse hasta 4 m bajo la superficie. Pero en la base, a un costado, tras un arrastradero con barro, prosigue una galería en oscuridad, al menos 8 m adicionales.

Las bocas de las simas-claraboyas se sitúan sobre el talweg del barranco, pero el trazado de la galería está desplazado hacia el N, bajo el talud, donde existen otras depresiones y probables simas a mayor altitud. Una revisión de las imágenes aéreas del sector y observaciones desde la parte alta de la meseta muestran que en efecto existen otras probables bocas a mayor altura (430 m snm) y hasta a 100 m de distancia de la boca superior. Por lo que puede tratarse de un sistema hidrogeológico más extenso, que pudiera o no ser penetrable, o estar fragmentado por colapsos. Futuras exploraciones, en período seco, permitirán confirmar este extremo. De momento, las partes exploradas de esta cavidad (contando las tres simas-claraboyas) suman un desarrollo espacial de 82 m de galerías. Y un desnivel de +12 m entre la boca de acceso y la boca-claraboya superior.

### **Cueva Barranco del Gato 02.**

Situación: A 560 m al SE de la cueva Barranco del Gato 01 y a 420 m al WSW de Cabezolobo, en la parte central del barranco.

Coordenadas ETRS89, UTM 30N: N 4.680.378; E 624.727; Altitud 350 m snm.

Dimensiones: Desnivel: 0 m; Desarrollo espacial: 12 m. Figuras 27 y 28.

Descripción: La cavidad es un corto túnel de 8 m que perfora una torre o elevación residual localizada en la parte central del Barranco del Gato. Posee otro corto túnel paralelo de 4 m y una excavación en abrigo en su frente E. La torre posee paredes con numerosos surcos de piping. La cueva, de suelo plano, muestra pequeños colapsos y huellas de flujo hídrico temporal.

## **CONCLUSIONES**

En total catalogamos ocho cuevas (que suman 214 m de desarrollo de galerías), existiendo todo un conjunto de pipes, arcos de roca y pequeños conductos adicionales. Así como diversas geoformas de interés.

En torno a la red de barrancos entallados los procesos de piping tienden a excavar cuevas-túneles que enlazan depresiones o claraboyas superiores con bocas surgentes en la base de las paredes. Su evolución puede contribuir a la formación de gullies menores y al retroceso de las paredes y ampliación de los cañones. Este tipo de cavidades es muy frecuente en los barrancos de la Bardena Blanca. Su génesis parece depender del gradiente hidráulico en las zonas de borde (más propensas al agrietamiento) y a diferencias topográficas en el relieve local o en la litología de los materiales arcillosos que atraviesan los conductos de piping.

El caso de la cueva Cabezolobo 05 es distinto e ilustra la formación por piping y erosión remontante en la cabecera de un gully o barranco entallado en zonas de planicie más próximas a los taludes de las mesetas. Mientras que en el sistema de la cueva Barranco del Gato 01 los procesos ocurren por hundimiento del drenaje epígeo temporal en el propio talud de la meseta, donde el desnivel es mucho más considerable, y permite la excavación de pipes a niveles progresivamente más bajos. El colapso del techo de galerías colectoras más amplias forma simas-claraboyas sobre la red dendrítica de drenaje subterráneo. Esta red se amplía, en forma remontante, a lo largo del eje longitudinal del barranco, pero también sobre sus flancos.

El mecanismo de piping es el proceso fundamental que actúa en la formación de estas cavidades en arcilla, pero, como ha sido dicho, también existe cierto grado de disolución de los materiales arcillosos. La disolución del sodio desfloca las arcillas y tiende a desagregar las lutitas, intergranularmente, permitiendo la remoción de partículas y la formación de pipes.

Una vez formados los conductos iniciales de drenaje, gran parte del crecimiento volumétrico de las galerías es debido a la erosión normal y colapsos, aunque sigue actuando la desagregación por disolución intergranular y la tubificación o piping. Los procesos señalados amplían la red de cavidades y gullies, pero a la vez destruyen antiguas galerías, contribuyendo al modelado general del relieve, ampliación de los barrancos y retroceso de los escarpes de las mesetas.

El trabajo, de naturaleza descriptiva, aporta nuevos ejemplos de formación de cavidades en arcillas y lutitas de la Formación Tudela, así como detalles de interés científico sobre la geomorfología y dinámica de la región de las Bardenas.



**Figura 17.** Cueva Cabezolobo 05. Antes de alcanzar la boca más amplia, el barranco se estrecha y presenta una estrecha galería surgente, con varias claraboyas por donde se divisa el cauce subterráneo. La boca comunica con el conducto inferior y da paso a una galería más amplia, entallada por el cauce, que se recorre en oposición.



**Figura 18.** Cueva Cabezolobo 05. Galería principal y claraboyas abiertas a un plano superior (cota +10 m).



**Figura 19.** Bocas de las cuevas Cabezolobo 05 (arriba) y Cabezolobo 06, con varios pequeños conductos (debajo).





**Figura 20.** Red dendrítica de cañones más entallados y profundos, situados al W de las cuevas Cabezolobo 05 y 06. Presentan meandros festoneados, pequeños arcos, torres de roca, pináculos cónicos y pipes menores.



**Figura 21.** Red dendrítica de cañones más profundos, con meandros que dejan aristas y torres de roca residuales, situados más cerca del talud de la meseta (zona de cabecera del Barranco del Gato). Son frecuentes pipes verticales y surcos menores, con caprocks en los taludes inferiores cercanos al cauce.



**Figura 22.** Detalle de geofomas en las paredes de los cañones en la cabecera del Barranco del Gato: campos de torrecillas cónicas, pipes y antiguas galerías seccionadas por el retroceso erosivo de las paredes.



**Figura 23.** Remontando el abrupto flanco de acceso a la cueva Barranco del Gato 01 (flecha roja, arriba) y detalles del pórtico de entrada a la cueva, colgada en el talud (debajo).



**Figura 24.** Tramos de la galería principal de la cueva Barranco del Gato 01, con barro húmedo en el cauce, clastos y bloques desprendidos.



**Figura 25.** Cueva Barranco del Gato 01. Galería principal, con bloques desprendidos acunados entre las paredes (arriba) y coladas de barro bajo la claraboya superior, que casi obstruyen la galería (debajo).



**Figura 26.** Cueva Barranco del Gato 01. Sima-claraboya superior y boca de acceso inferior. Nótese los clastos incluidos en la matriz arcillosa, propensos a colapsar bajo condiciones húmedas. La galería final de la cueva, donde detuvimos la exploración por el riesgo de colapsos, podría proseguirse bajo condiciones más secas.

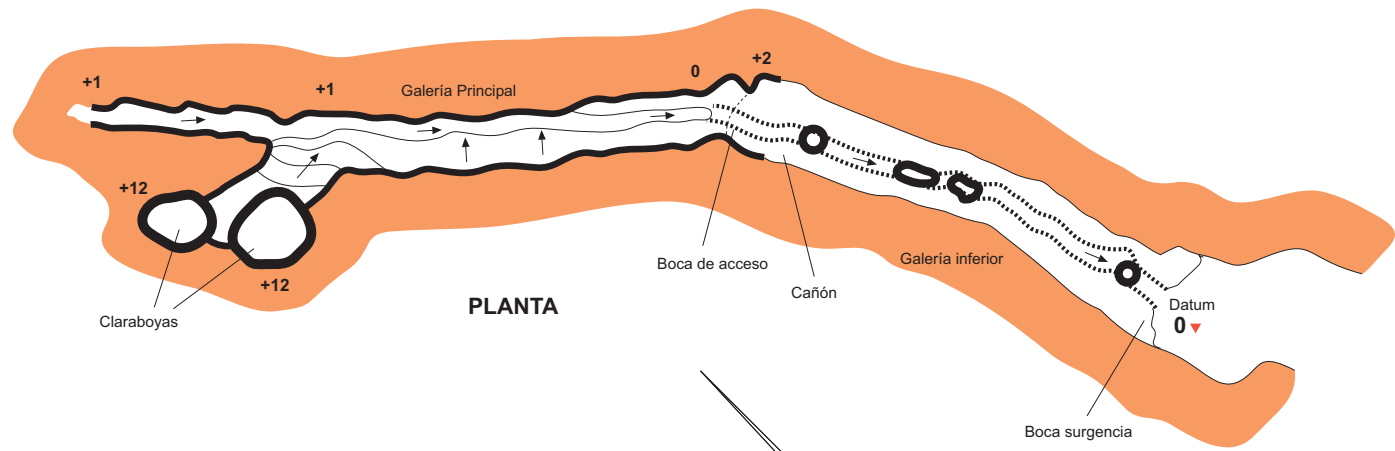


**Figura 27.** Cueva Barranco del Gato 02. Constituida por dos cortos túneles que perforan una torre residual.





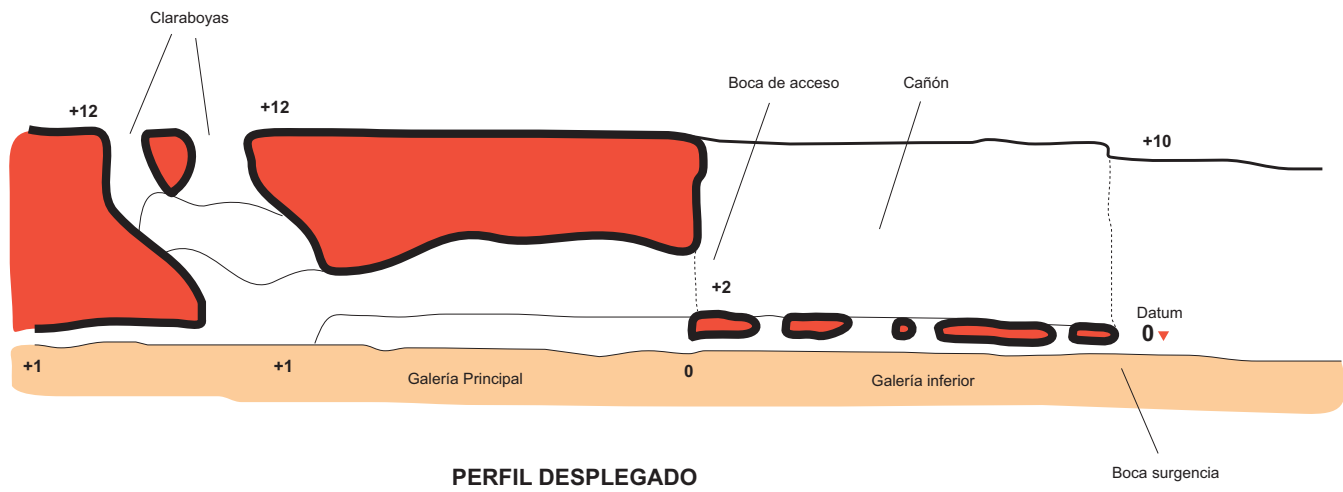
**Figura 28.** Galería tubular central de la cueva Barranco del Gato 02, con huellas de flujos hídricos temporales.



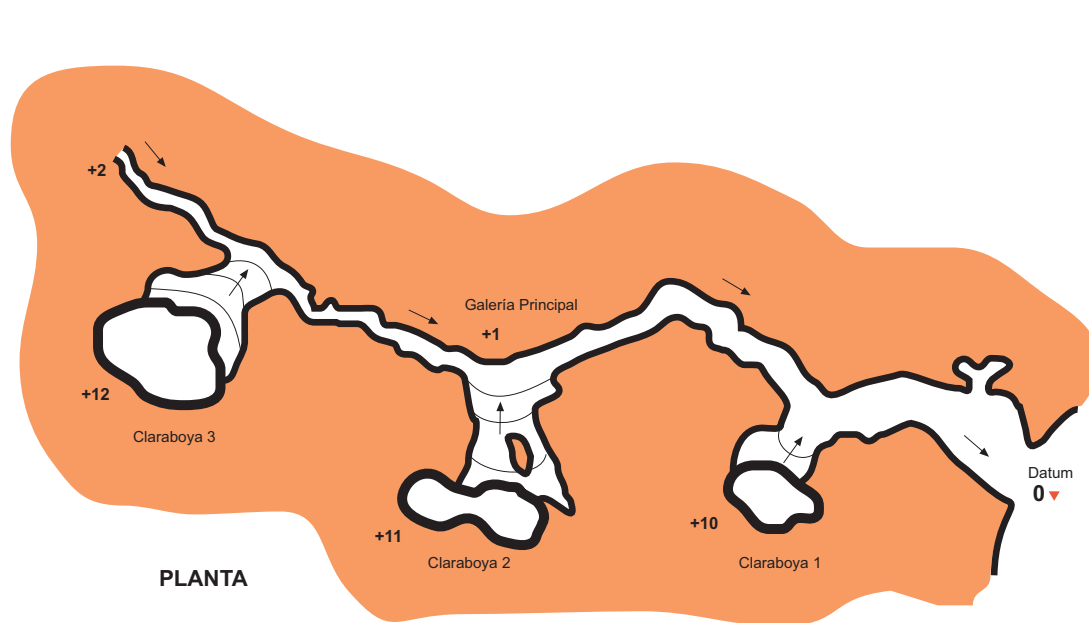
**Figura 29.**  
**Cueva Cabezolobo 05**



Coordenadas UTM30N: N 4.680.618; E 624.270. Alt:350 m snm.  
Dimensiones: Desarrollo 60 m. Desnivel +12 m.  
Topografía: C.Galán, I. Herraiz & M. Nieto. SCA. 2018.  
Dibujo: C.Galán. Laboratorio Bioespeleología. S.C.Aranzadi.



**PERFIL DESPLEGADO**



PLANTA

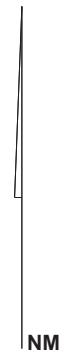
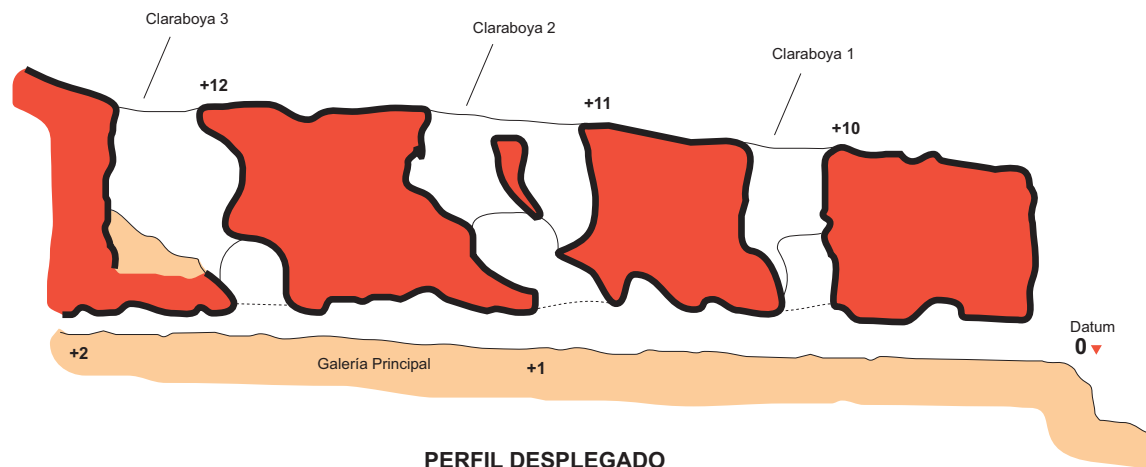


Figura 30.

Cueva Barranco del Gato 01.



Coordenadas UTM30N: N 4.680.356; E 623.387. Alt:388 m snm.  
 Dimensiones: Desarrollo 82 m. Desnivel +12 m.  
 Topografía: C.Galán, I. Herraiz & M. Nieto. SCA. 2018.  
 Dibujo: C.Galán. Laboratorio Bioespeleología. S.C.Aranzadi.



PERFIL DESPLEGADO

## AGRADECIMIENTOS

A todos los compañeros y colaboradores que nos acompañaron en prospecciones anteriores efectuadas en la región de las Bardenas. A dos árbitros de la Sociedad de Ciencias Aranzadi, por la revisión crítica del manuscrito y sus útiles sugerencias.

## BIBLIOGRAFÍA

- Dunne, T. 1990. Hydrology, mechanics and geomorphological implications of erosion by subsurface flow. In: Higgins, C.G. & D.R. Coates, Eds. 1990. Groundwater geomorphology: The role of subsurface water in earth-surface processes and landforms. Geological Society of America, Special Paper 252.
- Faci Paricio, E.; A. Olivé Davó; A. Martínez Arias & P.P. Hernaiz. 2002. Memoria de la Hoja 245-I, Alera. Cartografía Geológica de Navarra, escala 1: 25.000. Gobierno de Navarra. 101 pp.
- Galán, C. 2015. Sistemas de cuevas en arcilla de 880 m de desarrollo explorado (Bardena Negra). Publ. Dpto. Espeleol. S.C. Aranzadi. Web aranzadi-sciences.org, Archivo PDF, 55 pp.
- Galán, C.; M. Nieto; I. Herraiz; D. Arrieta & J. Forstner. 2017. Cuevas en arcilla en el cañón de Las Bodegas (Bardena Blanca). Publ. Dpto. Espeleo. S.C. Aranzadi. Web aranzadi-sciences.org, Archivo PDF, 54 pp.
- Galán, C.; M. Nieto & J. Forstner. 2018. Notas sobre técnicas de exploración de cuevas en arcilla en la región semidesértica de las Bardenas. Publ. Dpto. Espeleo. S.C. Aranzadi. Web aranzadi-sciences.org, Archivo PDF, 37 pp.
- Halliday, W.R. 2004. Piping caves and Badlands pseudokarst. In: Gunn, J. Ed. Encyclopedia of Caves and Karst Science. Taylor & Francis Books, London: 1260-1268.
- Parker, G. & C. Higgins. 1990. Piping and pseudokarst in drylands. In: Higgins, C.G. & D.R. Coates, Eds. 1990. Groundwater geomorphology: The role of subsurface water in earth-surface processes and landforms. Geological Society of America, Special Paper 252.