

Características Morfológicas de la Sima del Uro (No, España)

Morphologic Map Of “Sima del Uro” (Nw, Spain)

VAQUEIRO-RODRÍGUEZ, D.^{1,2}, COSTAS-VÁZQUEZ, R.², COSTAS-SUÁREZ, D.² y VIDAL-ROMANÍ, J. R.^{1,2}

(1) Instituto Universitario de Xeoloxía “Isidro Parga Pondal”, University of A Coruña

(2) Clube de Espeleoloxía A Trapa (CETRA), Vigo

Resumen

La Sima del Uro (NW, España) es una cavidad que aunque desarrollada en calizas, tiene unas características morfológicas definidas por la actividad tectónica reciente en la zona. En ella se ha descubierto un cualitativamente importante yacimiento paleontológico finiholoceno que no corresponde, como es habitual en la zona, a una cueva de hibernación o de habitación sino que se forma por la caída de fauna del exterior en la trampa formada por una dolina de colapso. Este trabajo presenta la cartografía de la cavidad señalándose la situación de los restos paleontológicos encontrados.

Abstract

Sima del Uro (NW, Spain) is a cave that although it has been developed in limestone, it has morphological characteristics defined by the recent tectonic activity in the area. Inside this cave it has been discovered a quality important paleontological fini-Holocene deposit that does not correspond, as is usual in the area, with a cave of hibernation or room but it was developed by the fauna fallen from the outside in the trap defined by a doline of collapse. This work presents the morphological cartography of the cavity that indicates the situation of the paleontological remains found.

EXPLORACIÓN Y TOPOGRAFÍA

La cavidad denominada *Sumio do Chan do Lindeiro* o *Sima do Uro* se localiza en UTM 29T 658215 4727123 (datum ED50), al final del lapiaz de Valdeabraira, en las proximidades de Fonteboa, tomando desviación a Casa de Roque en la carretera que une las aldeas de Veiga de Forcas y Zanfoga (toponimia tomada de *sixpac.xunta.es*). Según la hoja MAGNA50-125 “Os Nogais” (IGME, 1978) la cavidad se emplaza en calizas de Vegadeo, de edad Cámbrica, y su ubicación estaría afectada por fallas de dirección N65°E-N70°E.

Esta sima fue localizada en septiembre de 1981 por espeleólogos del *G.E.S. Ártabros* de A Coruña, quienes exploraron, equiparon (instalación de anclajes en el pozo) y realizaron un croquis de la cueva en octubre del mismo año. Sus rasgos más llamativos son la presencia de restos óseos encostrados en una colada, en la entrada de la sala principal de la cavidad, y que sus exploradores denominaron “*Sala del Asta*”. (DÍAZ, 1995). Esta cueva se incluye en el catálogo de la *Federación Galega de Espeleoloxía* con la identificación LU/Pi/013.

Posteriormente en 1998 miembros del *G.E.S. Brigantium*, actualmente en el EC/DC (ecdc-fge.blogspot.com.es, 2010), localizaron dentro de la sima fragmentos de un “cráneo de niño”, identificando también restos de uro (*Bos taurus primigenius*) y de oso de las cavernas (*Ursus spelaeus*).

En 2007, el Instituto Universitario de Xeoloxía “Isidro Parga Pondal” (IUX), promovió una expedición a esta sima como parte de un proyecto de reconstrucción paleoclimática a partir de los registros preservados en las cavidades de O Courel situadas en la antigua cota glaciar y peri-glaciar durante el Pleistoceno.

Conjuntamente con el IUX, y como integrantes entonces del *C.E. Maúxo*, los autores de este trabajo re-equiparon parte de los anclajes del pozo y realizaron una primera nivelación topográfica de la cueva, levantando un perfil longitudinal de la sima con instrumentación analógica. Posteriormente, en 2013, y ya como miembros del club de espeleología *A Trapa* (CETRA) se elaboró una topografía completa de la cavidad utilizando un teodolito LaserACE 1000 RangeFinder de Trimble Navigation con diana de 200 mm y otros instrumentos de telemetría digital. El uso de estos equipos tenía por objeto el aproximar con precisión la disposición relativa de los espacios y elementos estructurales que conforman la cavidad y que configuran la morfología del yacimiento.

A partir de los datos topográficos, y utilizando el programa *Compass de Fountain Computer Software* (www.fountainware.com/compass/) y el módulo *Loch* de *Therion* (<https://therion.speleo.sk>), se diseñó un modelo digital 3D de la cavidad. El módulo estadístico del programa *Compass* muestra que la sima tiene un desarrollo total de 173 m con un desnivel relativo de -43 m. En los 173 m de desarrollo se incluyen dos poligonales abiertas efectuadas en la *Sala del Asta* y que circunvalan la masa de bloques que divide este espacio subterráneo.

En una última fase del trabajo topográfico en 2015 se elaboró la topografía morfológica de la cavidad de acuerdo con los criterios establecidos previamente en VAQUEIRO et al. (2012). La figura 1 muestra el alzado principal de la sima. La figura 2 muestra una sección transversal, centrada en el yacimiento paleontológico principal, compuesta por la proyección de 4 subsecciones.

DESCRIPCIÓN DE LA CAVIDAD

La boca de la cavidad se localiza en la parte baja de una pequeña dolina de colapso, para la que se estiman unos 12 m² de superficie, y que alcanza los -4 m de profundidad con respecto a la vertiente. Esta dolina se sitúa próxima a la carretera, elemento que se ha reflejado en la topografía como referencia exokárstica de la superficie.

La sima en general y su galería principal progresan siguiendo una gran fractura vertical de dirección N75°E-N85°E. En el nivel de entrada existen pequeños conjuntos de espeleotemas entre los que destaca una pequeña columna rota transversalmente y cuyas dos partes presentan desplazamiento relativo tanto horizontal como vertical. Esta primera galería tiene un perfil longitudinal irregular, con algunos escalonamientos estructurales que marcan la subsidencia de los rellenos de este nivel. Aproximadamente a los 12 m de recorrido (en proyección horizontal), la galería se desfonda formando un pozo de -13 m de profundidad (referida al primer anclaje).

La galería que se abre la base del pozo progresa siguiendo el plano de fractura principal con un buzamiento medio de 35° – N260°E. Presenta algunos escalonamientos producidos por bloques caídos. En las paredes, a distintas alturas se aprecian numerosos entalladuras cuyo buzamiento es coherente con la inclinación media de la galería. Topográficamente se han marcado como trazas de paleoniveles.

Aproximadamente a -22 m de profundidad, el avance por esta galería se ve impedido por la caída de unos grandes bloques (ver figura 3.a y 3.c). Sobre y entre estos bloques se aprecian diversos depósitos suspendidos, mayoritariamente brechas heterogéneas

formadas por arcillas, fragmentos de roca (incluyendo materiales alóctonos y autóctonos) y restos óseos que asoman principalmente en los tramos derrumbados de estos depósitos (ver figura 4.d, 4.e, y 4.f).

Por debajo de uno de los grandes bloques de este colapso hay un pequeño paso que conduce a la llamada “*Sala del Asta*” (ver figura 3.a y 3.c). Este paso es relativamente angosto y peligroso pues los depósitos y fragmentos de roca suspendidos entre los grandes bloques se muestran inestables. Se han observado derrumbes debido a las infiltraciones y goteos en períodos de lluvia o nieve. Una vez se supera el paso, dentro ya de la “*Sala del Asta*”, hay un suelo estalagmítico que consolida los materiales caídos formando una nueva brecha. Incrustados en esta colada se aprecian diversos restos óseos de gran tamaño (vértebras, fragmentos de costillas, tibias, ...) e inclusive un cráneo en posición invertida (ver figura 4.a y 4.h). Algunos de los restos encostrados presentan roturas “recientes” debido al impacto de piedras que siguen cayendo. Superpuestos a esta brecha hay acumulaciones de fragmentos de roca de diverso tamaño y restos óseos no encostrados, y que se asocian con caídas recientes de los depósitos colgados entre las cotas -18 y -22 m.

A partir de este punto la galería se abre en una sala amplia y que originalmente llegó a alcanzar los 36 m de luz (ver fig 3.b). Su bóveda está marcada por la diaclasa que define la sima y presenta un claro disloque de un labio de la fractura con respecto al otro. Existe también una segunda familia de diaclasas subverticales y de dirección normal a la primera que parece ser la causa de los colapsos observados en la mitad sur de la sala. Lajas y bloques de gran tamaño se acumulan formando un caos de bloques

que configuran entre sus huecos varios “niveles” aparentes. Sobre algunos de ellos se han observado restos fosilizados (ver figura 4.a). En las proximidades de este colapso de bóveda, y bajo las fracturas abiertas en el techo, se aprecian acumulaciones de materiales menudos (ver figura 4.g), caídos al interior de la cavidad, entre los que destacan pequeños fragmentos óseos y restos de microfauna.

En la parte más alta de esta sala, los techos presentan diversos conjuntos de espeleotemas, mientras que en su parte más baja la sala se cierra debido a la acumulación grandes cantidades de arcillas que fosilizan el caos de bloques. Se aprecian, parcialmente colmatados, tramos de algunos conductos que marcan un drenaje antiguo con el mismo buzamiento medio que el resto de la galería. Destacar que a pesar de las abundantes infiltraciones que se producen a lo largo de las grandes fracturas de los techos, no se ha evidenciado la acumulación de agua, por lo que se presume debe existir un drenaje activo en la parte baja de la sala, localizado por debajo del caos de bloques.

ESTUDIO DE LA CUEVA

Debido al número y complejidad de factores que gobiernan el desarrollo del karst, las cuevas se convierten en registro natural de indicadores paleo-ambientales (GILLI, 2015). Es sabido que la configuración o morfología de algunos espeleotemas permiten determinar diferentes eventos estructurales sufridos por el territorio o la cavidad (BINI, et al. 1992; GILLI, 1986; GILLI, 2015). Entre estas morfologías o configuraciones cabe destacar las roturas, cambios bruscos de sección, oscilaciones impresas en su eje, deflexiones, etc...

- Las principales causas conocidas y que producen la ruptura o discontinuidad en los espeleotemas (ŠEBELA, 2008) son:
- Inestabilidad del suelo debido a su composición (arenas sueltas o arcillas).
- Remoción del suelo debido a flujos de agua.
- Colapso del piso de la cavidad, por ejemplo cuando existen niveles o pasajes subyacentes.
- Deformación gravitacional.
- Cambios en el régimen de gotéo.
- Terremotos, movimientos o eventos neotectónicos (COLLINA-GIRAD, 1996)
- Impactos de origen antropogénico.
- Impactos derivados de la fauna asociada a la caverna.

Con estas referencias se analizan las microformas presentes en esta sima, especialmente aquellos espeleotemas que presentan una morfología un tanto inusual, con el objeto de tratar de construir una secuencia relativa de eventos y generar algunas inferencias sobre la génesis del yacimiento.

GRUPOS DE FORMAS EN LA GALERÍA ALTA

En la galería de entrada destacan fundamentalmente tres elementos: La dolina de colapso que da acceso a la cavidad; la subsidencia de algunas zonas de la galería; y la columna rota localizada en la pared sur de la galería de entrada en las proximidades de la cabecera del pozo.

Las subsidencias se han asimilado con falsos pisos suspendidos en la cota de cabecera de pozo por lo que resultarían irrelevantes.

Una revisión de la topografía muestra como la dolina de colapso está asociada aproximadamente, por proyección geométrica, a la zona de hundimiento situada entre los -18 y los -22 m de profundidad, y por tanto a los depósitos y brechas con restos paleontológicos.

Destaca especialmente la columna rota (ver figura 5a). Presenta separación en el plano de rotura (según eje Z, coincidente con el axial de la forma) y desplazamiento relativo de la sección de rotura según plano XY. Desde un punto de vista mecánico, el plano de rotura es normal al eje de la columna, y normal también a la dirección de la tensión principal. Esto nos muestra que el espeleotema se rompió al estar sometido a un esfuerzo tractivo importante. El movimiento relativo principal es en la vertical, debido al descenso o giro del bloque inferior. El desplazamiento en XY coincide con la dirección de buzamiento medio de la estructura.

Según COLLINA-GIRAD (1996), cuando a nivel local se observan estalactitas desplazadas o columnas rotas, cuyos desplazamientos parecen estar orientados o relacionados a un plano estructural principal del sistema, la rotura de dichas microformas suele indicar movimientos o eventos neotectónicos en la cavidad.

GRUPOS DE ESPELEOTEMAS EN LA SALA DEL ASTA

En esta sala destacan dos coladas (flowstone, ver ejemplo en figura 5.d.) cuyos aportes de agua están asociadas a la intersección de los planos de fracturas principales. Estas coladas fosilizan los materiales caídos en eventos previos. Destacan especialmente la colada marcada en la sección S2-S2' (ve fi-

gura 2), así como la colada que fosiliza los restos paleontológicos en la sección S1-S1', cota -21 m (ver figura 2).

Destacan también las formas de goteo (estalactitas, estalagmitas y formas compuestas flowstone-dripstone) localizadas en la sección S2-S2', entre la estación O2 y S2'. Por un lado se han desarrollado estalactitas en las bóvedas situadas sobre grandes lajas de roca caídas (ver figura 5.b), por lo que serían formas posteriores al colapso de la sala. Entre estas estalactitas llama la atención la existencia de algunas formas de diámetro decimétrico con el apéndice roto, y que presentan regeneración de la forma con aparición de un macarrón de varios decímetros de largo, señalando la reactivación y continuidad del proceso de concrecionamiento. GILLI (2015) señala este tipo de formas como registros potenciales de eventos sísmicos, aunque también las roturas podrían estar asociadas a impactos por la caída de otros materiales.

Existe un segundo grupo de espeleotemas compuestos flujo-goteo en la misma zona de la cavidad que además presentan una fuerte deflexión en dirección descendente, morfología producida típicamente cuando existe un flujo importante de aire mantenido al menos durante los períodos de crecimiento de la microforma. Ver figura 5.c. Muchas de estas microformas presentan también el apéndice truncado, con un macarrón/estalactatita creciendo verticalmente y sin deflexión, lo que rompe la continuidad del espeleotema inicial. Así, en estos espeleotemas se registran dos etapas microclimáticas diferentes: Una marcada por la existencia de un importante flujo de aire descendente, y la otra por la presente estaticidad del aire.

La circulación del aire en el karst se puede deber a diversos procesos. PFLITSCH & PIASECKI (2003) compilan y clasifican

estos procesos en dos grupos, atendiendo a que exista o no trasvase de aire (trasvase de masa y energía) con el exterior. Por un lado estarían los procesos con trasvase o exogénicos y que serían debidos a: (1) Diferencias de presión entre el aire de la cueva y el aire del exterior (MOORE & SULLIVAN, 1997); (2) Diferencias de presión generadas por la diferente orientación de bocas o entradas, comparada con la dirección del viento (BÖGLI, 1978); (3) Diferencias de temperaturas y la consecuente diferencia de presiones entre la cueva y el aire exterior cuando existen dos o más bocas a diferentes cotas (BÖGLI, 1978). Este proceso también es descrito en glaciokarst por ERASO & PULINA (1994) y denominado termocirculación en tubo de viento.

Los procesos sin trasvase de masa o endogénicos serían procesos convectivos originados por: (1) Diferencias de presión entre zonas interiores de la cueva causadas por diferencias en la densidad del aire, y que son debidas a su vez a diferencias de temperaturas, humedad o contenido de CO₂ (BÖGLI, 1978); (2) Transferencia de energía (inducción de movimiento) debido a un flujo turbulento de agua (CIGNA, 1971; SCHUSTER & NOVAK, 1999); (3) Cambios en el volumen producidos por cambios en el nivel de agua de la cueva (FORD & CULLINGFORD, 1976).

En los procesos convectivos endógenos, por estratificación del propio aire, los flujos descendentes tienden a situarse al nivel del suelo y los ascendentes (menor densidad) al nivel del techo, por lo que serían flujos contrarios a los deducidos de la propia deflexión. Esto conlleva el considerar que estas microformas habrían sido generadas por un proceso exogénico, aunque actualmente no está activo. Habría sido además un proceso

de cierta intensidad: Si asimilamos la actual sección de la Sala del Asta con un conducto elíptico de diámetros 36 x 4 m, tendríamos una sección de 113 m². Flujos lentos en esta sala, con velocidades de 0.2 a 0.6 m/s, conllevaría flujos de 16.1 a 48.1 m³/s entre los bloques que colapsan el acceso a la sala.

Además, y dado que estas estalactitas con deflexión se habrían desarrollado presumiblemente tras el gran evento estructural que afectó a la sala, el cese en la circulación del aire (por procesos exógenos) marca una segunda etapa de colapso (rejuego de colapsos previos, hundimiento de otras zonas de la cueva, derrumbes en vertiente o boca inferior, colapso de la dolina superior ...) o el cierre (por colmatación) del conducto a través del que se producía el flujo originalmente.

INFERENCIAS SOBRE LA GÉNESIS DEL YACIMIENTO

Las observaciones realizadas y la localización del yacimiento, apuntan a que su formación se relaciona directamente con un movimiento estructural importante y que originó la apertura de al menos una gran fractura que alcanzó la superficie del terreno. Esto dió lugar a la formación de una trampa natural, de dimensiones suficientes, en la que cayeron tanto el ejemplar de *Homo sapiens* como los de *Bos primigenius* y *Ursus speleaus*. Las dataciones (VIDAL GOROSQUIETA, et al. 2016) indican que todos estos restos paleontológicos principales son relativamente coetáneos, aunque existen restos orgánicos en el yacimiento 2000 años más modernos.

Aparentemente habría existido un único gran evento estructural. Posteriormente los procesos internos son de menor dimensión y los movimientos parecen asociarse con el

colapso de los materiales que rellenaron las distintas fracturas y que alcanzaron la superficie.

La falta de continuidad en las deposiciones indicaría que la trampa solamente funcionó durante un tiempo, lo que podría deberse al colapso, relleno y consolidación de la dolina, lo que a su vez justificaría la interrupción de los procesos exógenos convectivos que habrían originado la deflexión en parte de las microformas de la *Sala del Asta*.

Parte de los bloques caídos están cubiertos por arcillas, y que a su vez están parcialmente fosilizadas por la formación de costras y coladas en algunos sectores de la sala. Estas costras y coladas no presentan roturas, lo que indica la estabilidad de estos depósitos (ausencia de reactivaciones o deslizamientos de los materiales).

En la actualidad los cambios en los depósitos están asociados a la progresiva caída de los materiales exógenos que han rellenado huecos y espacios entre bloques y discontinuidades.

BIBLIOGRAFIA

- BINI, A.; QUINI, Y.; SULES, O. & UGERI, A. (1992). Les mouvements tectoniques récents dans les grottes du Monte Campo dei Froi (Lombardie, Italie). *Karstologia* 19, pp:23-30.
- BÖGLI, A. (1978). *Karsthydrographie und physische Speläologie*: Springer, Berlin, 292 p.
- CIGNA, A. (1971). An analytical study of air circulation in caves: *International Journal of Speleology*, v. 3, p. 41–54.
- COLLINA-GIRARD J. (1996). Prehistory and coastal karst area: Cosquer Cave and the “Calanques” of Marseille. *Karstologia*, 27, 27-40.
- DIAZ, M. (1995). *REVISTA FURADA N° 9*. Edita Federación Galega de Espeleoloxía. A Coruña 1995.
- ERASO, A. & PULINA, M. (1994). *Cuevas en hielo y ríos bajo los glaciares*. MCGRAW HILL/INTERAMERICANA DE ESPAÑA, S.A. Madrid. Pp: 13-17, 67-72
- FORD, T.D., & CULLINGFORD, C.H.D. (1976). *The science of speleology*: Academic Press Inc., London, 593 p.
- GILLI, È. (1986). Neotectonique dans les massifs karstiques. Un exemple dans les Préalpes de Nice: La Grotte des Deux Gourdes. *Karstologia*, nr 8: 50-52.
- GILLI, È. (2015). *Karstology. Karst, Caves and Springs. Elements of Fundamental and Applied Karstology*. CRC Press – Taylor & Francis Group, Oxon, UK. Pp: 190-210.
- IGME (1978). “Os Nogais”, *MAGNA* 50 – 125. Instituto Geominero de España. Madrid.
- MOORE, G.W., & SULLIVAN, N. (1997). *Speleology - Caves and the cave environment*: St. Louis, Cave Books, 176 p.
- PFLITSCH, A. & PIASECKI, J. (2003). Detection of an Airflow System in Niedzwiedzia (Bear) Cave, Kletno, Poland. *Journal of Cave and Karst Studies* 65(3): 160-173.
- SCHUSTER, R., & NOVAK G. (1999). Die Wetterführung der Salzgrabenhöhle (1331/29) bei Berchtesgaden: Sonderveröffentlichung der Höhlenkundlichen Arbeitsgemeinschaft Rosenstein/Heubach e.V. 42 p.
- ŠEBELA, S. (2008). Broken speleothems as indicators of tectonic movements. *ACTA CARSTOLOGICA* 37/1, 51-2, POSTOJNA

VIDAL GOROSQUIETA, A. & GRANDAL-D'ANGLADE, A. & VAQUEIRO-RODRÍGUEZ, M. & VIDAL-ROMANÍ, J.R. (2016). Galician aurochs: a morphologic, metric and isotopic study.

1st International Meeting of Early-stage Researchers in Palaeontology. Libro de resúmenes. Alpuente, 13-16 septiembre, 2016.

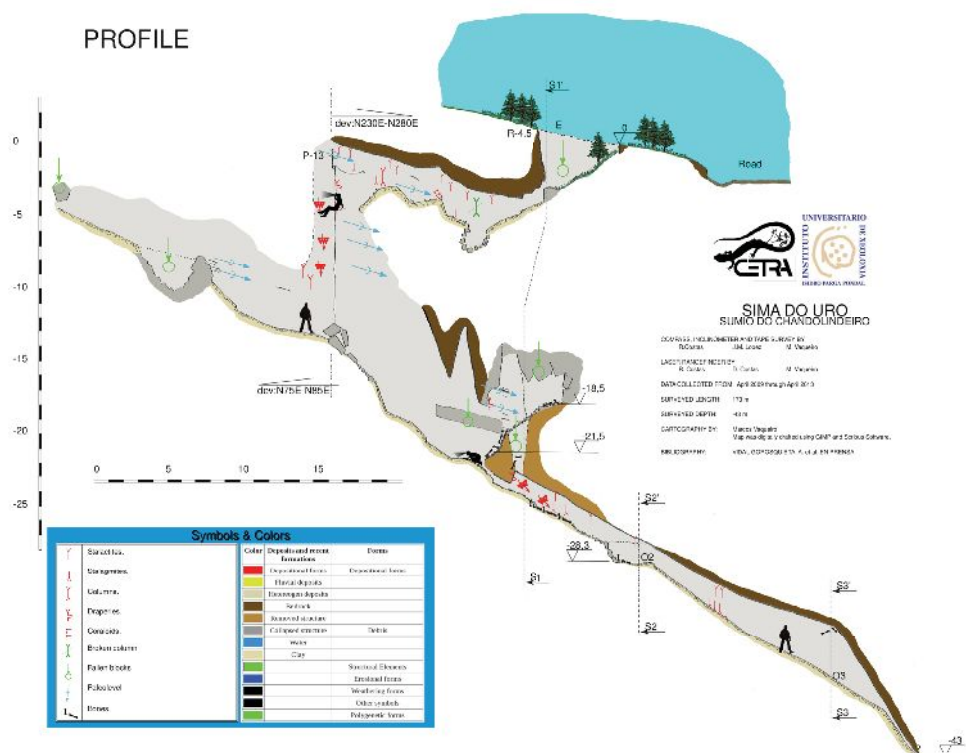


Fig. 1. Sección longitudinal de la Sima del Uro extraída de la cartografía morfológica de la cavidad. Topografía morfológica M. Vaqueiro (2013)

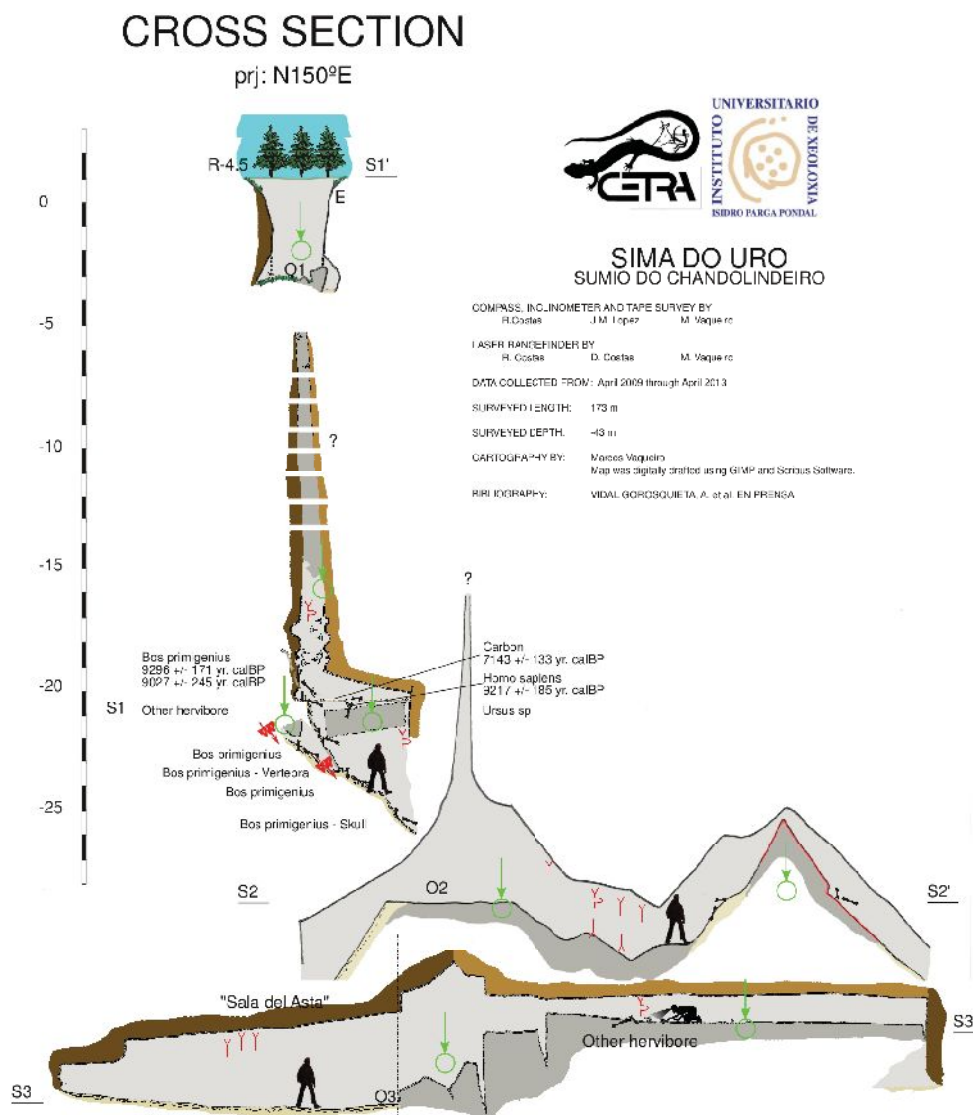


Fig. 2. Sección transversal compuesta de la Sima del Uro obtenida a partir de la cartografía morfológica de la cavidad. La sección se ha compuesto mediante la superposición de varias sub-secciones obtenidas con sucesivos cortes virtuales efectuados entre la dolina y la Sala del Asta, pasando por el yacimiento paleontológico. Se indican a grandes rasgos la disposición de los materiales observados. Topografía morfológica M. Vaqueiro (2013).

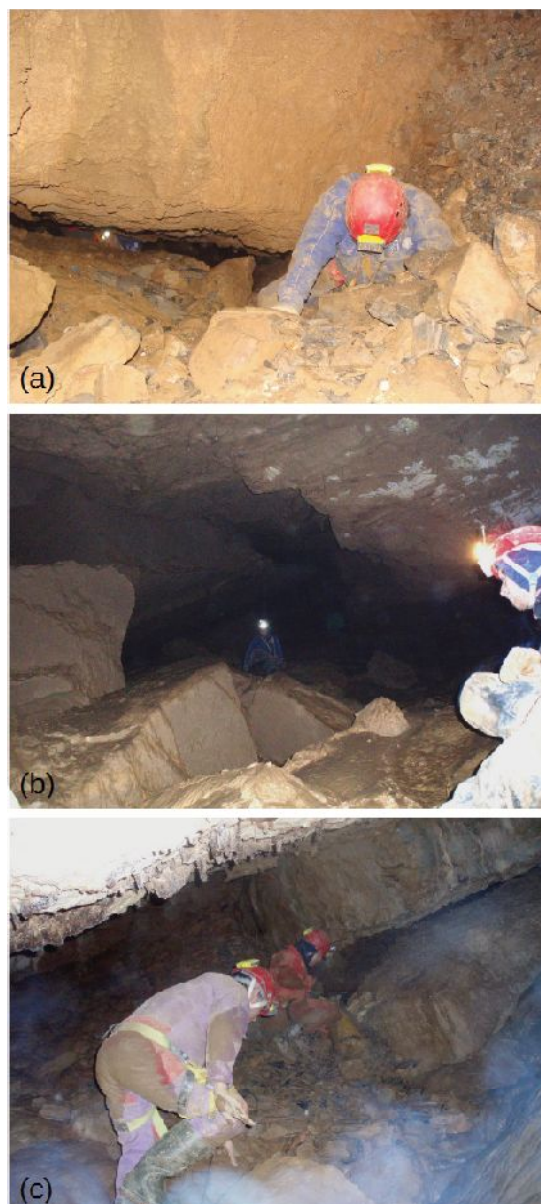


Fig. 3. (a) Paso bajo los bloques caídos en la cota -21 m. Se puede apreciar la brecha fosilífera en la parte derecha de la fotografía, así como la abundancia de fragmentos de roca angulosos en el piso de la cavidad. (b) *Sala del Asta*, acumulación de bloques bajo la rotura de la bóveda de la sala. (c) Acumulación de restos en la cota -25 m. Al fondo se aprecian los bloques que separan la galería principal y la sala.

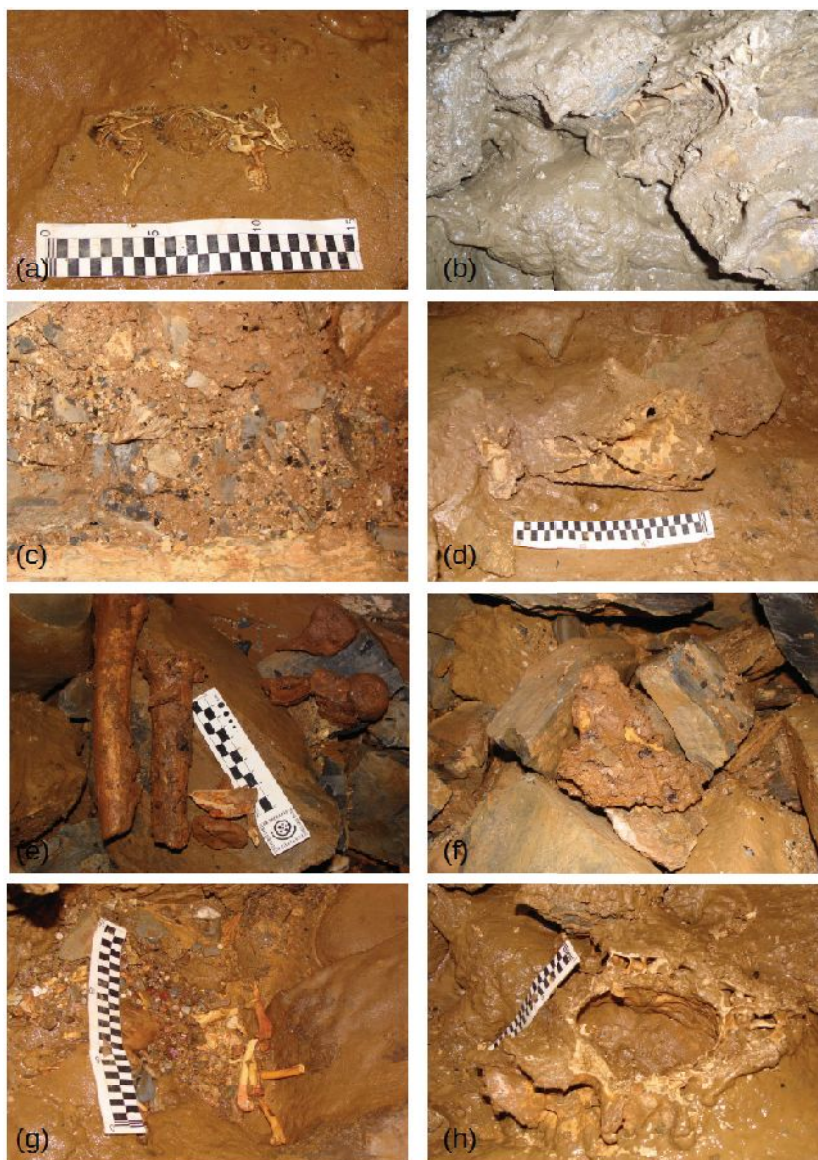


Fig. 4. Microfauna fosilizada encima de uno de los bloques caídos del techo de la Sala del Asta. (b) Fragmentos de cráneo y otros huesos de uro encostrados en la Sala del Asta. (c) Vista parcial de uno de los depósitos colgados entre los bloques que cierran el acceso a la sala. Cota aproximada -21 m. (d) Fragmentos de cráneo en cota -19 m. (e) Restos de homo localizados colgados entre los bloques a -20 m aproximadamente. (f) Fragmentos de cráneo localizados en cota -22 m. (g) Restos óseos acumulados en cota -35 m, al pié de una colada, en la sección S3-S3'. (h) Cráneo de uro en posición invertida y encostrado aproximadamente a -27 m de profundidad.

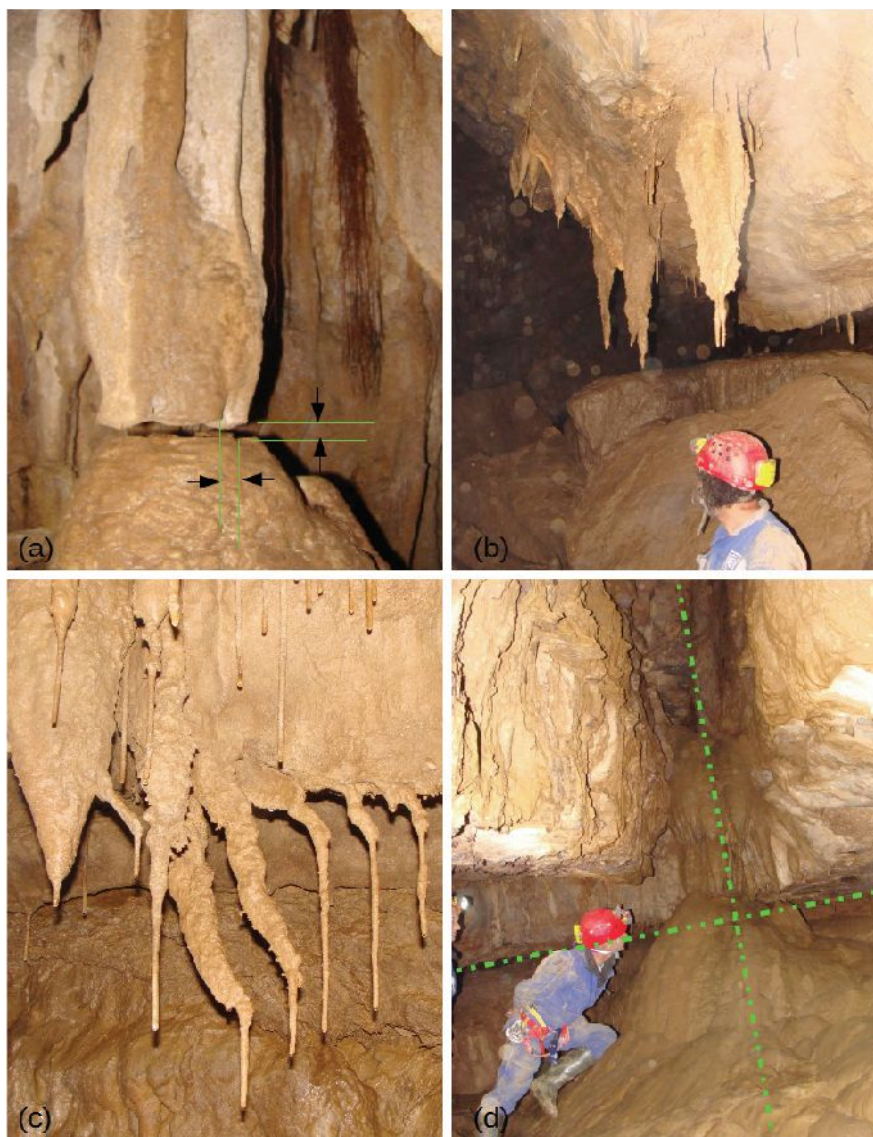


Fig. 5. (a) Fotografía de la columna rota a tracción, y localizada en la galería alta. Se han añadido marcas para facilitar la visualización los desplazamientos relativos (vertical y horizontal) entre las dos fragmentos del espeleotema. (b) Espeleotemas desarrollados en el techo sobre los bloques caídos. Son por tanto de edad posterior al colapso. Algunas de estas formas tienen el apéndice roto y regenerado con un nuevo macarrón. Sin embargo no se han desarrollado estalagmitas. (c) Formas compuestas de flujo-goteo con deflexión. Algunas de estas formas tienen el apéndice roto y regenerado con un nuevo macarrón. (d) Vista de una de la coladas desarrollada a favor de las diaclasas principales. Se ha señalado también una de las discontinuidades subhorizontales importantes y que determina la disyunción del techo en bloques.