

La cueva des Pas de Vallgornera, Mallorca (España): unas de las cuevas litorales más grandes de Europa

B. López⁽¹⁾, T. Mulet⁽²⁾, M. Rodríguez-Homar⁽³⁾ y A. Merino⁽²⁾

(1) Grupo de Actividades de Montaña y Espeleología

(2) Federación Balear de Espeleología

(3) Departamento de Ciencias de la Tierra. Universidad de las Islas Baleares
Llubíborja@mail.com

RESUMEN

La cueva des Pas de Vallgornera es la cavidad de mayor recorrido de las Islas Baleares y una de las mayores de Europa (más de 74 Km de desarrollo). Se desarrolla dentro del arrecife mioceno de la plataforma de Lluçmajor y su génesis está relacionada con la existencia de fallas normales y sistemas asociados de fracturas de orientación N 180° S y N 60° E que tuvieron lugar durante el Neógeno. Destaca por la abundancia, variedad y belleza de sus espeleotemas, la riqueza paleontológica, así como por presentar indicios de una recarga basal de tipo hipogénico. Debido a su singularidad, ha servido de base en varios estudios científicos entre los que destacan los relacionados con las oscilaciones del nivel freático durante el Cuaternario y los ligados a la existencia de uno de los yacimientos paleontológicos de vertebrados más relevantes de Mallorca.

Palabras clave: cueva, espeleotemas, litoral, Terciario, Vallgornera

Pas de Vallgornera Cave, Majorca (Spain): one the largest littoral caves in Europe

ABSTRACT

The Pas de Vallgornera cave is the longest cave in the Balearic Islands and one of the largest in Europe (more than 73 km long). It is found on the Miocene reef of Lluçmajor Platform and its genesis is related to the development of normal faults and associated fracture systems with N 180° S and N 60° E orientation that took place during the Neogene. It is noteworthy for the abundance, variety and beauty of the speleothems, paleontological richness and to present evidence of hypogene basal recharge. Due to its singularity, it has served as the basis of several scientific studies on groundwater level fluctuations during the quaternary period and others related to the existence of one of most important paleontological sites in Mallorca as far as vertebrates are concerned.

Key words: cave, littoral, speleothems, Tertiary, Vallgornera

ABRIDGED ENGLISH VERSION

Introduction

The cave is located in Cala Pi in the Vallgornera area of the south of the Island of Majorca, in the "des Pas" urbanization in the Lluçmajor municipality. It was discovered on April 26, 1968, when the Belgian owners of the Es Pas hotel ordered the construction of a cesspit to evacuate the hotel's wastewater, and when they were removing the last rubble from the site, the roof of what today is known as the "Entrance Chamber", was perforated, which together with the "American Track", the "Moonmilk Chamber" and the "Max Line" are part of the Old Sector. Subsequent exploration of aquatic galleries, in 1994, expanded the cave up to 6,435 m, with new lakes and chambers, the "Na Gemma Lake" and "Na Barbara Chamber", with the Labyrinthine Sector being particularly significant. This area is known as the New Extensions.

It was not until 2004, following the discovery of a narrow passage that allowed access to the "Chamber without Name", when the cave showed its full extent. The discoveries of galleries, chambers and lakes followed one another. This is what is known as the 2004 Discoveries, including the "Big Chambers Sector", the "Gregal Sector", the "Subaquatic Gregal Sector", "F Sector", the "Clypeaster Sector", the "Tragus Sector" and the "Northern Sector". In early 2014, the exploration of the cave exceeded 74 km (Fig.3) and it is one of the largest littoral caves of Europe.

Geological context and cave morphology

The cave is composed of carbonate materials of the Tortonian-Messinian Reef Unit (Upper Miocene) on the Lluçmajor Platform (Fig.1). The cave has a preferred orientation of N 180° S and N 60° E for the galleries due to the existence of normal faults and associated fracture systems, related to subsidence of the Campos Basin during the late Neogene (López and Mateos, 2006).

However, the actual structure and lithology of the reef platform has also influenced the development of the cave galleries. Thus, in areas where there were corals, the rock is more porous and has encouraged the formation of spongiform morphologies and a large number of interconnecting galleries (labyrinthine areas), whilst in areas with less moldic porosity, with predominantly fine materials (lagoon), the development has been restricted and limited to the preferred fracture directions (Fig. 2).

Because of its genesis, the cave has a predominantly horizontal development, featuring three levels of galleries at different heights that are overlapping in some areas: the terrestrial/air level, the water level (partially submerged), and the underwater level (fully submerged).

Main speleothems and corrosion shapes

Apart from the carbonate speleothems commonly present in karst caves (stalactites, stalagmites, columns and flags) and precipitates on the walls and floor of the cave (parietal and pavementary layers), the percolation speleothems, such as excentric forms or helictites, discs, and botroidal concretions or coraloids, stand out due to their abundance and richness (Fig. 4). Epiaquatic and phreatic speleothems are also important, such as gours, floating calcite sheets, dishes, ledges, etc. (Fig.5). Some of these speleothems are related to ancient water tables in the western Mediterranean (Fig. 6). Finally, there are rare speleothems in the Vallgornera Cave, such as cave rims or U-loops (Merino et al., 2009; Merino and Fornós, 2010).

A variety of spongiform morphologies (spongework), niches and solution pockets, bell holes, solution notches with facets or solution bevels, roofing of gentle relief, lenticular section tunnels and phreatic galleries of different morphologies are described as corrosion shapes (Fig. 7).

On the other hand, morphologies and mineral deposits that demonstrate a hypogenetic basal recharge have also been documented (Gines et al., 2009): ascending dissolution morphologies, composed of feed points (feeders), located at the base of galleries, rising wall channels and ceiling channels, and discharge points, located on rooftops (outlets, bell holes); and other associated morphologies, such as partitions and dead ends.

Paleontological richness

In the cave, corals, bryozoans, bivalves, gastropods and echinoderms fossils are abundant, both on the walls and ceilings of many galleries, both aerial and underwater (Fig.8). The quantity of echinoderm fossils, especially Clypeaster, which gives the name to some of the main galleries are noteworthy.

In addition, in one of the most remote galleries one of the most important paleontological sites of Mallorca in vertebrates has been discovered. As a result of endokarstic water flows, there were sediments with a many bones that have been analyzed by the Mediterranean Institute of Advanced Studies (IMEDEA). Amongst these, there are Myotragus balearicus bones dated from between 2 and 3 million years (Fig. 9).

Measuring instruments and research projects

In 2008 the Balearic Federation of Speleology (FEB) installed four sensors, two to measure the oscillations of the water level, temperature and conductivity; and two to measure air temperature and barometric pressure inside the cave. In 2011 three new sensors were installed in the upper galleries that recorded barometric

pressure, air temperature and humidity, and a weather station outside the cave and air velocity and temperature sensor at the entrance of the cave were also installed. The sensor information is collected once a month (Fig. 10).

As a result of the collaboration with the University of South Florida and the University of Rome Tre, several studies on variations in sea level by analysis of phreatic speleothems and other geochemical studies have been done.

Introducción

Como su nombre indica, la cueva se ubica al sur de la isla de Mallorca, en la urbanización *des Pas* en la zona de Vallgornera, Cala Pi, en el término municipal de municipio de Llucmajor. Se trata de la cavidad de mayor recorrido de las Islas Baleares y una de las mayores de Europa. No sólo es singular por sus formaciones, ya que presenta una excepcional riqueza, variedad y belleza de espeleotemas, sino también desde el punto paleontológico y morfogenético, resultado de su desarrollo dentro de un arrecife del Terciario y de los procesos hipogénicos que contribuyeron a su génesis.

Descubrimiento de la cueva e historia de las exploraciones

Su descubrimiento tuvo lugar el 26 de abril de 1968, cuando los propietarios belgas del hotel *Es Pas* encargaron la construcción de un pozo negro para verter las aguas residuales del hotel. Cuando extraían el material de los últimos metros se perforó el techo de la que hoy se conoce como Sala de entrada de la cueva.

Durante el año 1994 la exploración detallada de las galerías acuáticas permitió superar diversos pasos estrechos que dieron acceso a una espectacular sucesión de lagos y galerías ricamente adornadas con multitud de espeleotemas. A este nuevo sector se le denominó las Nuevas Extensiones y sumó un desarrollo total de 6435 m.

En el 2002 se iniciaron estudios y exploraciones de la cavidad partiendo de los trabajos anteriormente realizados. El proyecto se basó fundamentalmente en el estudio de las corrientes de aire que se registran en la entrada y en diferentes puntos interiores, así como su posible relación con las fluctuaciones del nivel freático del acuífero (cuyo nivel de base es el nivel del mar), el estudio de los espeleotemas y la implantación, junto con la Conselleria de Medi Ambient, de un régimen de protección.

Sobre la base de los datos obtenidos de los registros de corrientes de aire y fluctuaciones del nivel freático, se determinó que el volumen de la cavidad necesario para permitir ofrecer estos resultados tenía que ser mucho más grande en relación al que

hasta ahora se conocía, por lo que se empezó una minuciosa exploración de las galerías que formaban el perímetro conocido de la cavidad en aquellos momentos. Dada la complejidad de la cavidad el trabajo de exploración duró unos dos años y, finalmente en el año 2004, se localizó casi por casualidad un pequeño paso estrecho que dio acceso a una enorme sala (Sala que no te Nom) y desde allí a un sinfín de galerías, salas y lagos.

El descubrimiento de este nuevo sector al que se le llama Extensiones 2004 aportó tal desarrollo de nuevas galerías aéreas, acuáticas (parcialmente sumergidas) y subacuáticas (totalmente sumergidas) que se optó por la implicación de todos los grupos espeleológicos de Mallorca en su exploración y topografía, logrando un desarrollo total topografiado a inicios del 2014 de más de 74 km de los cuales más de 17 km corresponden a galerías subacuáticas.

Contexto geológico

Desde el punto de vista geológico, la cueva se encuentra emplazada al sur de la Marina de Llucmajor

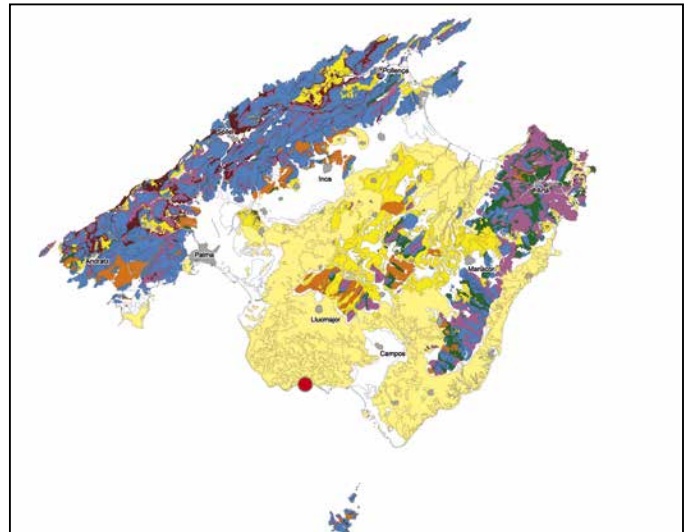


Figura 1: Mapa geológico de la isla de Mallorca y situación de la cavidad (IGME, 2014)

Figure 1: Geological map of the Island of Mallorca and the cave location (IGME, 2014)

(Fig.1) que corresponde a una plataforma carbonatada progradante del Mioceno superior.

La cavidad se desarrolla en los materiales carbonatados de la denominada Unidad Arrecifal. Su desarrollo es producto de la progradación de un sistema arrecifal ligado a las fluctuaciones del nivel de mar durante el Tortonense-Messiniense. Presenta cuatro cinturones de facies; el frente arrecifal, facies de lagoon (externo, medio e interno), facies de talud (distal y proximal) y facies de plataforma abierta o cuenca (Pomar *et al.*, 1983).

La cavidad presenta una orientación preferente asociada a la existencia de fallas normales y sistemas asociados de fracturas, N 180° S y N 60° E, relacionadas con la subsidencia de la cuenca de Campos durante el Neógeno superior (López y Mateos, 2006). No obstante, la propia estructura y litología de la plataforma arrecifal ha condicionado también el desarrollo de galerías de la cueva. Así, en las zonas donde estaban muy desarrollados los corales (frente arrecifal y lagoon externo), la roca es más porosa y ha favorecido la formación de morfologías espongiiformes y de gran número de galerías interconectadas (zonas laberínticas), mientras que, en las zonas con menos porosidad móldica con predominio de materiales finos (lagoon medio e interno), el desarrollo ha sido restringido y limitado a las direcciones de fracturación preferentes (Fig.2).

Descripción de la cavidad

El desarrollo de la cueva des Pas de Vallgornera es predominantemente horizontal con poco desnivel, presentando tres niveles de galerías a diferentes cotas que, en algunas zonas, están superpuestos:

- Nivel aéreo (terrestre): Es el piso formado por un laberinto de galerías situado entre 8 y 11 m sobre el nivel del mar con presencia de agua dulce proveniente de la infiltración del agua de lluvia.
- Nivel acuático: Compuesto por los lagos y galerías parcialmente inundadas de aguas salobres que están al mismo nivel que el mar. Sus aguas están comunicadas con el mar y, por tanto, se observan las mismas fluctuaciones de nivel a causa de las mareas o de las inclemencias meteorológicas.
- Nivel subacuático: Esta formado por galerías subacuáticas totalmente inundadas situadas entre 4 y 6 m por debajo del nivel del mar.

Tal como se ha comentado anteriormente, la estructura de la cueva es muy compleja ya que presenta un conjunto de galerías con una morfología radicular en los sectores situados al suroeste, mientras que en el

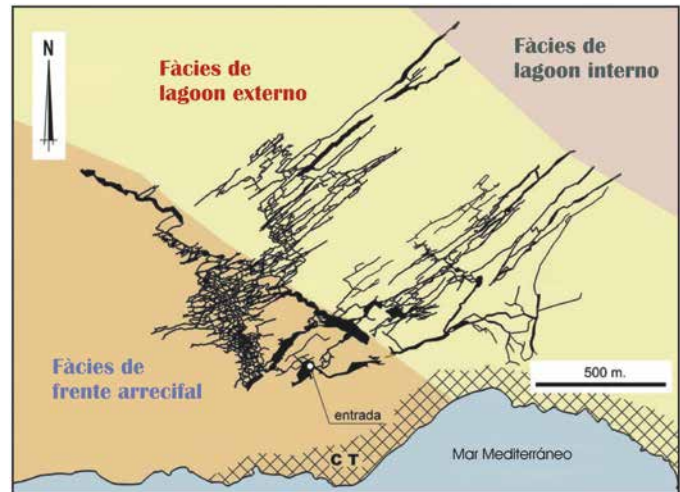


Figura 2: Distribución de las facies de la Unidad Arrecifal con relación a la cavidad

Figure 2: Distribution of the reef facies in situ

resto de la cavidad las galerías presentan un fuerte control estructural, estando los conductos alineados a la dirección de las fallas principales.

Conforme han ido avanzando las exploraciones, la cueva se ha dividido en tres grandes zonas denominadas Sector Antiguo, Nuevas Extensiones y Descubrimientos 2004, la última de las cuales ha tenido que ser subdividida en varios sectores dada su gran extensión (Fig.3).

El Sector Antiguo está formado por la Sala de entrada a la que se accede desde la superficie mediante un pozo de 6 m de profundidad, la Pista Americana, la Sala del Moonmilk y la Vía Max. Estas salas llegan hasta el nivel freático y comunican con espectaculares galerías acuáticas y lagos entre los que destacan el Llac de na Gemma y la Sala de na Bàrbara, y con el Sector Laberíntico, caracterizado por un numeroso grupo de galerías entrelazadas de pequeñas dimensiones, es lo que se conoce como las Nuevas Extensiones. Éstas a su vez conectan con la zona los Descubrimientos 2004, donde existen grandes salas desde las que parten un conjunto de conductos laberínticos de diferentes dimensiones y galerías de gran longitud con control estructural NO-SE (Sector de les Grans Sales, Sector de Gregal, Sector Subaquàtic de Gregal, Sector F, Sector del Clypeaster, Sector del Tragus y Sector Nord).

Principales espeleotemas y formas de corrosión

Sa Cova des Pas de Vallgornera destaca por la abundancia, riqueza, espectacularidad de sus

COVA DES PAS DE VALLGORNERA (LLUCMAJOR)

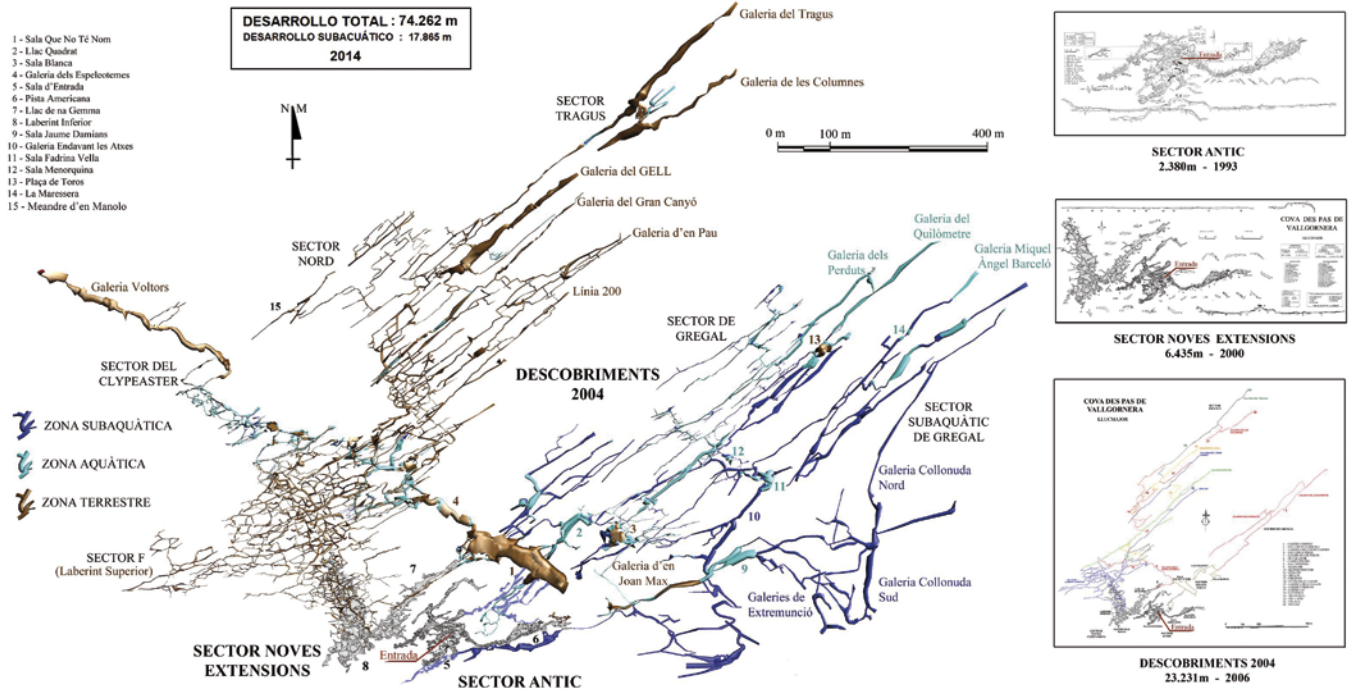


Figura 3: Plano de la cavidad (FBE, 2014)
Figure 3: Cave map (FBE, 2014)

espeleotemas y formas de disolución y corrosión. Aparte de los espeleotemas carbonatados presentes habitualmente en las cuevas kársticas (estalactitas, estalagmitas, columnas y banderas entre otros) y de los precipitados generados por el flujo de pequeños y regulares volúmenes de agua que precipita el carbonato cálcico sobre las paredes y el suelo de la cavidad (coladas parietales y pavimentarias), destacan, por su abundancia y riqueza de formas, los espeleotemas de percolación localizados en los techos, paredes o suelos de las distintas galerías o salas, como por ejemplo las excéntricas o helictitas, los discos y las concreciones botroidales o coracoides (Fig.4).

Cabe destacar también los espeleotemas epiaquáticos o freáticos, como son las laminas de calcita flotante, platos, cornisas, etc (Fig.5).

Finalmente, es necesario remarcar la presencia de tipologías de espeleotemas singulares como es el caso de las toberas –o *cave rims*– y de los *U-loops*, (Merino *et al.*, 2009; Merino y Fornós, 2010)

Una mención aparte merecen los espeleotemas cuya génesis está relacionada con el presente nivel del mar o también con antiguos niveles del Mediterráneo occidental. En este sentido, son destacables los espeleotemas freáticos de aragonito de los

lagos de aguas salobres de la cavidad; estos depósitos registran el nivel marino reciente (Fig.6).

Se ha constatado mediante técnicas de datación absoluta la existencia de cristalizaciones freáticas, que corresponden a niveles del Mediterráneo durante el último interglaciario (entre 81 ka y 120 ka BP) situadas entre a 1,5 y 2,6 m por encima del actual nivel freático respectivamente.

En cuanto a formas de corrosión se han descrito una amplia variedad de morfologías espongiiformes (spongework), nichos y concavidades de disolución (*solution pockets*), cúpulas (bell holes), regatas horizontales (*solution notches*) con facetas inclinadas de disolución (facets o *solution bevels*), techos ondulados de relieve suave, túneles de sección lenticular y galerías freáticas de diversa morfología (Fig.7).

Por otro lado, en la Cova des Pas del Vallgornera se han documentado morfologías y depósitos minerales que evidenciarían una recarga basal de tipo hipogénico (Ginés *et al.* 2009) y que podría estar relacionada con las anomalías geotérmicas detectadas en el acuífero de la plataforma de Lluçmajor (López, 2007; López-Mateos, 2006). Se han descrito morfologías de disolución ascendente, formadas por puntos de alimentación (*feeders*), situados en la base de

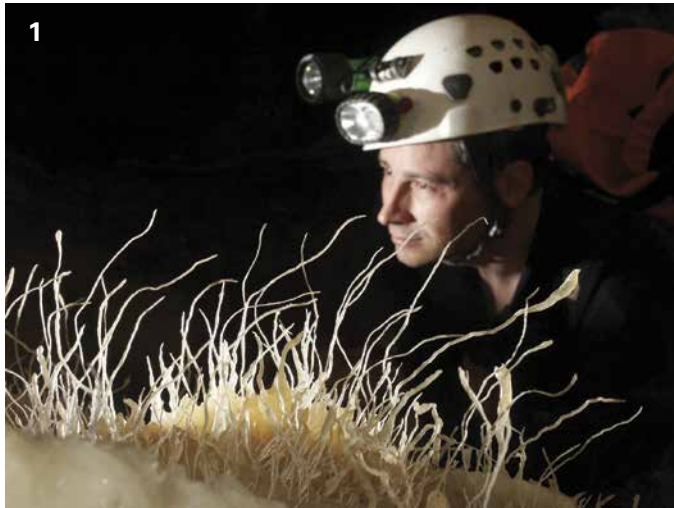


Figura 4: 1 y 2 helictitas; 3 y 4 discos; 5 y 6 formas coraloides; 7 macarrones.
Figure 4: 1 and 2 helictites, 3 and 4 dishes; 5 and 6 coraloid forms; 7 macaroons.



Figura 5: Platos, láminas, cornisas y otros espeleotemas epiaquáticos.

Figure 5: Plates, sheets, cornices and others epiaquatic speleothems.



las galerías, formas ascendentes de disolución en las paredes y techos (*rising wall channels, ceiling channels*) y puntos de descarga localizados en los techos (*outlets, bell holes*); y otras morfologías asociadas como pueden ser los tabiques de roca (*partitions*) y las galerías ciegas (*dead ends*).

Contenido paleontológico

Debido a que la cavidad se ha desarrollado en la Unidad Arrecifal, son abundantes los fósiles de

corales, briozoos, bivalvos, equinodermos y gasterópodos tanto, en las paredes como en los techos de muchas de las galerías, tanto aéreas como subacuáticas (Fig.8). Destacan por su cantidad los fósiles de equinodermos y, por su espectacularidad los ejemplares de equinoideos como el *clypeaster*, que dan nombre a alguna de las galerías principales.

Además, en una de las galerías más alejadas de la Sala de la Entrada se ha descubierto uno de los yacimientos paleontológicos de vertebrados más relevantes de Mallorca. Se trata del tramo final de la galería del Tragus en cuyo suelo se encuentran diferentes

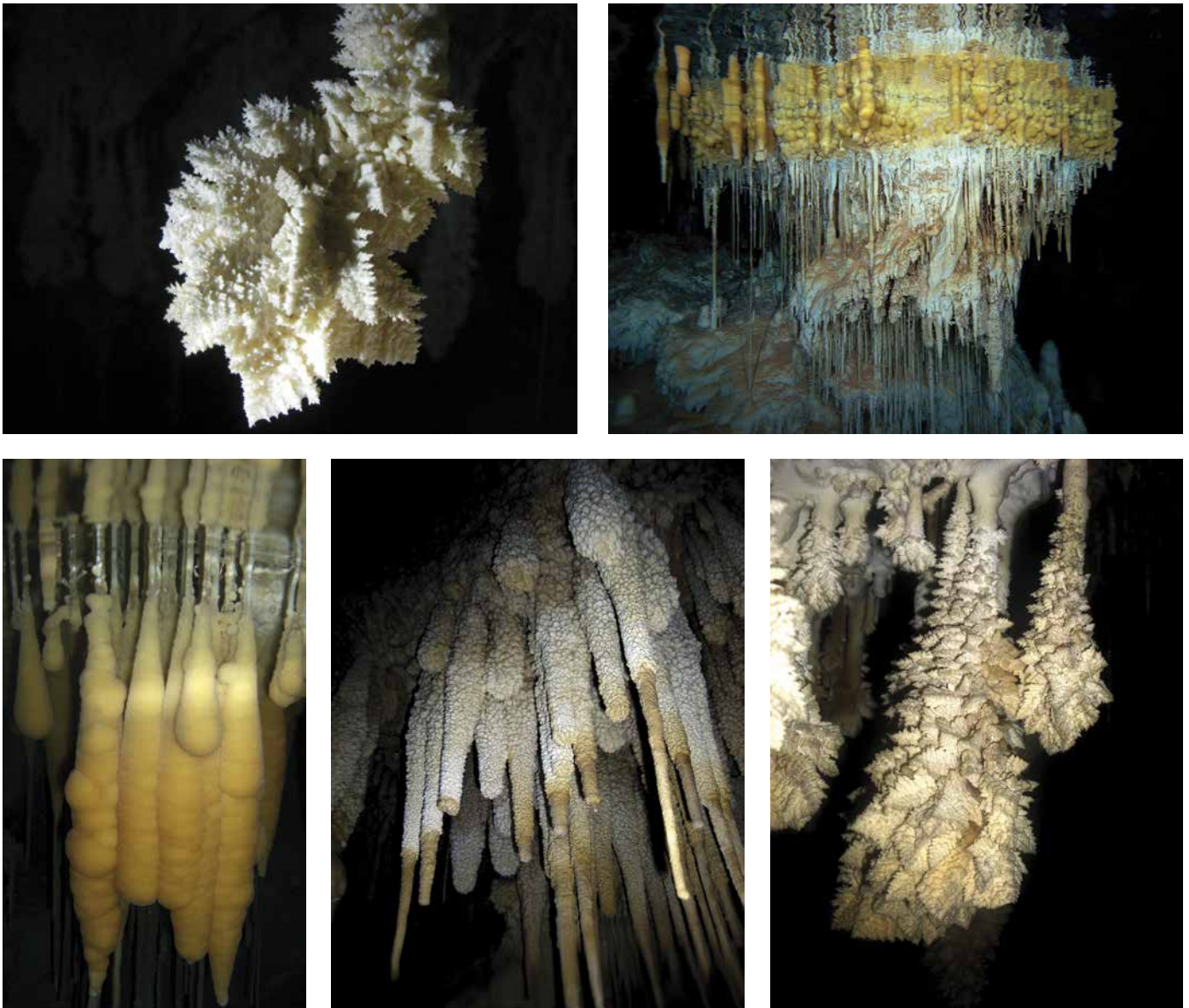


Figura 6: Espeleotemas freáticos de aragonito y calcita.
Figure 6: Aragonitic and calcitic freatic speleothemes.



Figura 7: Galerías con formas de corrosión.
Figure 7: Galleries with corrosion shapes.



Figura 8: Algunos de los fósiles observados en la roca encajante de la cavidad.
Figure 8: Some fossils observed in the host rock of the cave.



Figura 9: Galería del Tragus y fósiles de *Myotragus*
Figure 9: The *Tragus* gallery and *Myotragus* fossils.

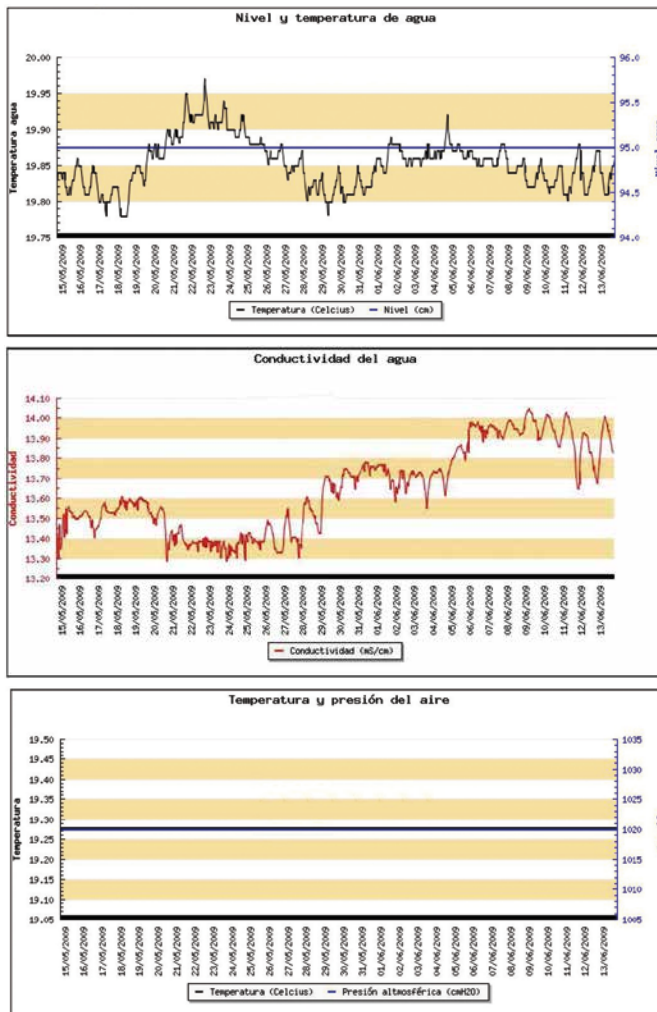


Figura 10: Datos de temperatura, conductividad y presión de aire.
Figure 10: Temperature, conductivity and air pressure data.

capas de sedimentos detríticos que responde a diferentes eventos de un flujo de agua endokársticos. Entre estos sedimentos se encuentran gran cantidad de restos óseos que han sido analizados por investigadores del Instituto Mediterráneo de Estudios Avanzados (IMEDEA). De entre ellos cabe destacar la presencia de huesos de *Myotragus balearicus* datados entre 2 y 3 millones de años BP. (Fig.9).

Proyectos de investigación en curso: sensores instalados

En junio de 2008 la Federación Balear de Espeleología (FEB) instaló dos Van Essen Instruments CTD-Diver datloggers para medir las oscilaciones del nivel del agua, su temperatura y la conductividad; y dos Van Essen Instruments Baro-Diver datloggers para medir la temperatura del aire y la presión barométrica en el interior de la cueva. Los sensores se instalaron por parejas (uno acuático y uno atmosférico siempre juntos). Una pareja se instaló en la sala de entrada y quedó fija, mientras que la otra se fue moviendo a medida que era necesario registrar series cortas de datos en diferentes sectores de la cueva. En Enero de 2011 estos sensores se instalaron en la galería del Llac Quadrat. Además, se instalaron tres sensores en las galerías superiores (Sector F, Línea 200 y Línea 500) durante el periodo de enero de 2011 a junio de 2012. Estos sensores eran el siguiente modelo: PCE-MSR145W, y registraban la presión barométrica, la temperatura del aire y la humedad. En Junio de 2011 se instaló una estación meteorológica fuera de la cueva, sobre la terraza del hotel. Esta estación registra

humedad, temperatura, presión barométrica, la velocidad y la dirección del viento y la precipitación acumulada. También se instaló otro sensor PCE-WL en la entrada de la cueva (justo en las escaleras que bajan a la sala de entrada) para registrar la temperatura y la velocidad del aire que se mueve en la entrada. Todos estos sensores registran cada hora un dato, y la información es recogida una vez al mes (Fig. 10).

Como resultado de la colaboración entre el Departamento de Ciencias de la Tierra de la Universidad de las Islas Baleares con el Departamento de geología de la Universidad de Florida y el Departamento de Ciencias geológicas de la Universidad de Roma Tre se han realizado varios estudios sobre las variaciones del nivel del mar mediante el análisis de espeleotemas freáticos así como, otros estudios geoquímicos comparando la composición del agua entre las cuevas del Drach (al Noreste de la isla de Mallorca) y la cueva des Pas de Vallgornera (Boop et al., 2013)

Referencias

- Boop, L. M.; Wynn, J. G.; Onac, B. P.; Fornós, J. J.; Merino, A. and Rodríguez-Homar, M.; 2013: Aqueous isotope analyses in two littoral caves in Mallorca, Spain: Preliminary results, 16th International Congress of speleology, Proceedings vol. 2: 475-478.
- Ginés J., Fornós J.J., Ginés A., Merino A. and Gràcia F., 2014: Geologic constraints and speleogenesis of Cova des Pas de Vallgornera, a complex coastal cave from Mallorca Island (Western Mediterranean). *International Journal of Speleology*, 43 (2): 105-124.
- Gràcia, F.; Fornós, J.J.; Gamundí, P.; Clamos, B.; Pocoví, J. and Perelló, M.A., 2009: Les descobertes subaquàtiques a la Cova des Pas de Vallgornera (Llucmajor, Mallorca): història i descripció dels descobriments, hidrologia, espeleotemes, sediments, paleontologia i fauna. *Endins*, 33: 35-72.
- Gràcia, F.; Fornós, J.J.; Gamundí, P.; Clamor, B. and Pocoví, J., 2009b: Morfologies de corrosió a la part submergida de la Cova des Pas de Vallgornera. Sector Antic, Sector de Gregal i Sector de les Grans Sales. *Endins*, 33: 73-98.
- López, J.M. y Mateos, R.M., 2006: Control estructural de las anomalías geotérmicas y la intrusión marina en la plataforma de Llucmajor y la cubeta de Campos (Mallorca). *Las aguas subterráneas en los países Mediterráneos*. Instituto Geológico y Minero de España. Serie Hidrogeología y Aguas Subterráneas, 17: 607-613. Madrid.
- López, J.M., 2007: Las manifestaciones hidrotermales del sur de Llucmajor, Mallorca. Memoria d'Investigació. Departament de Ciències de la Terra, Universitat de les Illes Balears. 132 pp. Inèdita.
- Merino, A. 1993: La Cova des Pas de Vallgornera (Llucmajor, Mallorca). *Endins*, 19: 17-23.
- Merino, A. 2000: Nuevas extensiones de la Cova des Pas de Vallgornera (Llucmajor, Mallorca). *Endins*, 23: 7-21.
- Merino, A.; Mulet, A. and Mulet, G. 2006: La Cova des Pas de Vallgornera: 23 kilómetros de desarrollo tipografiado (Llucmajor, Mallorca). *Endins*, 30: 29-48.
- Merino, A. 2006: Espeleotemas poco frecuentes y morfologías de corrosión hallados en la Cova des Pas de Vallgornera. *Endins*, 30: 49-70.
- Merino, A.; Mulet, A.; Mulet, G.; Croix, A. and Gràcia, F. 2007: La Cova des Pas de Vallgornera (Llucmajor, Mallorca): 40 kilómetros de desarrollo topografiado. *Endins*, 31: 101-110.
- Merino, A. 2007: Algunos espeleotemas poco habituales hallados en la Cova des Pas de Vallgornera. Nuevas observaciones. *Endins*, 31: 111-116.
- Merino, A.; Mulet, A.; Mulet, G.; Croix, A. y Gràcia, F. 2008: La Cova des Pas de Vallgornera (Llucmajor, Mallorca): alcanza los 55 kilómetros de desarrollo topográfico. *Endins*, 32: 33-42.
- Merino, A. 2008: Nueva aportación al conocimiento de los espeleotemas y morfologías existentes en la Cova des Pas de Vallgornera. *Endins* 32: 43-48.
- Merino, A. y Fornós, J.J. and Onac, B., 2009: Datos preliminares sobre la mineralogía de los precipitados asociados a los respiraderos y toberas existentes en la Cova des Pas de Vallgornera (Mallorca). *Endins*, 33: 99-104.
- Merino, A. y Fornós, J.J., 2010: Los conjuntos morfológicos de flujo ascendente (Morphological Suite of Rising Flow) en la Cova des Pas de Vallgornera (Llucmajor, Mallorca). *Endins*, 34: 87-102.
- Merino, A. y Fornós, J.J., 2010: Presencia de Pool Fingers y U-loops en la Cova des Pas de Vallgornera (Mallorca, España). *Endins*, 34: 103-107.
- Merino, A.; Mulet, A. y Mulet, G.; Croix, A.; Kristofersson, A.; Gràcia, F.; Ginés, J.; Fornós, J. J.; 2011: La cova des Pas de Vallgornera (Llucmajor, Mallorca): La cavitat de major desenvolupament de les Illes Balears. *Endins*, 35: 147-164.
- Pomar, L.; Esteban, N.; Calvet, F. y Barón, A.; 1983: La Unidad Arrecifal del Mioceno Superior de Mallorca. . In: Pomar, L.; Obrador, A.; Fornós, J.J. and Rodríguezperea, A. (eds.) *El Terciario de las Baleares. Guía de las Excursiones del X Congreso Nacional de Sedimentología, Menorca 83*. Institut d'Estudis Balearics. Universidad de Palma de Mallorca. 139-175. Palma.

Recibido: febrero 2015

Revisado: marzo 2015

Aceptado: abril 2015

Publicado: marzo 2016