



NOTAS SOBRE TERMALISMO Y ESPELEOGÉNESIS HIPOGÉNICA EN CAVIDADES DE CASTELLÓN

Jesús Almela Agost (Espeleo Club Castelló)

Introducción.

En la espeleogénesis de las cuevas de Castellón, existe un predominio de cavidades formadas por procesos tectónicos sobre las formadas por disolución, de las cuales la minoría se encuentran activas en la actualidad. En los últimos años hemos ido presentado de modo aislado algunos casos de cuevas con influencia hipogénica, asociadas a dos fenómenos bien conocidos: el termalismo o influencia de aguas más cálidas y de origen profundo y las explotaciones mineras asociadas al hierro. Las zonas termales se ubican al sur de la provincia, en la sierra Espadán, con dos fuentes termales bien conocidas por sus balnearios, como es el caso del manantial de Font Calda de La Vilavella y la fuente de los Baños de Montanejos, y otras muchas anomalías geotérmicas repartidas por todo el Espadán. En el ámbito de las explotaciones mineras las encontramos repartidas por todo el territorio, pero solo nos fijaremos en las que conservan zonas naturales formadas por procesos hipogénicos, con morfologías o espeleotemas que lo evidencian.

En la reciente publicación "*Karst regions of the world*" (Klimchouck et al., 2017) se exponen las novedades sobre las cavidades hipogénicas, aportando nuevos conceptos sobre la

materia y por primera vez se ha realizado un intento de presentar gran parte de las cuevas, que se ubican a lo largo de los cinco continentes, y todas ellas están formadas por espeleogénesis hipogénica. En este interesante estudio, especialistas de todo el mundo presentan sus resultados, mostrando así todas las tipologías de cuevas que podemos encontrar. El hecho de mostrar tantas cavidades, que nos hace ver el amplio abanico de cavidades resultante de estos mismos procesos, nos ayuda a entender estas cuevas y compararlas con determinados fenómenos presentes en Castellón, reforzando de este modo la presencia de cuevas con influencia de espeleogénesis hipogénica en nuestra provincia. En las cavidades con influencia termal, no necesariamente tienen por que relacionarse con esta espeleogénesis, aunque muchas de las cuevas hipogénicas del planeta sí que tienen este elemento en común.

Con estas páginas, queremos actualizar el conocimiento de estas cuevas, que anteriormente íbamos desvelando poco a poco y de modo individual. Por ello realizaremos un resumen de cada cavidad, aportando como novedad los estudios realizados en los últimos meses y elaborando una tabla resumen de las cuevas con los indicadores hipogénicos.

Al tratarse de un ámbito de la geología de reciente estudio, la espeleogénesis hipogénica, todavía se están asentando las bases, y continuando en la actualidad diferentes modificaciones a las definiciones aportadas años atrás, como la definición aportada en la reciente publicación (Klimchouk et al., 2017). En ella se aclaran los matices entre los enfoques geoquímico e hidrológico estableciendo los límites de la espeleogénesis hipogénica de un modo más ajustado a la realidad. Ambos matices resaltan dos ideas básicas. Desde una visión hidrológica, son cavidades ubicadas en acuíferos confinados, es decir la capa donde se desarrolla la cavidad se encontrará por debajo de otra capa confinante, más o menos impermeable y de menor solubilidad, como pueden ser margas. Esta ubicación de los estratos confinantes sin relación hidrológica con el exterior resulta una premisa fundamental para entender esta génesis. Evidentemente la evolución del paisaje exterior y erosión de las capas confinantes superiores pueden poner al descubierto estas cuevas, que en un primer momento no presentaban ninguna relación con el exterior. Por otro lado, desde el punto de vista geoquímico, el enfoque tiene que ver con la agresividad del agua que forma las cuevas, que es ajena al exterior, originándose esta en las profundidades. Es por ello que encontramos agua con carga piezométrica, a presiones diferentes a las cuevas epigénicas. Encontramos aguas estáticas y muy agresivas que tendrán sus implicaciones en las morfologías a todas las escalas.

Revisando la publicación y las numerosas cuevas presentadas detectamos que existen unos patrones típicos que se suelen repetir a lo largo de los cinco continentes:

- Se pueden ubicar en regiones que presentan rocas metamórficas o volcánicas, muestra de un pasado activo, por lo que se refiere a fluidos con presiones y temperaturas elevadas y próximos a la corteza terrestre.

- Presencia de manantiales termales, que muestran una actividad geotérmica reciente.

- En muchas ocasiones las cavidades han sido explotadas por la presencia de minerales, principalmente con extracciones de hierro.

- El entorno donde se desarrollan las cavidades probablemente no está relacionado con las galerías subterráneas o hidrología superficial, pues muchas de sus entradas son debido a aberturas accidentales, por canteras, carreteras, o abiertas por la erosión de la montaña que desmantela la capa confinante y pone así la cavidad al descubierto.

- Encontramos patrones laberínticos, que no indican una dirección clara del drenaje, sino un flujo más estático.

- Presencia de espeleotemas poco frecuentes como grandes cristales y de formaciones de yeso.

En Castellón estos procesos espeleogénicos son minoritarios, encontrándolos a veces muy localizados en una cueva, sin llegar a ser el proceso de formación dominante y con limitada capacidad. En otros casos los procesos posteriores a su formación o erosión superficial del terreno pueden conllevar otros mecanismos genéticos que enmascaren a estos primeros, de carácter endógeno. Más recientemente, la minería ha seguido eliminando estas pistas que ayudan a entender un poco mejor su formación, como ocurre con la Cova de l'Ocre (Llucena). Por tanto nos en-

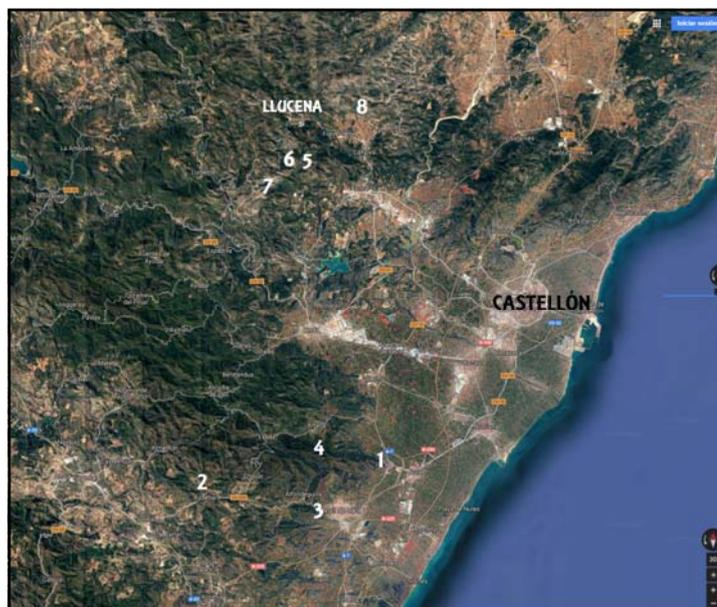


Figura 1: Situación de las cavidades reseñadas en este trabajo.
 1.Sima del Castellet (La Vilavella), 2.Sima Posos (Azuébar),
 3.Coves de Sant Josep (La Vall d'Uxó), 4.Cova de la Font de Ferro (Artana), 5.Cova de l'Ocre(Llucena), 6.Sima del mas de Gual-2(Llucena), 7.Coves del Cabeço (Llucena),
 8.Avenc de la Torreta (Llucena).

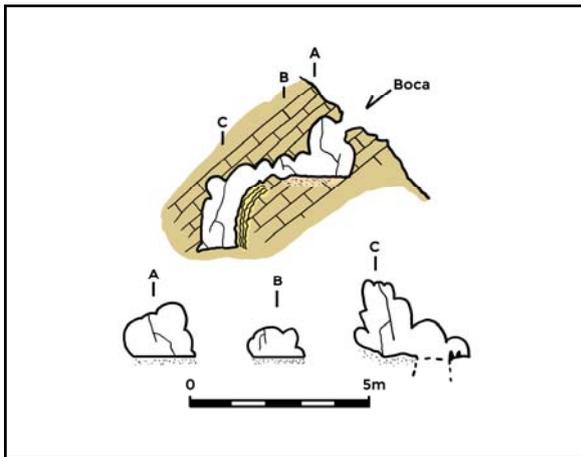


Figura 2: Alzado topográfico en detalle, de la zona de entrada de la sima del Castellet.

contramos ante cavidades fósiles, por lo que se refiere a procesos hipogénicos, con redes de galerías localizadas y generadas en contextos muy diferentes a los que podemos apreciar hoy día, por lo que en la actualidad solo podemos ver las formas de sus paredes o espeleotemas que nos indican que en un proceso inicial de formación, la cavidad se originó por procesos hipogénicos.

Analizamos a continuación las diferentes cavidades que se han generado por procesos hipogénicos o que presentan influencia termal. Citaremos en total 7 casos que agrupamos en tres tipos: Los relacionados con anomalías geotérmicas, los que tienen que ver con la minería y otros casos aislados.

Anomalías geotérmicas o termalismo.

Se trata de manantiales con el agua que mana a una temperatura de unos 4 grados superior a la temperatura media anual de la región. En otros casos no supera los 4 grados pero si presentan anomalía con respecto al entorno. Como ya se desarrolló (Almela, 2016) en la sierra Espadán existen algunos manantiales relacionados con cavidades naturales, que pudieron tener influencia en su formación o que todavía la tienen. Hay algunos contenidos minerales que se encuentran en pequeñas cantidades en el agua de algunos manantiales, como el mercurio o el azufre, que nos señalan su origen profundo e hidrotermal. Encontramos cuatro cavidades donde la influencia del termalismo ha podido actuar en su génesis de manera más o menos decisiva.

Sima del Castellet (La Vilavella)

Esta cavidad se desarrolla a expensas

de una fractura dirección suroeste-noreste, en la ladera norte de la montaña del Castell de Centelles, inmediato a la población de La Vilavella y al manantial termal de Font Calda. La característica principal de esta fractura es que ha sido ampliada por procesos de corrosión-condensación que son más patentes en la parte superior de la cavidad, mientras que en la inferior encontramos diferentes espeleotemas formados en un ambiente de evaporación (Almela, 2016). Este fenómeno de corrosión ha estado motivado por la elevada temperatura del interior de la cavidad, sin duda relacionado con el termalismo inmediato, hasta el punto de que este fenómeno ha abierto por corrosión interna la pequeña boca de la sima (figura 3).

En nuestro entorno encontramos otros ejemplos de cavidades formadas en sus zonas superiores por corrosión por condensación, como la Sima del Rocío (Benicarló), Cova del Mollet (Sant Joan de Moró), Cova del Morró (Sueras) o Cau Calent (Benicàssim) entre otras, pero en ellas no encontramos anomalía geotérmica, sino cambios muy bruscos de temperatura entre su interior y exterior que causan la convección del agua por la alta humedad del aire, que también presenta un poder de corrosión y ampliación de la cavidad (Cigna & Forti, 1986). En cuevas con diferentes entradas encontramos casos similares, donde el paso de la corriente de aire va alte-



Figura 3: Resalte de entrada de la Sima del Castellet, donde se aprecia la cúpula que conecta con el exterior.

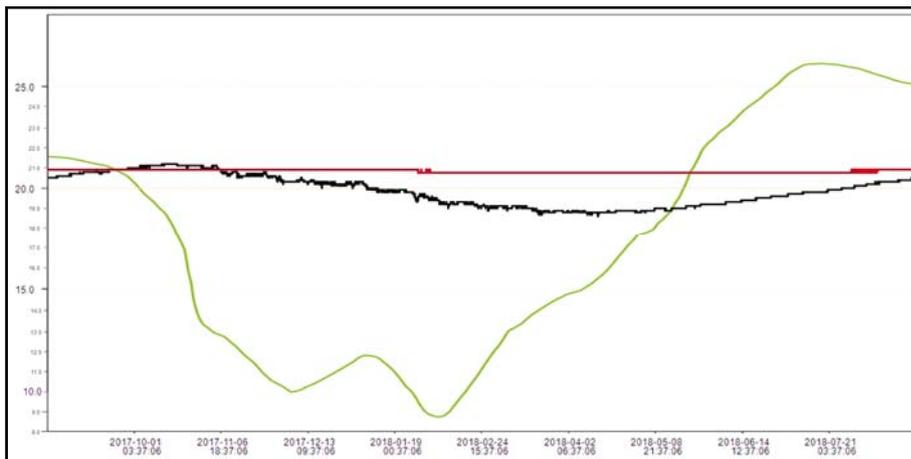


Figura 4: Gráfica de temperaturas de la sima del Castellet del periodo anual, agosto de 2017 a agosto de 2018. Temperatura exterior (en verde) y de las dos estaciones, en negro (cota -7 m) y en rojo (cota -39 m).

rando la roca y generando estas formas típicas formadas con condensación.

En la sima del Castellet, el fenómeno de corrosión cobra un mayor interés en las morfologías de sus paredes, encontrando facetas, cúspides, cúpulas, toberas canales y formas redondeadas, que han alterado hasta varios decímetros las coladas parietales formadas previamente. Estas formas tan singulares, son propias de cuevas termales.

Uno de los últimos trabajos realizados en esta cavidad, ha consistido en realizar mediciones de temperatura en diferentes puntos de la misma, mediante equipos de medición permanentes Datalogger RC-5, que han registrado la temperatura cada 30 minutos durante el periodo de un año, entre los meses de agosto de 2017 a 2018. Estas mediciones han permitido reafirmar la anomalía geotérmica existente en la sima, ya registrada en otros momentos concretos, pero ahora hemos podido conocer las diferentes variaciones de la temperatura a lo largo del año, con sus ciclos (verano-invierno / nocturno-diurno). Con ello evidenciamos que el clima de la cavidad es un factor decisivo en su génesis, concretamente en los procesos internos de corrosión por condensación.

La temperatura media anual exterior del periodo estudiado ha sido de 16,9 °C, tomando como estación exterior el Tossal (Nules), estación meteorológica de Avamet ubicada a 2 kilómetros al norte de la cavidad. Los dos equipos de medición en el interior de la sima del Castellet estaban instalados en la cota de -7 metros y

a -39 metros, cota de máximo desnivel. En la primera de ellas, ubicada 3 metros por debajo de la cabecera del pozo, se han notado ligeramente la influencia de las estaciones del año, marcando como temperatura máxima 21,2 °C a mediados de octubre y mínima de 18,6 °C en el mes de abril, con una temperatura media de 19,9 °C. En algunos momentos puntuales

también se aprecian las fluctuaciones de la temperatura debido a los cambios día-noche.

En la segunda estación, nos encontramos prácticamente en la zona de homotermia, con una temperatura muy constante que ha fluctuado entre 20,8 °C y 20,9 °C. Desde agosto hasta el 28 de enero se ha mantenido en 20,9 °C y entre este día y el 5 de agosto ha registrado 20,8 °C, para finalmente ascender a 20,9 °C. La temperatura media es de 20,9 °C, cuatro grados por encima de la media anual exterior, lo que nos indica una cavidad con una temperatura elevada.

Sima Posos (Azuébar)

Otro caso de anomalía geotérmica la encontramos en el curso activo principal de la Sima Posos, que ha sido motivo de seguimiento durante un año, entre los meses de julio de 2017 a 2018. La presencia de anomalía geotérmica no indica necesariamente que en la cavidad estén presentes procesos hipogénicos, pero sí que debemos tener en cuenta para comprender la formación de algunos sectores o de determinadas morfologías.

Este cauce permanente, es alimentado por las aguas que provienen del sifón *río arriba* y otro aporte menor. Por otra parte encontramos aportes exteriores de carácter temporal, por lo que estamos ante un sistema binario, que combina un caudal permanente sustentado por aguas profundas que se mantiene constante durante todo el año y otros aportes procedentes del exterior de carácter temporal (Almela, 2012).

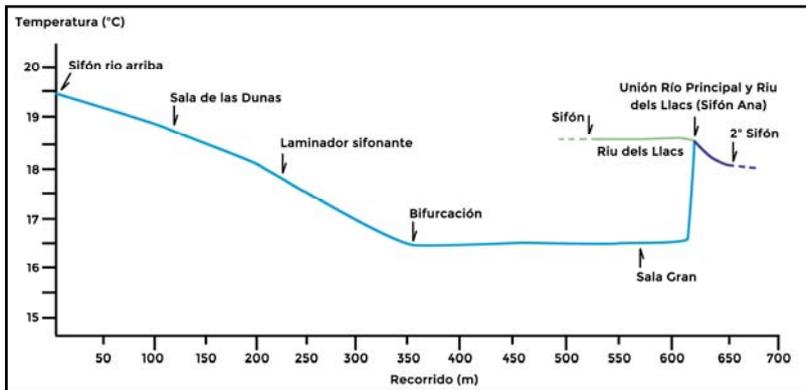


Figura 5: Evolución de la temperatura a lo largo del río.

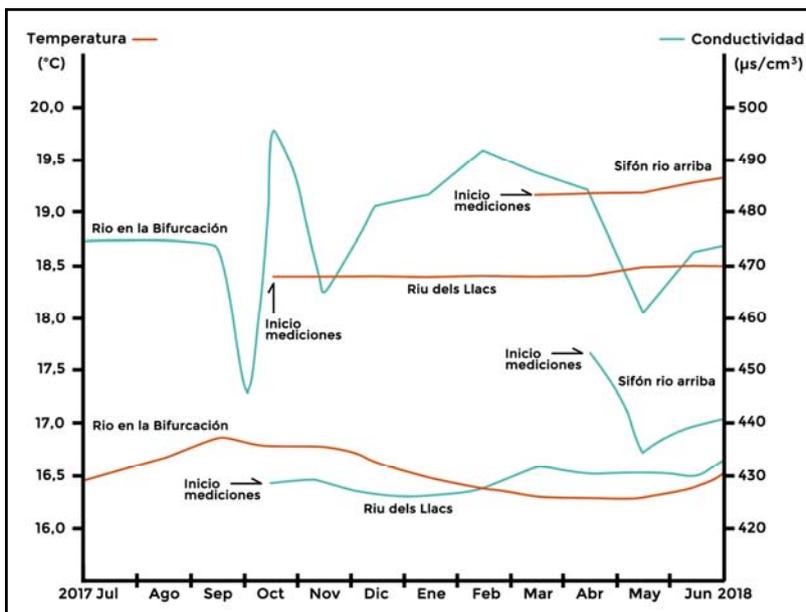


Figura 6: Gráfica de evolución de temperatura y conductividad de las aguas de la sima Posos.

La Sima Posos, que cuenta con 3.687 metros de recorrido, se abre en las dolomías del triásico medio e inmediatas a un importante afloramiento de areniscas del Triásico Inferior (Buntsandstein), que forman la cuenca de recepción de las aguas superficiales, captando de este modo las aguas e infiltrándose en el interior de la cavidad. La configuración de la cavidad en cierta medida esta condicionada por esta recarga desde el exterior, representada por numerosas galerías adyacentes a la principal que suponen puntos de recarga del exterior.

En la cavidad encontramos dos hechos determinantes en la formación de su patrón general. El primero es la influencia de las areniscas, que ocupan gran parte de la cuenca de recepción y que al parecer en fases anteriores cubrirían la capa donde se desarrolla la cavidad, por lo que algunas formas embrionarias se

podrían explicar entendiendo estas fases precuaternarias. El otro factor son las inundaciones periódicas que experimenta la cavidad (Almela, 2017), que configura el entramado de la red más o menos ramificada y provoca una serie de salas de colapso. Ambos elementos muy marcados en esta cavidad, son descritos para otras cavidades (Palmer, 2001) donde aparecen formas más o menos laberínticas y ramificadas, por lo que podemos encontrar paralelos explicativos que nos ayudan a entender sus patrones de formación.

En lo referente a la toma de datos sobre las aguas, se estableció en un primer momento obtener la temperatura del agua y conductividad, en la bifurcación, donde se han registrado al menos una vez al mes. Posteriormente se han introducido otros puntos de toma de medidas más esporádicos, que han sido el *riu dels Llacs*, el *sifón río arriba* y el *2º sifón río abajo*. Finalmente se ha muestreado el río en toda su trayectoria y en algunos aportes de agua estancada.

La evolución de la temperatura y conductividad del río que discurre por la cavidad a lo largo del año, ha permitido reconocer los diferentes aportes de aguas más profundas. También hemos comprobado el enfriamiento que experimenta el agua a medida que va circulando por las galerías. Otro hecho constatado es la variación de 0,6 °C de la temperatura del agua en el punto tomado como registro principal a lo largo del periodo anual. Esta variación de 0,6 °C viene condicionada probablemente por las temperaturas del exterior, que presentan una diferencia entre las medias mensuales con una variación de 16,5 °C, mucho más extrema que en el interior de la cueva, pues dentro nos ubicaremos prácticamente en la zona de homotermia. La temperatura media del exterior en este periodo registrado ha sido de 15,6 °C, es decir 3,8 °C inferior al agua del *sifón río arriba*. Los aportes de aguas

profundas que presentan anomalía geotérmica son el *rió principal* (19,4 °C) y el *riu dels Llacs* (18,5 °C), descubierto en septiembre de 2017.

Respecto a las precipitaciones, en este periodo han sido muy escasas, con un total 254,7 litros por metro cuadrado, muy repartidas a lo largo del año y donde solamente en tres días se han registrado más de 20 litros acumulados en 24 horas, por lo que no se han activado en todo el periodo anual los aportes estacionales dentro de la cavidad.

Cova de Sant Josep (La Vall d'Uixó)

En esta conocida cavidad, la anomalía geotérmica, viene influenciada por la aportación de aguas termales a través de un acuífero lateral, que hace que aumente ligeramente la temperatura del agua (Garay, 2013). A pesar de encontrar patrones claramente epigénicos, como ocurre también en su funcionamiento y tipo de recarga, en su galería principal existen morfologías a media escala, como cúpulas de corrosión, que podrían estar influenciados por procesos de espeleogénesis hipogénica. No debemos olvidar que esta cavidad también sufre inundaciones periódicas debido a crecidas, por lo que estas pueden generar también otras morfologías concretas, a veces similares a las hipogénicas (Palmer, 2011).

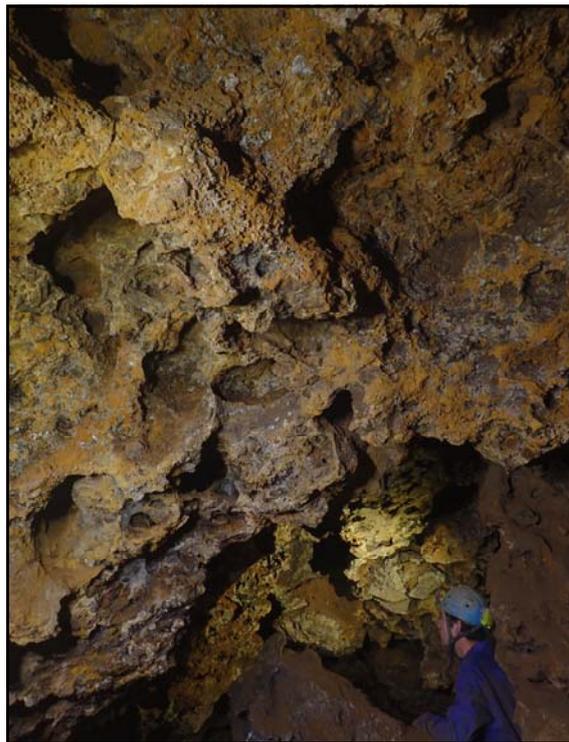


Figura 7: Corrosiones en la zona del *Laberinto* de la Cova de l'Ocre.

Explotaciones mineras.

Otra topología de cavidades donde encontramos morfologías hipogénicas a media escala y algunos patrones laberínticos, son las cavidades semiartificiales, que han sufrido



Figura 8: Galería de entrada a la Cova de l'Ocre, con el techo tapizado por espesas capas de cristales de calcita.



Figura 9: Zona de los cristales.

a lo largo de la historia diferentes periodos de extracción de minerales, por lo que encontramos cavidades naturales desfiguradas, donde los vacíos naturales formados por corrosión pueden ser difíciles de localizar. Encontramos cuatro casos de estas cavidades, donde destaca la Cova de l'Ocre por su desarrollo espeleométrico y variedad de formas.

Mina Virgen del Amparo o Cova de la Font de Ferro (Artana - Fondegulla)

Se trata de una explotación minera de gran envergadura, que partiendo de cavidades naturales, se han extraído minerales y ampliado sus galerías desde la antigüedad. Parte de las galerías naturales se ubican en una zona de contacto mecánico entre las dolomías y las areniscas triásicas, formando grandes volúmenes subterráneos. Fijándonos en las galerías naturales, no encontramos morfologías claras de disolución, en la mayoría de los casos debido a la alteración an-

trópica, donde las labores de extracción dificultan reconocer estas zonas. Un punto de la explotación minera que destaca, es la denominada "*sala Bonica*", situada por encima de la *sala Gran* y comunicada con ésta mediante un paso estrecho que comunica con el techo de la sala, con estalactitas subacuáticas del tipo "war club" (Hill & Forti, 1997). En la parte inferior de esta mina encontramos el manantial de la *Galería 800*, cuyas aguas manan a 19,5 °C, siendo estas sulfurosas, que nos indican un origen profundo.

Cova de l'Ocre (Llucena)

Esta cavidad se ubica en las inmediaciones del Mas de la Savineta, en el margen izquierdo del Barranc del Mas de Beltrán. Sus tres entradas principales se abren en la parte superior de una loma, en la cota 612 metros.



Figura 10: Morfologías espongiiformes en la zona del laberinto.

La cueva presenta 1.539 metros de recorrido y un desnivel de -67,3 metros, siendo su estructura muy modificada por las extracciones mineras, principalmente las realizadas en la década de 1960 (Almela, 2016). Muestra de ello es el testimonio directo de miembros del Centre Excursionista de Castelló, narrando la visita realizada en 1955, y relatando que la entrada era mediante una boca estrecha, que las gateras eran numerosas y las acumulaciones de piedras para facilitar el acceso no existían, se realizaron posteriormente para extraer el mineral con ayuda de animales de carga.

En la actualidad la Cova de l'Ocre está protegida debido a la importante colonia de murciélagos que alberga, por lo que para realizar el estudio que se presenta, fue necesario solicitar un permiso extraordinario al *Servei de Vida Silvestre de la Conselleria d'Agricultura, Medi Ambient, Canvi Climàtic i Desenvolupament Rural*. Agradecemos desde aquí a Miguel Angel Monsalve y Policarp Garay, por las facilidades prestadas para realizar los trámites.

La información que queremos presentar ahora, se centra en la descripción detallada de las morfologías a media y pequeña escala presentes en el *sector del laberinto*, única zona de la cavidad que conserva formas totalmente naturales, que no han sido retocadas por la explotación minera. Estas galerías, con cerca de 300 metros de recorrido, forman un patrón laberíntico (maze cave), con formas de corrosión muy peculiares. Sin duda es el mejor exponente de

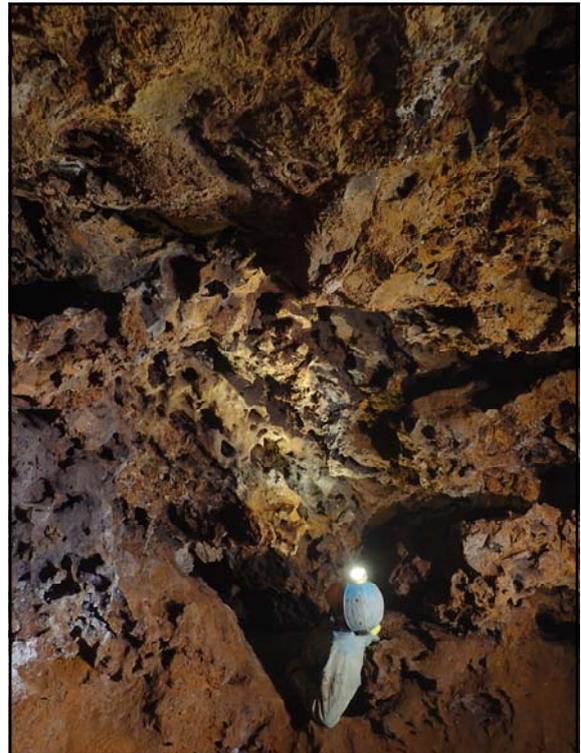
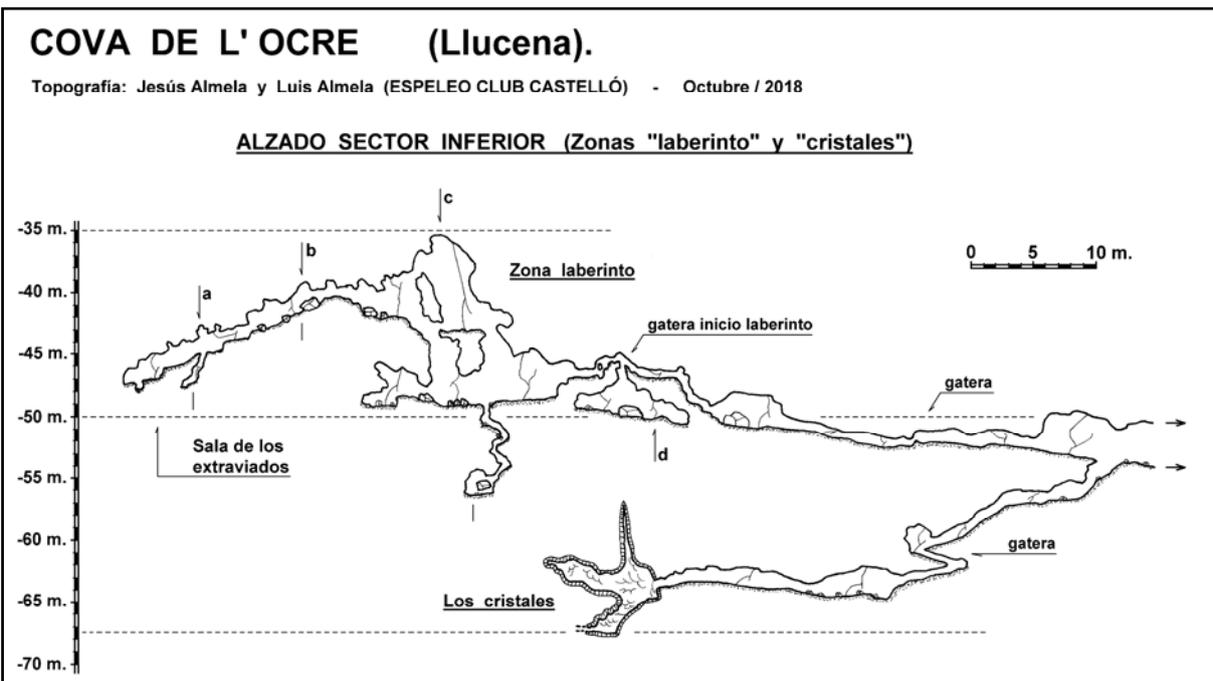


Figura 11: Textura de las paredes en una sala ubicada en el extremo sur del laberinto.

cueva hipogénica de la provincia de Castellón.

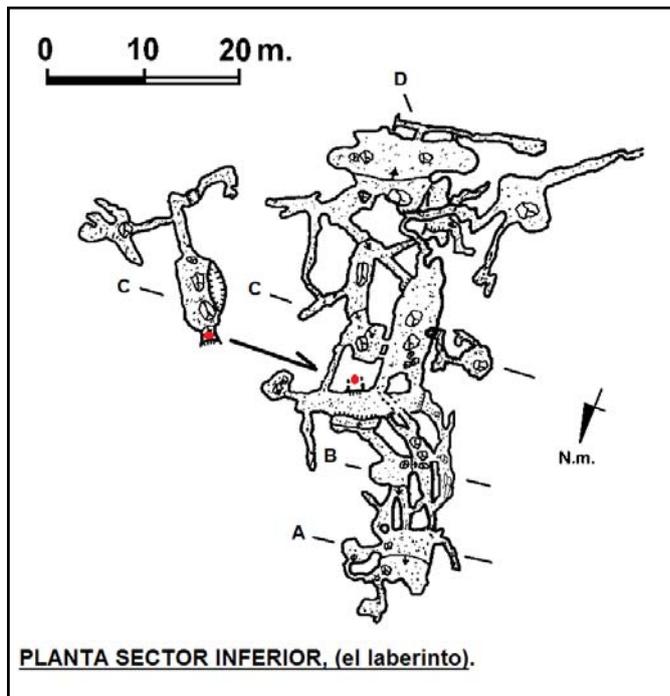
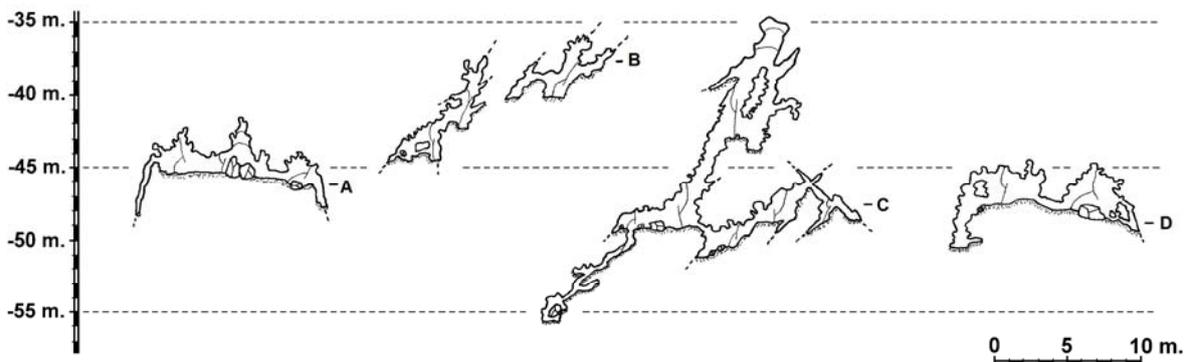
Encontramos otras zonas con formas interesantes como la zona denominada "*los Cristales*", que está formada por una estancia que es atravesada por una fractura, todo ello tapizado por una capa de cristalizaciones de



COVA DE L' OCRE (Llucena).

Topografía: Jesús Almela y Luis Almela (ESPELEO CLUB CASTELLÓ) - Octubre / 2018

SECCIONES SECTOR INFERIOR (el laberinto)



calcita con nubes. Ésta se desarrolla entre las cotas -55 y -67,3 metros, encontrando en este punto el máximo desnivel de la cueva. En la zona de mayor desnivel, que está exenta de cristales, aparecen grandes nubes, con una línea de inundación y finas capas de calcita concrecionada y posteriormente depositada, que nos indicarían un nivel estable en el proceso de formación de esta estancia.

Otros puntos aislados donde existen formas que nos llaman la atención, es la misma entrada principal (cota -9,2 metros) donde en-

contramos alguna pequeña cúpula que nos recuerda a un outlet. Otro aspecto ya apuntado, son las capas de cristales de calcita (Almela, 2016) que aparecen a lo largo de todas sus galerías y que han sido interceptadas al formarse los conductos (figura 19), como podemos apreciar en la sala que precede al laberinto. Por lo que se refiere a espeleotemas, encontramos en una de las salas inferiores (cota -51,4 metros) una agrupación de estalagmitas formados en régimen de inundación, aunque la zona se encuentra muy alterada por la explotación minera (figura 13). Su textura brotoidal recuerda otras formaciones generadas debajo del agua. Otros espeleotemas de un tamaño menor, que aparecen en algunos rincones de las zonas más profundas de la cavidad, son delicadas flores de yeso (figura 12) y pequeñas hebras o pelos que se desarrollan en alguna pared y parecen de reciente formación.

A continuación nos centraremos en la descripción de las formas del sector del laberinto:

Morfologías de corrosión en el laberinto.

Para clasificar estas formas de corrosión, seguiremos la clasificación propuesta para algunas cavidades de Mallorca (Gracia, et al, 2011) donde enumera numerosas formas a media escala (mesoformas) que se asemejan a las presentes en la zona laberíntica de la Cova de l'Ocre y que corresponden a



Figura 12: Delicadas flores de yeso.

morfologías espongiiformes. Éstas presentan numerosas topologías en función del tamaño y la formación concreta, centrándonos ahora en las que presentan un tamaño menor, microformas (de orden métrico) y mesoformas (orden decamétrico a métrico). Para ver la estructura a media escala hemos realizado diferentes secciones transversales del laberinto, donde encontramos los diferentes niveles organizados de modo anárquico y comunicados entre ellos por feeders o drenes ascendentes. El laberinto ocupa un espacio de 1.100 metros cuadrados y se ubica entre las cotas de -35 y -56 metros. Dentro de este sector encontramos una serie

de relaciones entre los diferentes niveles, donde los feeders o canales alimentadores ocupan un importante papel. El laberinto de desarrolla en dos litologías diferentes, que se aprecian a primera vista, estando gran parte de sus galerías formadas en una caliza compacta donde se aprecia mejor las corrosiones y morfologías de disolución y que ocupa toda la zona oeste. Por otro lado, en el extremo este encontramos unas calizas bien estratificadas en bancos de poco espesor, que se disgregan con facilidad y le confieren un aspecto inestable. En ellas se aprecia un buzamiento de 30° al noreste y no se observan tan claramente las formas típicas espongiiformes, pues creemos que estas limitan el desarrollo de la cavidad en esta dirección, siendo el punto más al este del desarrollo de la cavidad.

En las formas de corrosión a pequeña escala encontramos gran variedad de formas. En primer lugar tabiques de disolución, donde dos salas quedan unidas por la disolución desde abajo, quedando un tabique de roca que los separa en su parte superior, pero en la base se aprecia que nos encontramos en una misma sala. Puentes y columnas de roca de pequeño tamaño, colgantes de roca que se han mantenido por una corrosión diferencial,



Figura 13: Estalagmitas en una zona de las grandes salas (cota -51 metros).



Figura 14: Cova de l'Ocre. Arriba boxwork. Abajo, puentes de roca y orificios formados por corrosión desde abajo.

galerías ciegas sin continuación y pequeños nichos de pared con formas lenticulares que en ocasiones se presentan rellenas de limonita. La característica más llamativa son las pequeñas formas de corrosión con pequeños orificios circulares, canales, aristas, acicates, etc, que nos recuerdan a morfologías espongiiformes, con la



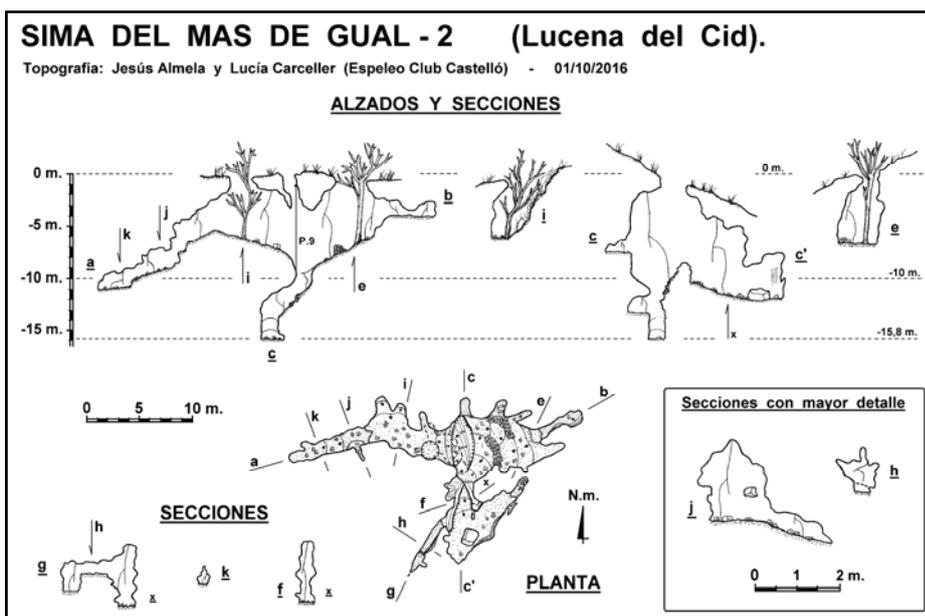
Figura 15: Sima del Mas de Gual-2. Detalle de una cúpula que ha unido dos galerías, quedando un pequeño tabique de roca con orificio.

roca muy alterada formando una auténtica masa horadada (figuras 10 y 11).

Otras formas producto de esta corrosión agresiva es la presencia de boxwork, principalmente en paredes o pequeñas cúpulas que forman las galerías inclinadas.

Sima del Mas de Gual-2 (Lucena)

Se trata de una cavidad abierta cerca de la cumbre de una pequeña loma ubicada por encima del Mas de Gual, donde encontramos algunos afloramientos de óxidos de hierro. La boca de la sima se sitúa en la ladera, presentando una boca alargada, que mediante un pozo de 9 metros se alcanza una estancia amplia iluminada parcialmente por la luz exterior. De esta estancia parten diferentes ramales, siendo la zona sur donde están mejor representadas las morfologías hipogénicas, con feeders, outlets, canales de bóveda y un particiones. Desde la base del pozo de entrada surge una rampa descendente que finaliza en un pozo artificial de 2,3 metros, único testimonio de extracción minera en esta cavidad. El recorrido real es de 78 metros y el desnivel de -15,8 m (Almela, 2016).



mejor representadas las morfologías hipogénicas, con feeders, outlets, canales de bóveda y un particiones. Desde la base del pozo de entrada surge una rampa descendente que finaliza en un pozo artificial de 2,3 metros, único testimonio de extracción minera en esta cavidad. El recorrido real es de 78 metros y el desnivel de -15,8 m (Almela, 2016).



Figura 16: Detalle de un cristal de calcita de gran tamaño en la Cova del Cabeço-2.



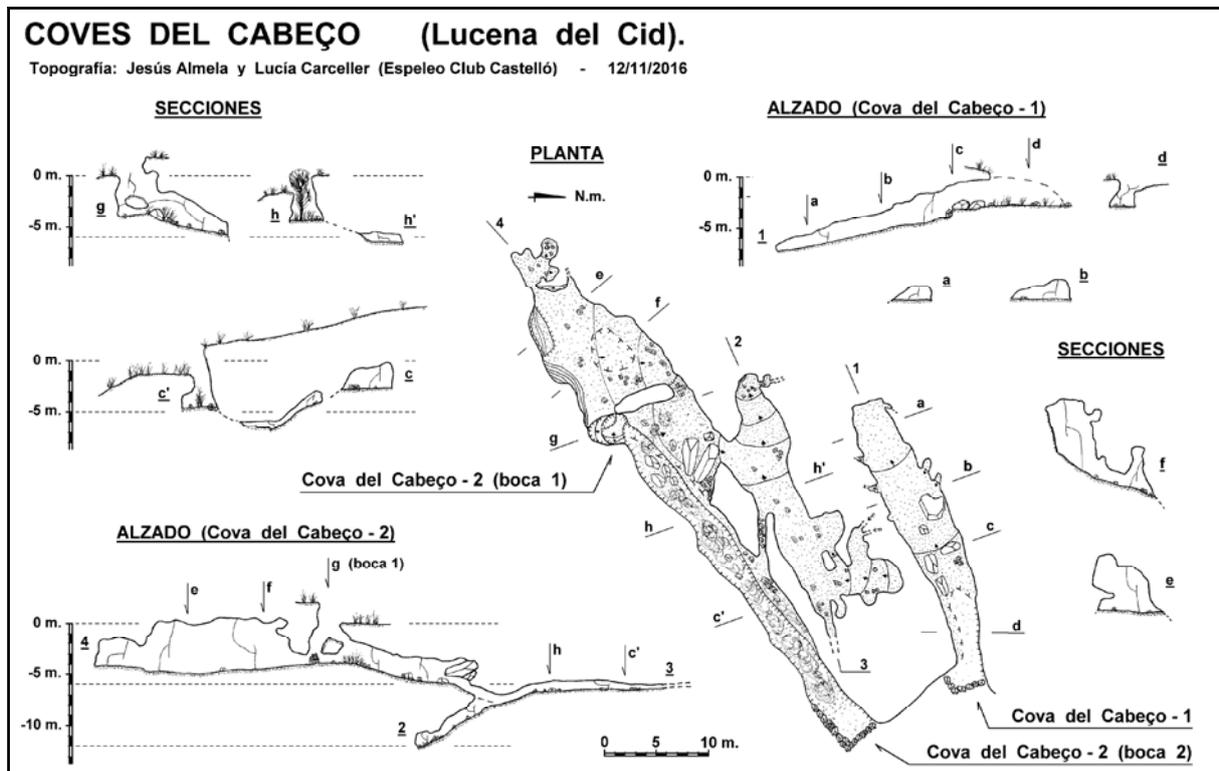
Figura 17: Coves del Cabeço. Boxwork muy meteorizado en la zona de entrada.

Coves del Cabeço (Llucena)

Estas dos cavidades se ubican próximas a la cumbre del Cabeço Panolla, en el margen derecho del Barranc del Mas de Beltrán, justo enfrente de la Cova de l'Ocre o Savineta. A unos 200 metros de estas cuevas encontramos els Avencs del Cabeço Panolla, cavidades en fracturas tectónicas generadas en el borde del cortado que asoma al Barranc del Mas de Beltrán y de génesis bien diferente a les Coves del Cabeço. Las dos cuevas forman galerías paralelas con rumbo suroeste-noreste, la primera de ellas con una galería lineal de 21 metros, con formas de disolución y restos de minerales. La otra cueva presenta 88 metros de recorrido,

apreciándose externamente como una fractura aérea con vegetación en su interior. Entrando desde su boca principal, en dirección suroeste encontramos la galería más holgada con diferentes cúpulas de disolución, cristales de spar, canales ascendentes y boxwork. Hacia el noreste la cueva sigue un laminador, de carácter más estructural, que se ubica paralelo a la fractura aérea antes citada. Ambas cavidades están muy próximas entre ellas y conectadas, tal como atestigua una corriente de aire en el extremo del laminador, pero su unión física no ha sido posible hasta ahora.

Si nos fijamos en la situación de su ubi-



cación, es similar a la de las sima del Mas de Gual-2, con las bocas en la ladera suave de la montaña, que parecen haber salido al exterior al erosionarse la capa confinante que la cubriría cuando ésta se formó. En este caso, las galerías paralelas formadas por disolución, y por la altura donde se ubican (prácticamente en la cumbre del Cabeço), parecería poco probable que fueran un sumidero o surgencia fósil, que son las cuevas formadas por disolución más frecuentes en el entorno. Las morfologías y minerales interiores ayudan a entender mejor su origen hipogénico.

En el interior de la cavidad número 2, se aprecian niveles de sedimentos que rellenan parcialmente sus galerías después de su formación, y que nos indican una evolución más compleja que las otras cuevas del entorno. Estos sedimentos los encontramos a bastante altura sobre el suelo actual de la cueva, lo que nos podría indicar un relleno alóctono, ajeno a la formación inicial provocado después de la apertura de su entrada y posterior relleno.



Figura 18: Canal de bóveda. Avenc de la Torreta.

	Sima Posos	Cova de Sant Josep	Sima del Castellet	Mina Virgen del Amparo	Cova de l'Ocre	Sima del Mas de Gual-2	Coves del Cabeço	Avenc de la Torreta
Tipo cueva	CUEVAS TERMALES			EXPLORACIONES MINERAS			OTROS	
Temperatura (Agua/aire)	19,4 °C. Agua	19,0 °C. Agua	21,5 °C. Aire	19 °C. Agua galería 800				
Feeders					X			
Partitions					X	X		
Canal de bóveda			X			X		X
outlets		X			X	X	X	
Dead ends					X			
Maze cave					X			
boxwork					X		X	X
Spar					X		X	
clouds					X			
toberas			X					
Cúpulas	X	X	X		X		X	

Otros casos aislados.
Avenc de la Torreta (Llucena)

Se trata de una cavidad tectónica, que al fracturarse la roca, ha dejado al descubierto diferentes vacíos formados por corrosión y disolución, en una etapa anterior (Almela, 2018). En estos vacíos destaca un canal de bóveda,

ubicado en una de las salas principales de la cavidad, que tiene una longitud de 10 metros, con diferentes ramificaciones, que parecen unirse a un ramal principal que asciende a favor del estrato inclinado que forma el techo de la sala. En estas burbujas o vacíos interceptados por fracturas, se aprecian cristaliza-

ciones de calicita y boxwork incipiente. Hemos interpretado este canal de bóveda como generado a raíz de fluidos ascendentes que se ubicarían en la zona de desgasificación.

Esta cavidad presenta 594 metros de recorrido y un desnivel de -36,5 metros, ubicándose estas zonas formadas por corrosión entre las cotas de -19 y -35 metros. A pesar de ser un proceso muy localizado en la cavidad, contrasta por sus formas y nos revelan un ambiente de aguas estáticas y agresivas donde se formaron estos vacíos, propio de la espeleogénesis hipogénica.

Conclusión.

Con la presente aportación facilitamos datos que nos ayudan a profundizar en las cuevas con influencia termal por un lado, e hipogénicas por otro. No debemos perder de vista que se trata de dos aspectos diferentes y una cueva termal no tiene porque presentar una génesis hipogénica, no obstante en muchos casos si que existe relación entre ambas.

A pesar de encontrar en algunas cavidades morfologías hipogénicas, debemos tener presente otros factores que avalen correctamente su origen. La historia geológica de una región, cuando se formaron estas cuevas, puede ser muy diferente a la actual y la superposición de procesos podría volver muy compleja su lectura en la actualidad.



Figura 19: Cristal de calcita de la Cova de l'Ocre.

Bibliografía:

ALMELA AGOST, J. (2012). Estudio monográfico de la Sima Posos (Azuébar). Berig nº 12, pp. 16 - 41. Espeleo Club Castelló.

ALMELA AGOST, J. (2016). Hidrotermalismo en la Sierra Espadán con especial referencia a la Sima Posos. Berig nº 16, pp. 61 - 72. ECC.

ALMELA AGOST, J. (2016). Dos cavidades con morfologías hipogénicas en Lucena del Cid (provincia de Castellón). Gota a gota nº 12, pp. 46 - 56. Grupo de Espeleología de Villacarrillo, G.E.V. (ed.).

ALMELA AGOST, J. (2017). Efectos morfológicos de corrosión por condensación en la Sima del Castellet (La Vilavella). Gota a gota nº 12, pp. 86 - 94. Grupo de Espeleología de Villacarrillo, G.E.V. (ed.).

ALMELA AGOST, J. (2017). Apuntes para el funcionamiento del sistema kárstico de Sima Posos (Azuébar). Berig nº 17, pp. 40 - 45. Espeleo Club Castelló.

ALMELA AGOST, J. (2018). Avenc de la Torreta (Llucena, Castellón). Gota a gota nº 15, pp. 64 - 73. Grupo de Espeleología de Villacarrillo, G.E.V. (ed.).

CIGNA, A.A, FORTI, P. (1986). The speleogenetic role of air flow caused by convection. 1st. Contribution Int. J. Speol. TS. pp. 41 - 52.

GARAY MARTÍN, P. (2013). Consideraciones sobre el karst y cuevas hipogénicas con referencias al ámbito Valenciano. Boletín SE-DECK nº 9, pp. 16 - 29. Sociedad Española de Espeleología y Ciencias del Karst.

GRACIA, F, CLAMOR, B. GAMINUDÍ, P. FORNOS, J. (2011). Morfologies de corrosió a la zona de mescla a les cavitats subacuàtiques de la franja litoral del Llevant i Mitjorn de Mallorca. ENDINS nº 35 / Mon. Soc. Hist. Nat. Balears nº 17, pp. 133 - 146.

KLIMCHOUK A. B. (2007). Hypogene Speleogenesis: Hydrogeological and morphogenetic perspective. Special Paper no. 1, National Cave and Karst Research Institute, Carlsbad.

KLIMCHOUK A. B. et al. (2017). Hypogene karst regions and caves of the world. Editors: Alexander Klimchouk, Artur. N. Palmer, Jo De Waale, Augusto. S. Auler, Philippe Audra. Ed. Springer. 903 p.

PALMER. N. P. (2001). Dynamics of cave development by allogenic water. Acta Carsologica 30/2, pp. 13 - 32.

PALMER. N. A. (2011). Distinction between epigenic and hypogenic maze caves. Geomorphology 134, pp. 9 - 22.