

PROPUESTA DE UNA CLASIFICACIÓN ESPELEOGENÉTICA PARA LAS CAVIDADES DE LA PROVINCIA DE CASTELLÓN

Jesús Almela Agost (Espeleo Club Castelló)

Introducción.

A continuación queremos presentar una propuesta de clasificación espeleogenética de las cavidades castellonenses. En primer lugar analizaremos los supuestos básicos sobre los que nos basaremos. Seguidamente describiremos las características geológicas y geomorfológicas generales de la provincia de Castellón, que nos limitarán un espacio concreto de estudio. Más tarde presentaremos esta propuesta realizada por nosotros describiendo las diferentes tipologías y el ambiente de formación. Creemos que en la actualidad, después de más de 60 años de espeleología castellonense, con toda la bibliografía existente y todo el legado que poseemos de las diferentes generaciones que han explorado el subsuelo, estamos en condiciones de realizar un bosquejo sobre las cavidades que encontramos y su clasificación según su génesis.

Supuestos básicos para realizar una clasificación.

Las cavidades subterráneas son fenómenos complejos, desarrollados en un relieve concreto que ha evolucionado, en unos materiales que se han podido plegar o fracturar y que han sufrido una serie de procesos a lo largo del tiempo. Su relación con el paisaje y con la región montañosa donde se ubican suelen ser generalmente un dato de interés, pues ambos están en íntima relación y su evolución suele ser paralela. Por ello es importante conocer las elevaciones montañosas o materiales que afloran

en cada territorio. De este modo hemos dividido la zona de estudio en tres grandes unidades geomorfológicas.

Centrándonos en las cavidades, si para conocer las cuevas castellonenses seguimos

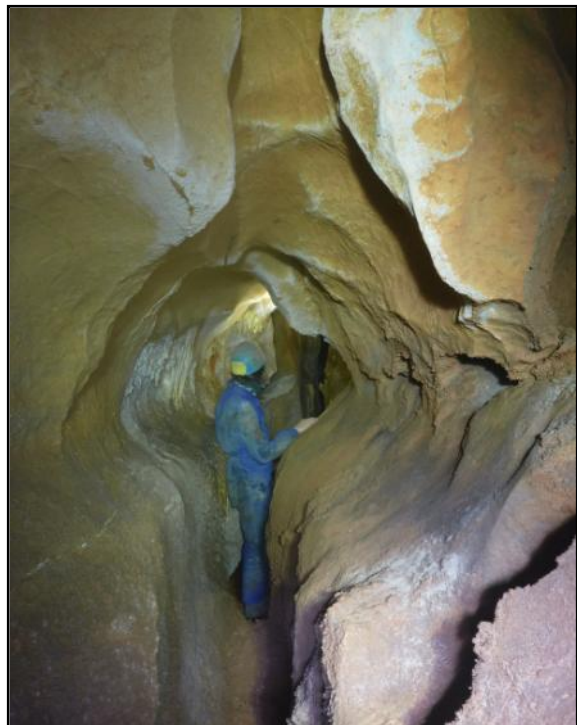


Figura-1: Galería de disolución sobre una fractura en la Cova de les Maravelles (Castelló de la Plana).

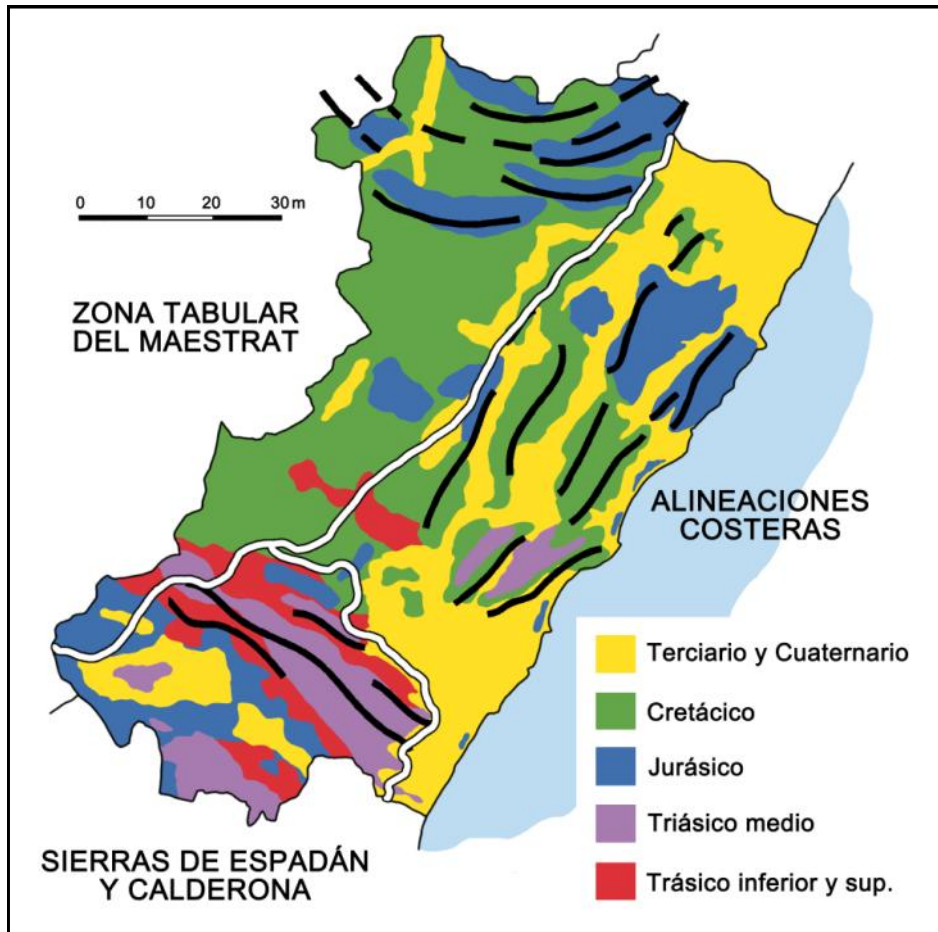


Figura-2: Mapa provincial con la separación de las zonas morfoestructurales.

las clasificaciones empleadas para los grandes sistemas kársticos del planeta, el propósito será difícil de alcanzar y encajar dentro de estas clasificaciones (Palmer, 2012). Éstas definen la espeleogénesis como el estudio de los fenómenos kársticos y su papel en la organización y drenaje subterráneo, donde en una misma cavidad podemos encontrar las zonas de percolación, las zonas de circulación y las surgencias. Las clasificaciones serían aplicables a muy pocos casos en nuestro territorio, reduciendo el campo de estudio, y no haciendo justicia con otras muchas cavidades y eliminando las cavidades no generadas en rocas karstificables. En esta clasificación (Klimchouk et al., 2000) se toman como patrones identificativos el tipo de recarga y el carácter estructural de la roca. Esta clasificación, más ajustada al propósito de conocer el drenaje, abarcará solamente a los sistemas kársticos con bastante extensión que forman redes bien organizadas, que en nuestro caso podríamos abordar en otro momento, al tratarse de casos muy concretos.

Estos grandes sistemas de desarrollos

kilométricos, se presentan como redes de drenaje subterráneo de una zona kárstica, donde en sus diferentes galerías formadas por disolución podemos encontrar fácilmente todo el proceso que recorre el agua a través del macizo; con sumideros, galerías de la zona vadosa, de las zonas freáticas y puntos de surgencias en las cotas más bajas, si seguimos los patrones de un sistema kárstico clásico. Estos según el tipo de recarga pueden ser de tres tipos: por depresiones kársticas, infiltración difusa o recarga hipogénica.

Este modelo ideal escasea en Castellón, por lo que los parámetros empleados al realizar la presente clasificación deben estar adaptados a los fenómenos que encontramos, por lo que no nos servirán las clasificaciones generales expuestas que hacen referencia al tipo de recarga. Estas cavidades presentan una zona amplia de influencia, donde la interacción de todo un macizo con una cavidad puede ser evidente, en cambio, en nuestro entorno las cavidades formadas por disolución no son las que predominan y las que encontramos formarían parte de pequeños fragmentos de cavidades que pertenecerían a un sistema de mayor tamaño, que en la actualidad se encuentran colgadas, muertas u obstruidas debido a procesos posteriores a su funcionamiento. Nos encontramos ante un karst fragmentado, con numerosas cavidades, pero de escaso desarrollo y generalmente alejadas de la circulación actual de las aguas subterráneas.

Otras clasificaciones de cavidades desde el ámbito geológico pueden ser muy variadas, en función de los parámetros que consi-

deremos más importantes. Estas se pueden clasificar según sus patrones generales atendiendo a su topografía en planta o en alzado, a sus formas a media escala, al tipo de recarga que generó la cueva, al fenómeno que lo formó, a la estructura de la roca o a su ubicación con respecto al nivel freático, entre otras. Todos los factores revisten su interés, pero a la hora de realizar una sistematización tendremos que priorizar unos sobre otros, en función del tipo de cavidades que encontramos o la geología de la región estudiada.

En la bibliografía espeleológica general las tipologías aplicadas a las cuevas pueden ser muy variadas, pues dependen del lugar donde se apliquen, por lo que estarán adaptados a esta. Una clasificación amplia y flexible, que abarca gran cantidad de fenómenos, es la propuesta por Artur N. Palmer (Palmer, 2012) donde enumera los siguientes tipos en función del origen: Cuevas formadas por disolución, cuevas volcánicas, cuevas glaciales, cuevas formadas por la erosión, abrigos rocosos, cuevas en fracturas, cuevas formadas por clastos y cuevas estructurales.

En un ámbito más próximo, otra clasificación espeleogenética que se ajusta a un territorio concreto, es la propuesta para las cavidades de la isla de Mallorca (Gines&Gines, 2009) donde se proponen 4 tipos principales: Simas de la zona vadosa, cuevas de la zona vadosa, cuevas freáticas no litorales y cuevas de la franja litoral, y dentro de estos se presentan 14 subtipos con características más concretas y definidas. Esta clasificación toma como parámetros el contexto hidrogeológico en el cual se han formado y su evolución.

A nivel de la provincia de Castellón se han realizado algunas (Viciano, 1992), que siguiendo ejemplos de cuevas conocidas y basándose en los procesos más que en el resultado (Llopis, 1954), sin entrar en demasiadas complicaciones y evitar el etiquetaje, las agrupa en cavidades tectónicas, activas y fósiles, siguiendo un proceso lógico de evolución en su fase vital de nacimiento, vida y muerte. Más reciente encontramos la clasificación empleada en el catálogo provincial de cavidades, SICE-CS (Arenós, 2007) donde pretende abarcar todos los fenómenos existentes en el territorio provincial, incluidas las cavidades artificiales. Esta queda actualmente del siguiente modo: abrigo/ covacha, cavidades artificiales, cavidades con agua en el interior, cuevas marinas, fractura/diáclasa, otro tipo de cavidades, sala única, sumidero (activo o fósil), surgencia activa

permanente (fuentes), surgencia activa temporal (ullals) y surgencia fósil.

Ante tan variadas posibilidades, debemos tener claro el propósito y priorizar unos parámetros, que nos permitirán realizar una clasificación que abarque las cavidades con mayor desarrollo de la zona, que tenga en cuenta los procesos de formación de las galerías y también el tipo de roca o la zona estructural donde se ubican, que en nuestro caso será la subunidad.

Por ello excluirémos las cavidades de menor entidad formadas por procesos muy variados; como cavidades marinas formadas por el oleaje, abrigos formados por erosión diferencial, cavidades formadas en el pseudo-karst, como fracturaciones externas o formadas por clastos en grandes acumulaciones de bloques, cavidades de origen eólico que con frecuencia se abren en arenisca o cuevas volcánicas muy pobremente representadas.

Tampoco entran aquí las cavidades artificiales, pues el responsable de su formación es de origen antrópico. Si que incluiremos las cavidades naturales que han sufrido extracciones mineras o modificaciones importantes, fijándonos siempre en sus zonas naturales y en el origen de los vacíos existentes antes de su explotación.

Unidades geomorfológicas de la provincia

Al pretender agrupar la zona de estudio en tres unidades, queremos enfatizar en la presencia de unos materiales, agrupaciones montañosas y formaciones características en las que el desarrollo del karst presenta algunas particularidades no siendo muy grandes las diferencias. Para clasificar estructural y geomorfológicamente el territorio de la provincia, vamos a realizarlo de manera simplificada en tres grandes unidades (Quereda, 1985), pues dentro de estas encontramos otras más concretas que en estos momentos preferimos eludir para no complicar la clasificación (figura -2). En las tres zonas existe un predominio de materiales karstificables, con unidades montañosas más o menos accidentadas. En ellas no existen tipologías de cavidades concretas, pero si encontraremos que algunas se encuentran con más frecuencia en una determinada capa o material.

Las sierras de Espadán y Calderona, se ubican al sur de la provincia, en el límite con Valencia, desarrollándose las dos de forma paralela y estando separadas por el valle del

río Palancia y discurriendo por el norte el río Mijares. Su dirección predominante es ibérica (NW - SE), caracterizadas por el dominio triásico, siendo la capa más karstificable la formada por calizas y dolomías del triásico medio, muschelkalk. En la periferia de ambas alineaciones montañosas y próximos a los valles de los ríos Mijares y Palancia se aprecian importantes afloramientos jurásicos, que cuentan con un alto interés y gran número de cavidades. Estas últimas cavidades son diferentes a las generadas en el triásico, a pesar de estar tan próximas.

Las alineaciones costeras son una sucesión de sierras y corredores paralelos al mar Mediterráneo, que con una dirección catalanide (NE - SW), se presentan alineadas en graderío desde la misma línea de costa hasta unos 20 kilómetros hacia el interior. Los corredores tectónicos, a modo de fosas es por donde discurren los barrancos y ramblas, aunque existen algunos puntos de difícil drenaje que se forman cubetas a modo de poljes, pero sin llegar a formar puntos de absorción importantes desde el punto de vista espeleológico. Estos se componen de materiales detríticos depositados por las redes fluviales. Las elevaciones o sierras están formadas generalmente por materiales cretácicos y en menor cantidad los jurásicos y triásicos, alcanzando estas elevaciones en torno a los 1.000 metros. Su extensión alcanza desde la Plana de Castellón hasta el límite con la provincia de Tarragona y por el interior, el corredor de Atzeneta-Catí marca el límite con la otra subunidad.

La zona tabular del Maestrat está compuesta por muelas y altiplanos que se extienden desde Penyagolosa hasta la comarca dels Ports y la Tinença de Benifassà con una altitud media de 1.000 metros. Esta limita al oeste con Teruel, al norte con Tarragona, al este con la subunidad de las alineaciones costeras y al sur con el valle del Mijares. Existe un predominio de estra-

tos horizontales, que aparecen cortados por profundos barrancos, como el río Montlleó, Rambla Cellumbres o río Cérvol. Gran parte de estos materiales pertenecen al cretácico inferior, que ocupan una gran potencia y se alternan con otros del cretácico superior y jurásico. Toda esta superficie caliza no ha proporcionado hasta la actualidad las grandes cavidades que cabría esperar, ya que nos encontramos ante un paisaje abrupto y muy karstificado. En el extremo norte de este sector encontramos un gran pliegue, producto de un cambio de dirección ibérica a dirección catalanide, que configura un paisaje muy quebrado y abarca la Tinença de Benifassà.

Clasificación propuesta:

Una vez expuestas los límites y objetivos de la presente clasificación, nos disponemos a describir las categorías sistematizadas,



Figura-3: Típica fractura tectónica sin presencia de procesos posteriores de disolución, en el Avenc de la Tossa-1 (Xiva de Morella).

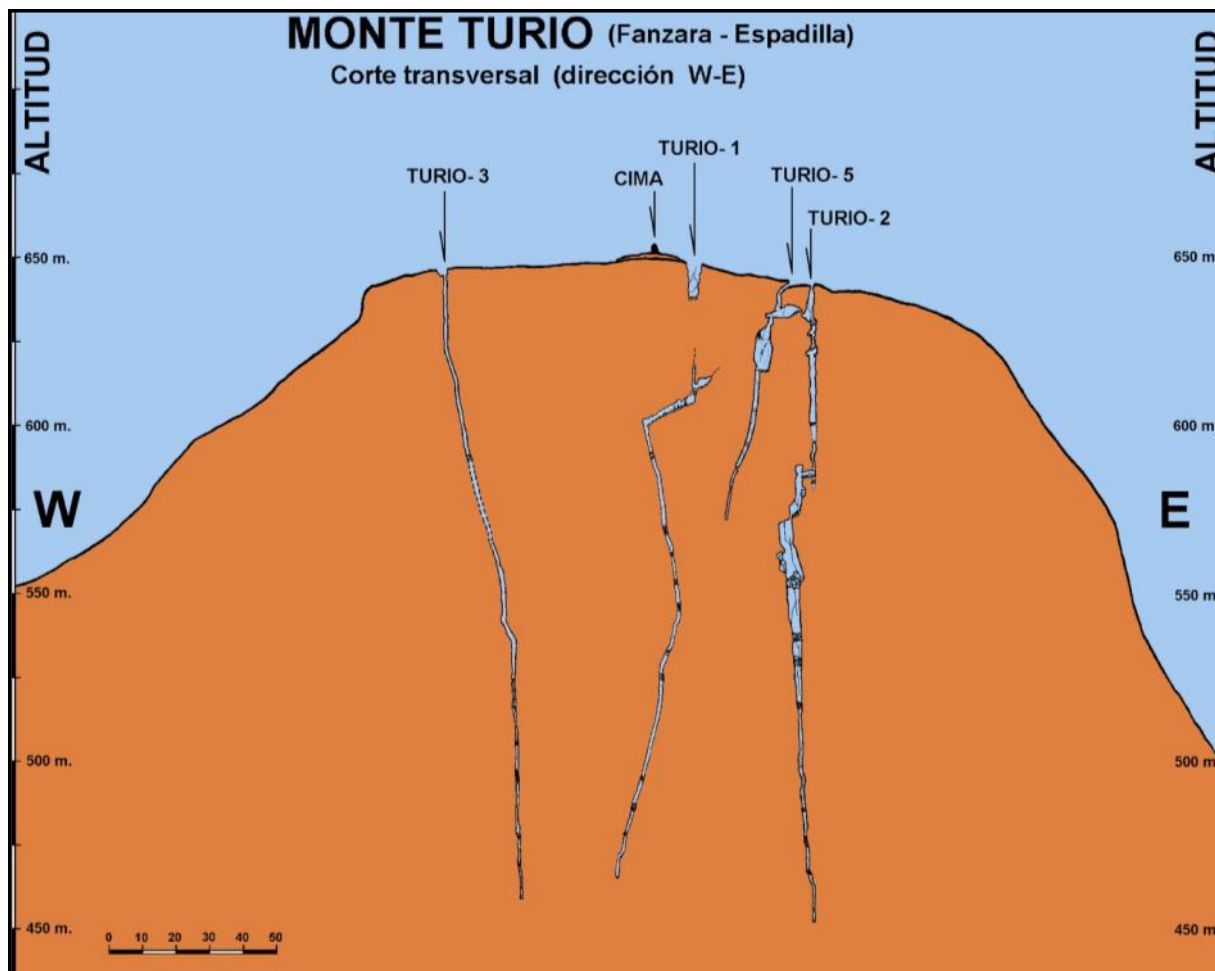


Figura-4 Cavidades del monte Turio, ubicadas en fracturas paralelas.

que con ayuda de ejemplos de cavidades y características concretas de zonas geográficas pretenden hacer más comprensible esta fragmentación del karst antes mencionada. La clasificación abarcará un total de 5 categorías principales: cavidades de la zona vadosa sin predominio de disolución, cavidades de la zona vadosa formadas por disolución, cavidades de la zona epifreática, cavidades de la zona freática y cavidades con influencia hipogénica. Dentro de estos cinco grupos encontramos hasta 12 tipos y subtipos (Tabla-4), que están clasificados dependiendo en gran medida su estado actual respecto al nivel freático y en función de su predominio de los procesos tectónicos o de disolución.

A -CAVIDADES TECTÓNICAS DE LA ZONA VADOSA.

Este grupo de cavidades se han formado en la zona vadosa, alejadas de la circulación de las aguas subterráneas y con procesos genéticos de predominio tectónico.

A-1: Simas / Fracturas tectónicas.

Son cavidades generadas por procesos distensivos, donde el movimiento de la masa rocosa produce fracturas. Responden a unas fuerzas tectónicas que tienen lugar en una dirección concreta, por lo que las cavidades resultantes y sus galerías presentarán una orientación predominante, como ocurre en los Avencs del Turio (figura-4) y los del camí del Turio (Almela et al, 2016). Con frecuencia asociadas a estas direcciones principales surgen otras perpendiculares o que cortan a la principal en 30 o 60°. La ubicación de estas simas es con frecuencia en la ladera de la montaña, próximo a un barranco y en otros casos en el borde de escarpes rocosos (figura-4). Los primeros están relacionados con procesos de tensión y los segundos por procesos gravitacionales, donde un gran bloque se separa ligeramente del resto de la masa rocosa o la montaña, siendo las cavidades generadas los espacios existentes entre el labio desprendido y el resto de la roca. El predominio de estas cavidades suele ser vertical, dependiendo su desnivel del espesor del paquete que

resulta más factible de fracturarse. En otros casos su desarrollo horizontal es más notable que el vertical, encontrando algunas fracturaciones de hasta 350 metros horizontales (recorrido lineal de la planta) como ocurre en el Avenc del Túrio-3 (Espadilla)(Almela et al., 2013). Las plantas de las cavidades se presentan por lo general estrechas y con poca frecuencia superan los 3 metros de anchura. En cambio su longitud en planta puede ser variable observándose por lo general una línea estrecha y alargada en la planta de su topografía.

Son frecuentes los conjuntos tectónicos donde en una zona concreta se ubican numerosas cavidades en fractura, en las cuales el predominio de la orientación suele ser el mismo y en menor grado perpendicular. Existen buenos ejemplos de conjuntos tectónicos en la Tossa (Xiva de Morella) (figura-3) (Cavia et al, 1982), La Mola (Fanzara) (Ros, 1982), el Pla dels Avencs (Cabanès, la Pobla Tornesa) (Espeleo Club Castelló, 1986), Serra Creu (Artana), Saganta (Ayódar) (Almela, 2013), Tossal Cremat (Sierra Engarcerán), Cabeço Panolla (Llucena), con más de 10 cavidades en una misma zona. Otros conjuntos menores son Peñablanca (Torrechiva) (Grup Espeleològic d'Onda, 1994), la roca del Figueral (Sierra Engarcerán) o las simas de Altura (Sección de Espeleología del Club Universitario de Montaña, 1990). En otros casos ocurre que una misma cavidad presenta dos zonas claramente diferenciadas, siendo una de ellas una fractura tectónica, como apreciamos en la Cova de la Mola (Fanzara) o en la Cova Santa (Altura) (Grupo Espeleológico La Senyera, 2011).

Dentro de este grupo de cavidades formadas por procesos tectónicos en estado puro, encontramos un subtipo, muchas veces difícil de apreciar, donde estas fracturas han sido afectadas posteriormente por ligeros procesos de disolución. Encontramos algunos ejemplos en el Cabeço entre los términos de Lucena del Cid, Argelita y Fanzara (Galtzagorri Espeleologi Taldea & Sociedad Espeleológica Valencia, 1994), donde han seguido una evolución más compleja como se aprecia en algunos niveles de brechas. También en la Ferradura en Cabanes (Arenós, 1994) o la serra d'Orpesa (Grup Espeleològic Bachoqueta, 1987) donde la disolución ha ampliado en algunos puntos las simas, aunque el predominio tectónico en sus patrones sigue siendo el dominante. Esta disolución se presenta de modo exterior en la Mola de Fanzara o en el pla dels Avencs, con grandes dolinas, donde en su interior se instalan las

cavidades tectónicas. Estas fracturas tectónicas en su interior, a pesar de su situación en la zona vadosa, la presencia de disolución o de captación de agua hacia el acuífero están ausentes.

Las simas tectónicas con un poco de influencia de disolución presentan los patrones estructurales idénticos a las tectónicas sin presencia de disolución, pero en zonas concretas de la cavidad se advierte la presencia de zonas donde la disolución ha ampliado y retocado algún punto. Con frecuencia esta zona alterada es la boca, que muestra su función como sumidero, pero en cambio en su interior encontramos una fractura tectónica sin ampliación por disolución, como ocurre en el Avenc de la Ferradura-2 (Cabanès) (Almela, 2012). En otros casos las formas redondeadas producidas en las fracturas tienen su origen debido a corrosiones.

En el interior de las cavidades encontramos formas clásticas y reconstructivas. Los procesos clásticos forman diferentes pisos o niveles con bloques de diferentes tamaños, al quedar estos empotrados en la fractura. En ocasiones el sedimento o piedras de menor tamaño rellenan estas repisas o la base de la fractura, marcando el nivel base de su desarrollo. Las formas litoquímicas pueden alcanzar cierta importancia en las fracturas, normalmente posteriores a los clásticos o en ocasiones se solapan.

Esta tipología de simas tectónicas sin influencia por la disolución, se presenta dominante en el territorio provincial y más concretamente en las sierras de las alineaciones costeras y los afloramientos jurásicos de los valles del Palancia y el Mijares.

A-2: Cuevas estructurales.

Otro tipo morfológico de cavidades están formadas por diferentes elementos asociados, como puede ser diferentes fracturas, planos de estratificación, grandes discontinuidades como una falla u otros elementos que le dan cierta complejidad al patrón de la cueva. Dentro de este grupo ubicaríamos cavidades que forman grandes salas o conjuntos tectónicos de mayores dimensiones. Algunas grandes discontinuidades litológicas, pueden dar lugar a cavidades complejas. Estas se desarrollan en la zona vadosa y en ellas existe un predominio del condicionamiento estructural con respecto a las formas de disolución, que muchas veces están enmascaradas por pro-

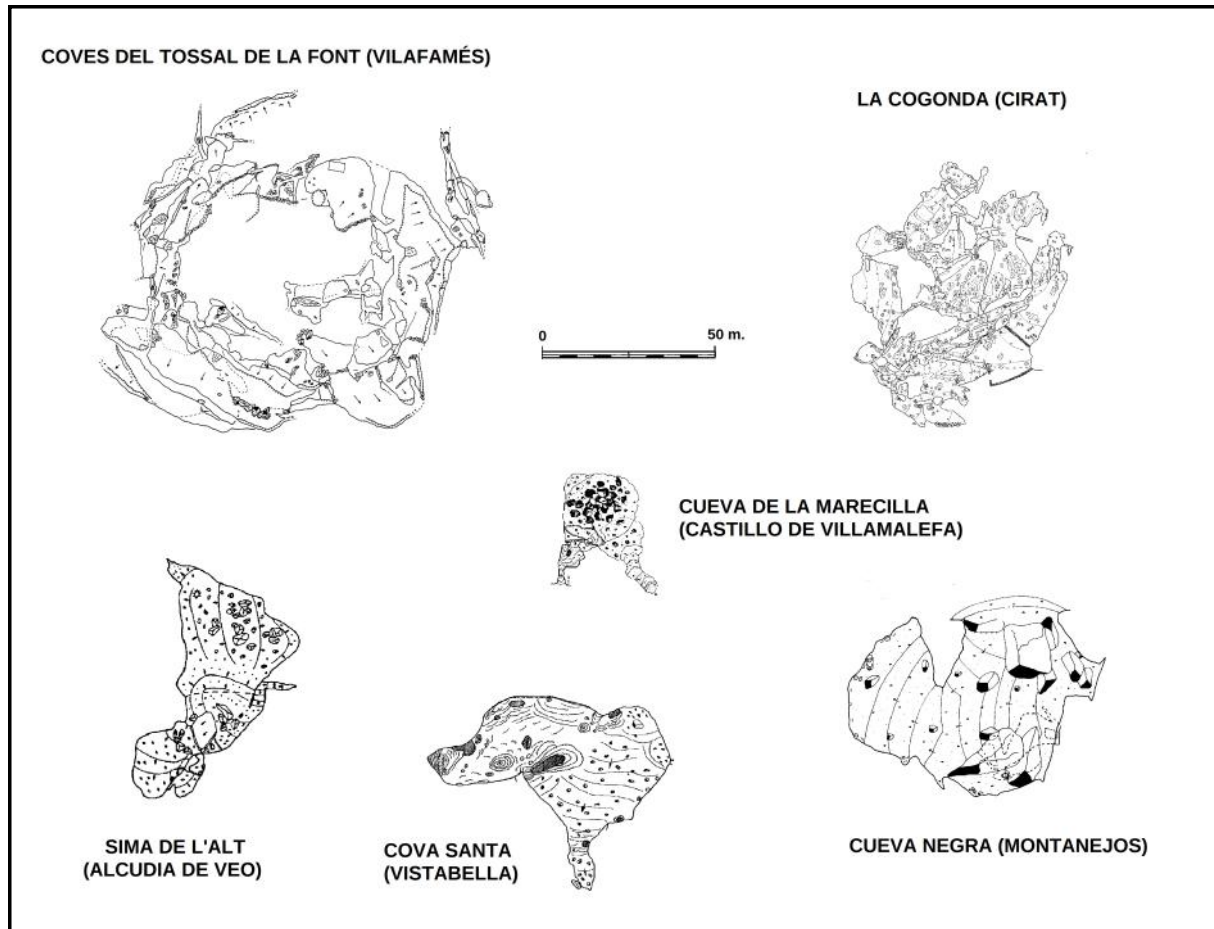


Figura-5: Topografía de algunas cavidades estructurales más notables, entre ellas grandes salas o conjuntos tectónicos laberínticos.

cesos clásicos (figura-5).

Cavidades estructurales ejemplares serían los Coves del Tossal de la Font (Vilafamés) (Arenós, 2000) y la Cogonda o Cueva Honda (Cirat) (Almela, 2011). En ambas se advierte la existencia de fracturas con numerosas direcciones, que combinándose con los planos de estratificación forman un entramado caótico, con una densidad de galerías muy elevada. Por ejemplo en un espacio de 100 metros cuadrados se desarrollan más de 2 kilómetros de galerías en el caso de Les Coves del Tossal de la Font. Respecto a las salas, creemos que en la mayoría son evidentes los procesos de disolución, pero no son fáciles de apreciar debido al colapso, que es un fenómeno muy frecuente en los grandes volúmenes subterráneos.

Ejemplos de cavidades estructurales que forman salas serían la Cueva del Cementerio (Sacañet) (V.V.A.A., 1982), la Cueva Cerdaña (Benafer) (Cardona, 1981), Cueva Negra (Montanejos) (Herrero et al., 1983), la Cova

Santa (Vistabella) (Ros et al., 1982), la Cueva de la Marecilla (Castillo de Villamalefa) (G.E.C., 1992) o la Sima de l'Alt (Alcudia de Veo) (Espeleo Club Castelló, 1990) entre otras.

B -CAVIDADES DE LA ZONA VADOSA AMPLIADAS POR DISOLUCIÓN

En estos fenómenos subterráneos la disolución sobre discontinuidades preexistentes ha tenido gran importancia en la ampliación de sus galerías. Dentro de las tres tipologías, los sumideros fósiles se han generado en la zona vadosa, teniendo como función la captación de aguas hacia niveles inferiores. Por contra las surgencias fósiles y cuevas laberínticas se ampliaron en ambiente freático, pero hoy se sitúan en la zona vadosa como formas relictas del karst.

B-1: Sumideros fósiles.

Se trata de cavidades de carácter vertical ampliadas por disolución, que se ubican

en la zona vadosa. Su formación esta relacionada con la zona epifreática donde una circulación pasada amplió estas simas. Su emplazamiento suele ser en zonas próximas a valles o cauces fluviales fósiles, o bien en plataformas o zonas llanas como en grandes depresiones o dolinas. Representan puntos de absorción concretos que se encargaban de formar un drenaje subterráneo en profundidad (figura-17). Generalmente se trata de pozos verticales instalados sobre una fractura, pero donde la ampliación por disolución ha tenido especial relevancia, formando una sección transversal del pozo con una tendencia circular o elíptica (figura-8). La mayoría de estos pozos no presentan un recorrido más o menos largo en su base, siendo de carácter totalmente vertical, con la base del pozo colmatada, no pudiendo seguir hacia una continuación horizontal.

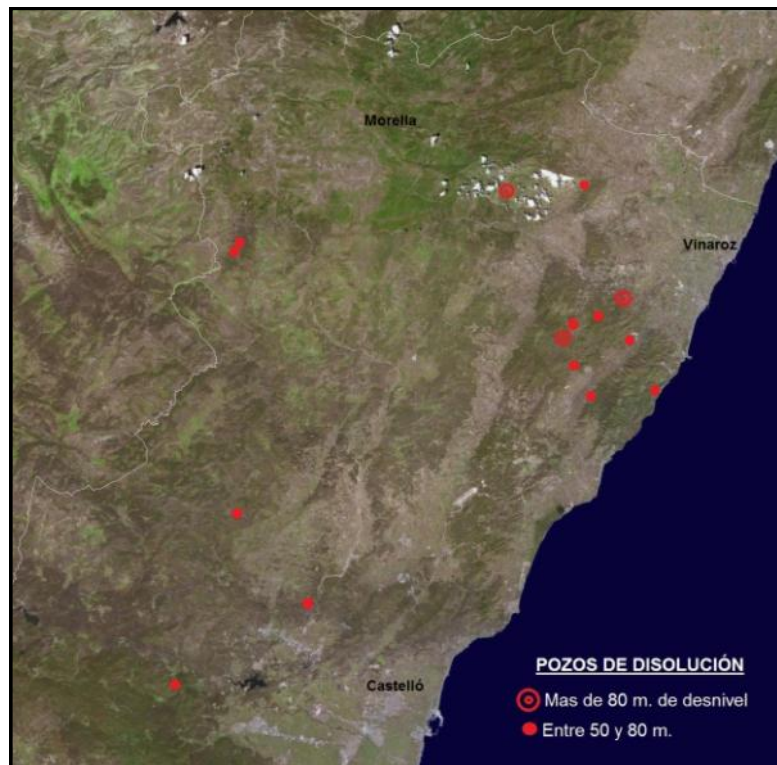


Figura-6: Mapa provincial donde se ubican los sumideros fósiles más profundos según su desnivel (mas de 80 m. y entre 50 y 80 m.

Ejemplos de un sumidero fósil con una continuación horizontal los encontramos en el Avenc del Mas del Marqués (Santa Magdalena del Pulpis) (Rivero, 2013), Avenc del Mas Nou (Les Coves de Vinromà), Avenc de Santa Bàrbara (Tirig) (Victoria, 1973) o el Avenc del Mas de Fabra de Dalt (Llucena). Los casos más frecuentes son los pozos ciegos (Ramos, 1997) o sin continuación horizontal, encontrando la mayoría de los catalogados en la mitad norte de la provincia (Tabla-2). Su predominio en la zona norte de las alineaciones costeras y la zona tabular del Maestrat, tendía que ver con las fases de evolución de estas

montañas. Algunos ejemplos de cavidades con más de 50 metros de desnivel son: el Avenc de Comanegra (Xert) (Arenós, 2001), Avenc del Pla de Lifrigo, Avenc de les Pedrenyeres (Cervera del Maestrat), Avenc dels Ferrers, Avenc de la Foradà (Portell de Morella) (Porcel, 2009), Avenc de la Bassa Roja-4 (Costur) (Almela, 2011), Avenc de Xivert (Ibáñez, 1980), Avenc de Santa Bàrbara, Avenc del Collet Roig (Alcalà de Xivert) (Miñarro, 1969), Avenc de les Escutxes (Peñíscola) (Ramos, 2009) y Avenc de la Talaia (Santa Magdalena del Pulpis).

Desnivel sumideros fósiles	Espadán-Calderona	Alineaciones Costeras	Maestrat
+100 m.	0	1	0
Entre -75 y -99 m	0	1	1
Entre -50 y -74 m.	1	9	2
Entre -40 y -49 m.	1	4	1
Entre -30 y -39 m.	1	8	5
Entre -20 y -29 m.	0	12	11

Tabla-1: Distribución de los sumideros fósiles en pozo, dentro de las diferentes sub-unidades.



Figura-7: Pozo principal del Avenc del Collet Roig (Alcala de Xivert).

Algunas de estas cavidades son las denominadas de huso inverso, donde se propone que su formación fue de abajo hacia arriba, mediante procesos corrosivos y de este modo alcanzaría la superficie con una entrada pequeña. Creemos que estos procesos no ocurren con tanta frecuencia y la explicación de la boca pequeña y el interior grande también ocurre en otras cavidades de clara génesis directa, como muestra su verticalidad.

Una de las simas que podríamos atribuir esta génesis inversa sería el Avenc del Collet Roig (figura-7), que cuenta con un pozo paralelo que no alcanza la superficie (Miñarro, 1969).

Otras cavidades de menor tamaño, de entre 20 y 50 metros de desnivel, pero también representativas como sumideros fósiles son: El Avenc de Quiquet (La Pobla Torne-sa) (Almela, 2009), Avenc de Mifeljo (Orpesa), Avenc del Mas de Paulo (Culla), Avenc de la Mallà del mort de Sed (Tirig), Avenc del barranc de la Ratlla (Sant Mateu), Avenc de la mina Negra (Vallibona) (Ramos, 2012), Avenc del Carlista (Pobla de Benifassà), Avenc de les Fleixes (Catí), Avenc de la Mireta (Benassal) (Arenós, 2001), Avencs Tapats (Xodos) (Arenós et al., 1993), Avenc de la Penya Blanca (Lucena del Cid) o Sima de la Era de la Sal (Argelita) entre otros.

Su emplazamiento en márgenes de cauces es indicativo del encajonamiento posterior a la formación de la cavidad, donde la cavidad en el pasado estaría al nivel del cauce y ahora queda elevada sobre este. El otro emplazamiento característico lo encontramos en zonas llanas o dolinas, donde podemos encontrar agrupaciones de cavidades relacionadas con esta percolación en la zona vadosa. Tenemos ejemplos en el pla de Lifrago de Cervera del

Maestrat, la Bassa Roja de Costur o el Pla dels Avencs de Peñíscola.

Dentro de los sumideros fósiles, encontramos otra tipología menos frecuente y casi

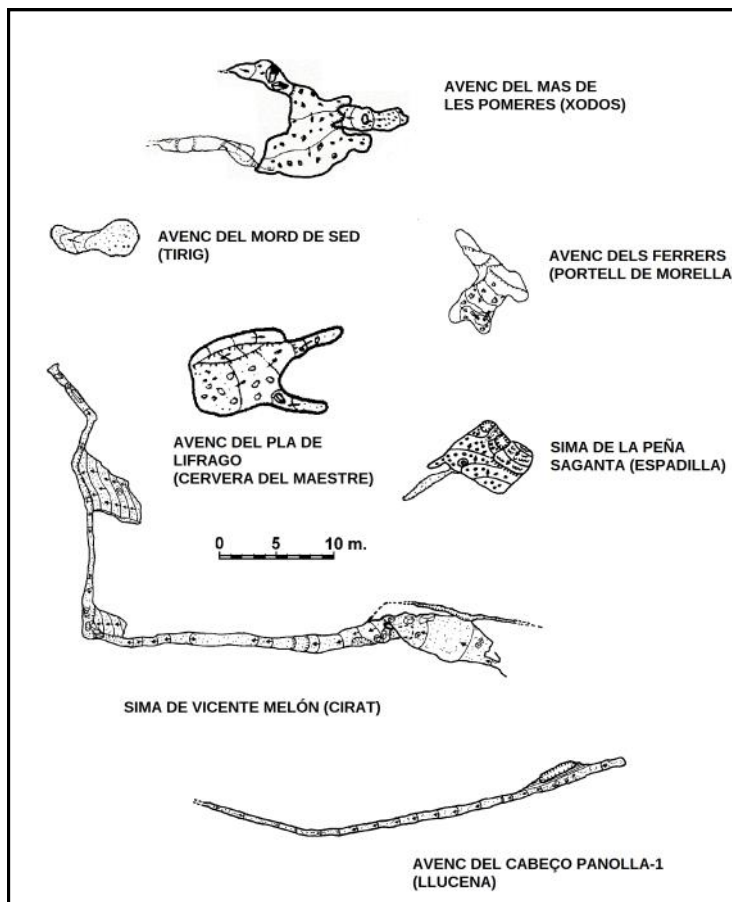


Figura-8: Topografías comparativas de simas de disolución y tectónicas.

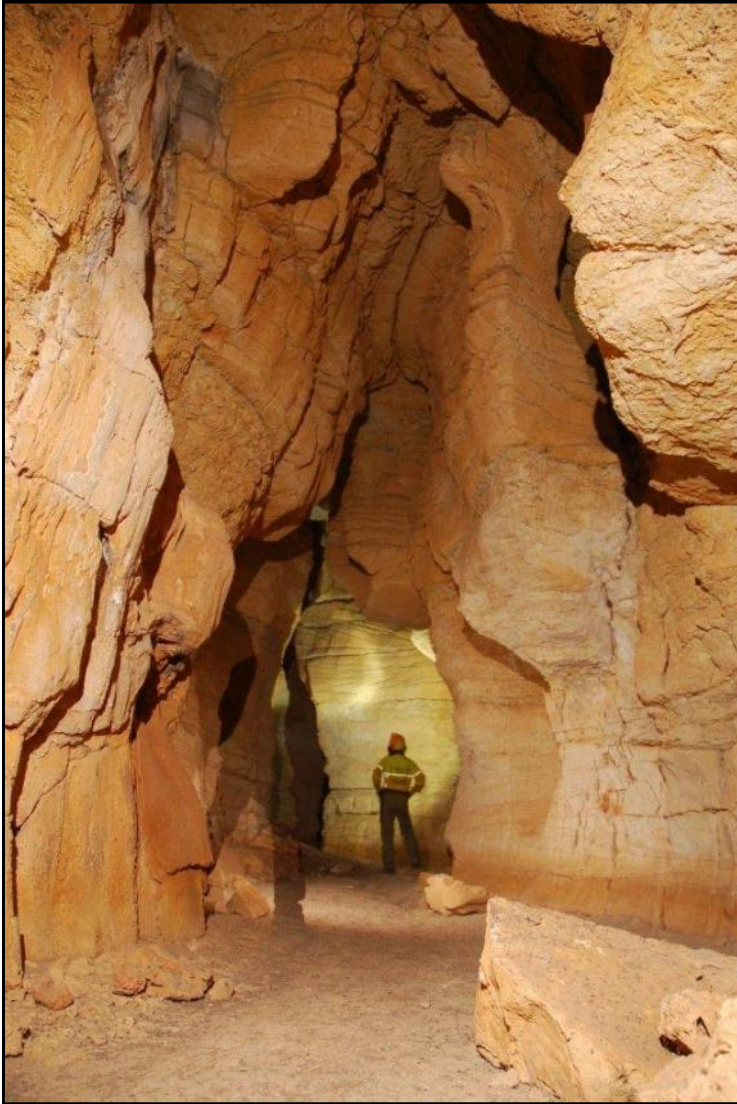


Figura-9: Galería del Forat de Cantallops, con el conducto ampliado a expensas de una fractura.

exclusiva de la sierra Espadán, con cavidades de tendencia horizontal, asociadas a cauces de barrancos cercanos y que su entrada inclinada puede dar paso a galerías horizontales. Encontramos cavidades de este tipo en la Cova Ferrera, Sima de lainya, Cova de l'Oret (Eslida) (Talavera & Torla, 1980), cueva del Madrano (Bejis), Sima de Zails (Fuentes de Ayódar) o Sima de la Riera (La Vall d'Uxó) (Garay, 1995) entre otras. Estos sumideros actualmente quedan alejados de toda circulación freática, pudiendo quedar inundadas sus zonas inferiores tras periodos de precipitaciones, pero alejadas del nivel piezométrico. Las cuevas de estas características que presentan un curso activo permanente en sus zonas inferiores, las hemos agrupando en otra tipología.

B-2 : Surgencias fósiles.

Son galerías de drenaje formadas en régimen freático, que en la actualidad se encuentran ajenas de toda circulación hídrica, ubicándose en relación a una cuenca superficial pero normalmente elevada sobre esta. Se estructuran a favor de fracturas o planos de estratificación, normalmente horizontales o subhorizontales, constituyendo un karst de mesa. La ubicación de sus entradas con frecuencia no corresponde con el punto de surgencia de cuando estas se formaron, pues el retroceso del cantil en los valles, debido a la erosión, ha modificado sustancialmente el paisaje. Además de su ubicación sobre los valles, las formas indicadoras de su estado también son la presencia de sedimento de diferente grado, desde brechas hasta rellenos de arcillas o pavimentos reconstructivos. En sus secciones se aprecian las morfologías típicas que generaron la galería, siempre influenciadas por un elemento estructural. Estas formas van desde secciones circulares, semicirculares, elípticas, alargadas verticalmente o en ojo de cerradura, donde se aprecia el paso de flujo freático a vadoso. Cavidades de este tipo pero de secciones y recorrido reducido se las conoce como cuevas manguera (Ramos&Aragón, 2002), siendo un fenómeno muy repetido en nuestras comarcas. De ellas su evolución es más simple que el resto de

las surgencias fósiles y la zona de captación muy localizada como se aprecia en su tamaño.

Encontramos mayor número de surgencias fósiles en el interior de la provincia, concretamente en el sector de la zona tabular del Maestrat. En algunas zonas este tipo de cavidades se han estudiado con más detalle, como el les Coves de Blasco y Forat de l'Horta (Cabanes), (Espeleo Club Castelló, 1986), la Cueva Cirat (Montán) (Garay et al., 1995), la Cova Paredada (La Pobla Tornesa)(Almela, 2015) o las cavidades del término de Ares (Almela, 2016). La cavidad más destacada es sin duda la Cueva Cirat, con más de 1 kilómetro de desarrollo y por las dimensiones de sus

galerías, que ha llegado a formar dos niveles diferentes que muestran una evolución compleja precuaternaria, como se aprecia en los rellenos sedimentarios y concreciones (Garay et al., 1995). Otras cavidades que muestran bien esta tipología son el Forat de Cantallops (Ares) (figura-9) (Almela, 2015), Forat del Falcó (Xodos)(Arenós et al.,1993), Forat del Llop (Morella), Cova Santa (Sierra Engarcerán) (Arenós&Aragón, 1995) Forat de l'Aigua (Castillo de Villamalefa), Ull de Bou (Vallibona) (Ramos, 2012) o la Cueva del Túnel (Navajas) (Nebot&Muñoz, 2015).

B-3: Cuevas laberínticas:

Se trata de una tipología poco común en la zona estudiada. Los procesos implicados en su formación son la disolución en ambiente freático o epifreático y los patrones resultantes se alejan de la galería de drenaje única o poco ramificada, pues en ella predomina las galerías que se cruzan formando una red o laberinto. En ellas existe un predominio de la horizontalidad, siendo sus desniveles de poca importancia. Una de las cuevas que creemos que estaría dentro de este grupo, y gracias a la cual hemos considerado introducir este tipo de cavidades, es la Cova de les Maravelles (Castelló) (Figura-1). El origen de estos laberintos con frecuencia están relacionados con inundaciones periódicas (Palmer, 2013) cuya rápida inyección de las aguas hace que la disolución se reparta en todas direcciones, sin llegar a generar un conducto preferente, como ocurre en la mayoría de las cuevas formadas por disolución. Estos entramados de galerías a menudo también pueden atribuirse al ascenso de aguas basales, formando la cavidad desde arriba hacia abajo, siguiendo los modelos de la espeleogénesis transversal (Klimchouck, 2007), como veremos más adelante en las cuevas hipogénicas. El caso de la Cova de les Maravelles (S.E. La Senyera, 1986), actualmente en fase de elaboración de una nueva topografía y estudio, lo ubicamos dentro de este tipo provi-

sionalmente. Para diferenciar si un laberinto es formado por inundaciones o por procesos hipogénicos, las morfologías a media escala nos pueden dar unas pistas (Palmer, 2013) como ocurre con las cúpulas. En cuevas hipogénicas las cúpulas pueden surgir en cualquier lugar del techo, mientras que en los laberintos de inundación están controlados estructuralmente por fracturas (Figura-14). Otra diferencia la encontramos en los sedimentos, más finos para las hipogénicas y gruesos o procedentes del exterior por acarreo en laberintos de inundación, como ocurre en esta cavidad, formando las gravas terrazas que marcan un nivel. Un tercer hecho que induce a afirmar esta opinión es la vecina rambla de la Viuda y su régimen de caudal, exclusivo de periodos de precipitaciones estacionales, que provocaría desbordamientos puntuales inundando la cavidad. De todos modos es dificultoso abordar este tema, pues algunas cavidades se han formado por los dos procesos solapados, enmascarando las inundaciones los procesos hipogénicos (Kilimchouk, 2007).

Otra cavidad que podríamos incluir dentro de este tipo es la Cova del Bovalar (Cintorres), con abundantes formas de disolución formando un entramado condicionado por el buzamiento de los estratos.

C -CAVIDADES DE LA ZONA EPIFREÁTICA.

Es una tipología intermedia, donde su funcionamiento está a caballo entre las cavidades fósiles y las activas, siendo sus morfo-

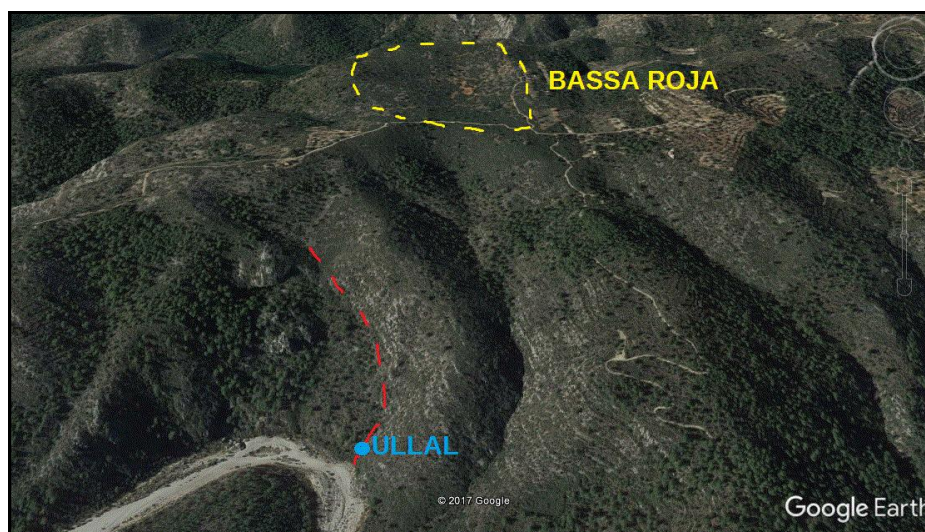


Figura-10: Ubicación del Pla de la Bassa Roja respecto a la surgencia temporal del Ullal de Villomos, con un desnivel entre ambos de 240 m.

logías y patrones similares a estas. La zona epifreática es el sector donde las aguas subterráneas fluctúan, ubicada entre la zona vadosa y la zona freática.

C-1 : Surgencias Temporales.

Están formadas por galerías de disolución, que en la actualidad no se encuentran totalmente fósiles, pues presentan periodos de actividad cortos pero muy cambiantes. Después de importantes precipitaciones se activan con rapidez, siendo esta actividad consecuencia de una filtración eficiente del agua en el medio subterráneo, mediante pequeñas fracturas del terreno, perdidas en los lechos de barrancos o sumideros ubicados en zonas de absorción. Algunos poljes o dolinas están en relación con estas cavidades, constituyendo puntos concretos de absorción, como ocurre en el Pla de Vistabella y els Ullals (Vistabella) (Viciano, 1981), el Pla de les Foies y els Ullals de Miravet (Cabanès) (Arenós, 1997) o la Bassa Roja y el Ullal de Villomos (Costur) (Almela, 2011) (Figura-10).

Otro caso singular es el Ullal del Manzano (Ludiente) (Almela, 2009) cuyo punto de absorción inicial es la Sima de la Costera, sumidero fósil actualmente colgado sobre el barranco que está emplazado justo encima de las galerías más alejadas de la entrada de la surgencia, pero sin llegar a comunicar.

Estos ullals se relacionan con acuíferos locales de dimensiones modestas, por lo que los pulsos de crecidas suelen ser cortos y pueden durar entre 2 días a 10 generalmente. Su caudal y umbral de emisión está en función de las precipitaciones y de las dimensiones de la zona de recarga o fuentes ubicadas a un nivel inferior, pues en muchos casos estas cavidades son rebosaderos o trop-plein de otras fuentes permanentes situadas a cotas más bajas. Dado sus características, fueron descritas con el término redes de drenaje inmediato (Arenós, 1997), debido a su rápida respuesta y cese ante una tormenta o gota fría. Unas precipitaciones de entre 100 y 150 litros/m³ en pocas



Figura-11: Boca de Els Ullals (Vistabella), muy próximo al lecho del barranc del Avellanar.

horas, pueden activar fácilmente la mayoría de estas cavidades.

Otras surgencias necesitan mayores precipitaciones, activándose solamente una vez cada diez años, lo que puede indicar su alejamiento progresivo del nivel freático y un estado hacia la fosilización de la cavidad. Las galerías que encontramos muestran secciones freáticas, circulares o con tendencia elíptica, a pesar de que en la actualidad se encuentren en la zona epifreática. Los patrones de estas cavidades están formados por galerías lineales, de carácter horizontal y con frecuencia con niveles de inundación más o menos permanentes.

Encontramos buenos ejemplos en el interior de la provincia, en la zona tabular del Maestrat, concretamente en el macizo de Penyagolosa y alrededores. La cavidad con mayor recorrido es la Font del Molinar (Xert) (E.C.C., 1992) influenciada por un importante acuífero de la zona. Otras cavidades son el Ullal del Manzano (Ludiente) (Almela, 2009), las surgencias del barranco del Avellanar, con el Forat de l'Aigua (Ros&Martínez, 1982) y Els Ullals (Vistabella)(figura-11)(Arenós et al., 1993) Ojal Negro (Villahermosa del Río), Cova Negra (Vistabella) (Almela, 2009), Els Ullals (Cabanès) más conocido como Ullal de Miravet (Arenós, 1997), el Ullal de Barrets (Atzeneta del Maestrat) (E.C.C., 1988) y la

Cova del Mas d'Eloi (Vallibona) (Ramos, 2012). Existen otras de menores dimensiones y una gran mayoría que resultan impenetrables en la actualidad.

D- CAVIDADES DE LA ZONA FREÁTICA

Dentro de esta agrupación encontramos cavidades en las que un curso activo lleva un nivel de agua constante, que en general suele ser corto y de modesto caudal. Dentro de las cuevas que alcanzan o se desarrollan en la zona freática hemos diferenciado dos tipos, las surgencias permanentes y las cuevas con cursos activos, que suelen coincidir muchas veces con sumideros fósiles que albergan en su interior un pequeño río subterráneo, es decir alcanzan un nivel base local. Se ubican parcialmente todas en el sector de sierra Espadán, donde el emplazamiento de los materiales triásicos facilitan la formación de pequeños cursos activos que mantienen un caudal regular durante todo el año (Garay, 2007).

D-1: Surgencias permanentes.

Son cavidades por las que un caudal constante recorre sus galerías hasta salir a la superficie. Supone ser el último recorrido realizado por el agua en el subsuelo y como ya

hemos visto anteriormente, en este caso también encontramos fragmentos de cavidades, nunca todo el recorrido completo desde los sumideros hasta las surgencias. Sus galerías muestran formas freáticas o epifreáticas, con trazados sinuosos controlados estructuralmente por fracturas y por el buzamiento de los estratos, que con frecuencia tiende a la verticalidad, como ocurre en el triásico de Espadán.

Encontramos pocos casos, pero entre ellos tenemos buenos ejemplos con les Coves de Sant Josep (La Vall d'Uxó)(figura-12) (Garay, 1995), la Cueva del Toro (Alcudia de Veo) (Alegre, 1982), Fuente Donace (Algimia de Almonacid), la Font de la Caritat o la Cova de les Mans (Aín). Fuera de este ámbito encontramos les Coves del Carbo (Villahermosa) (Arenós et al.,1993) que supone ser el manantial más importante del macizo de Penyagolosa.

D-2: Simas con cursos activos.

En estas cavidades activas encontramos simas de carácter vertical que alcanzan en su nivel base redes activas, por las que circula un pequeño curso activo. En muchas ocasiones las entradas de estas se corresponden con sumideros fósiles o semiactivos, como puede ser el caso de la Sima Posos (Azuébar)(figura-13) (Almela, 2012), la Cova dels Ametlers (Eslida), la Covatilla, Cova de la tía Ondera (Ain), Sima de la Redonda (Villanueva de Viver) (Herrero et al., 1983) o la Sima del Estepar (El Toro).

Cavidad	Tipo	Cota nivel freático.	Cavidad relacionada sumidero
Cova de Sant Josep	Surgencia permanente	142	La Sima Avenc de la Riera
Cova del Toro		445	?
Fuente Donace		454	?
Font de la Caritat		535	Avenc de Benalí
Cova de les Mans		535	Cova del Molí de Dalt ?
			Surgencia
Sima Posos	Simas con cursos activos	286	?
La Covatilla		457	Font de Santa Cristina
Cova de la tía Ondera		506	Font de les Bassetes
Cova dels Ametlers		320	Font de Santa Cristina ?
Sima del Estepar		1264	?
Sima de la Redonda		889	Fuente de San Roque

Tabla-2: Resumen de las cavidades activas de Espadán, con sus cotas de niveles de circulación y cavidades o fuentes que forman parte del mismo sistema.

La singularidad que presenta la sierra Espadán dentro del territorio provincial le concede la presencia de ciertas cavidades de un desarrollo más o menos extenso, en las que circulan pequeños ríos de carácter perma-

nente, que aún presentando un escaso caudal supone un caso singular en el territorio estudiado (Garay, 2007). Este curso activo marca el nivel base en su desnivel máximo, constituyendo un nivel freático local. Con frecuencia sus galerías finalizan en sifones o puntos impenetrables por donde se pierde el agua. Estos fragmentos de colectores presentan un recorrido escaso para algunas cavidades: 12 metros en la Cova dels Ametlers, 10 metros para la Cova de la tía Ondera, 20 metros para la Sima del Estepar o 10 metros para la Sima de la Redonda, pero su interés recae en que alcanzan este nivel freático, muy difícil de superar en el resto de cavidades castellonenses. Las resurgencias de estas aguas subterráneas muestran trayectos de diferentes longitudes en algunas cuevas, estando en otras todavía por determinar (Tabla-2).

De estas cuevas con galerías activas, si escogemos las topografías de las cinco más importantes, podemos ver como la sinuosidad de sus conductos (longitud total de la galería dividida por su distancia en línea recta), es decir los cambios de dirección abruptos o suaves que encontramos en ellas se sitúan entre 1,1 y 1,5. Estas van buscando la ruta más eficiente entre fracturas y particiones, pasando de una discontinuidad a otra y ampliando un conducto preferente hasta configurar un curso activo más o menos desarrollado. Con un muestreo tan escaso y con tantas diferencias de recorrido no podemos sacar muchas conclusiones. En la tabla-3 se aprecia que a mayor recorrido la sinuosidad de la galería aumenta, hecho que estaría condicionado por una estructura geoló-



Figura-12: Galería principal de la Cova de Sant Josep.

gica más compleja para las grandes cavidades que una simple fractura lineal, como ocurre en las redes activas con menor recorrido. La sinuosidad puede estar condicionada por la estratificación de las rocas, ya que generalmente a mayor ángulo de buzamiento la sinuosidad decrece (Palmer, 2013). También influye el estado evolutivo en que se encuentre la galería, pues en las etapas iniciales, los meandros estrechos que forman el canal inicial poseen más sinuosidad, como ocurre en algunas galerías que forman ángulos rectos en la Cueva del Toro.

E -CAVIDADES CON INFLUENCIA HIPOGÉNICA.

Son cavidades que presentan morfologías o formas características que delatan el ambiente en el cual se formaron (figura-14). Decimos con influencia hipogénica, porque no es el proceso principal de formación de la cavidad, pero si resulta relevante este ambiente, que suele ser por aguas estáticas, normal-

Cavidades	Rec. Real Galería	Rec. lineal	Sinuosidad.
Cova de Sant Josep	1520 m.	990 m.	1,53
Sima Posos	615 m.	440 m.	1,39
Cueva del Toro	228 m.	193 m.	1,18
La Covatilla	170 m.	148 m.	1,14
Font de la Caritat	67 m.	55 m.	1,21

Tabla-3: principales cavidades de la sierra Espadán con el índice de sinuosidad de los conductos.



Figura-13: Curso activo de la Sima Posos

mente con influencia termal y donde la disolución y corrosión genera la cavidad desde abajo hacia arriba, introduciéndonos en el concepto de espeleogénesis transversal (Klimchouk, 2007) . Se trata de fenómenos poco significativos en nuestro territorios o escasamente estudiados hasta la actualidad. Actualmente conta-

mos con tres cavidades sobre las que se han realizado trabajos encaminados en poner de manifiesto sus morfologías hipogénicas; son la Cova de l'Ocre, la sima del Mas de Gual (Llucena) (Almela, 2016) y la Sima del Castellet (La Vilavella) (Almela, 2017).

Un punto de interés en la provincia de Castellón para la formación de este tipo de cavidades con influencias hipogénicas, es la Sierra Espadán, donde existen algunos casos de manantiales termales y otros de anomalías geotérmicas menores, como ocurre en la Cova de Sant Josep (Garay, 2013), la Sima Posos o el manantial de la Galería 800 entre otros.

Análisis estadístico de las cavidades.

Una vez expuestas la tipologías de cavidades predominantes en Castellón (tabla-4), realizaremos un análisis estadístico de la frecuencia con la que encontramos cada tipo de cueva o sima y su relación con la subunidad en la que se encuentra. Para ello escogere-



Figura-14: Formas a pequeña escala. Izquierda: Formas hipogénicas compuestas por canales ascendentes de disolución en los niveles inferiores de la Cova de l'Ocre. Derecha: Bolsones de disolución típicos de la inyección de las aguas de inundaciones, formados a través de pequeñas fracturas, en la sala de entrada de la Cova de les Maravelles.

mos todas las cavidades naturales que presentan un recorrido real superior a 100 metros, contando con la ayuda del catálogo provincial SICE-CS (Arenós, 2006). Estas suponen unas 203 cavidades, que en la actualidad representan solamente un 3,2% del total de las cavidades catalogadas en el censo provincial, lo que muestra el predominio de pequeñas cuevas catalogadas.

De las 203 cavidades escogidas, 122 son simas tectónicas representando un 60% del total, 30 son cuevas estructurales representando un 14,7%, de entre las cuales diferenciamos dos subtipos, las cavidades formadas por salas, con un buen volumen subterráneo, que son 14 y las controladas por planos de estratificación formando diferentes galerías que son 16.

Los sumideros fósiles diferenciamos dos subtipos, unos caracterizados por las entradas verticales con pozos de disolución, con 9 cavidades representativas y los sumideros típicos de dominio triásico del Espadán, con tendencia más horizontal o inclinada, con 5 cavidades. En total suponen un 7,4% del total. Otra tipología menos común son los laberintos freáticos, con 2 cavidades representativas que suponen un 1%. Las surgencias fósiles están representadas por 13 cavidades, con una tendencia horizontal y suponen un 6,4%. Las surgencias temporales son 9 con un 4,4% y las activas o permanentes 4 con un 1,9%. En el tipo de simas con cursos activos, ámbito exclusivo de Espadán, hay 6 cavidades que representan un 2,9%. Por último las cavidades con alguna influencia hipogénica son 2, por el momento poco estudiadas, pero con elementos geológicos singulares. De entre todas ellas, las que se han generado por procesos básicamente tectónicos suponen un 75%, mientras que en las que los procesos donde la

disolución o erosión es dominante son un 25%.

Si nos fijamos solamente en las cavidades con un desarrollo superior a un kilómetro se reduce el rango y los procesos tectónicos no suponen ser tan representativas respecto al total de las cavidades castellanenses (tabla-5). En ellas la formación por disolución es más notable, encontrando 6 de las 9 cavidades. Dos de ellas están formadas por galerías de drenaje activas como la Cova de Sant Josep y Sima Posos; una galería de drenaje semiactiva la Font del Molinar y otra fósil, la Cueva Cirat. También cuevas con laberintos formados por disolución o corrosión, como es el caso de la Cova de l'Ocre y la Cova de les Maravelles.

Las tres cavidades restantes son exclusivamente tectónicas: Dos son las clásicas simas en fractura, espléndidamente representadas por els Avencs del Túrio, con longitudes de la fractura y desniveles considerables, que junto con sus numerosas vías de descenso y plantas alcanzan grandes recorridos. Finalmente les Coves del Tossal de la Font, formando un laberinto donde dominan las fracturas y planos de estratificación. Algunas de estas cavidades si que podrían compararse a los sistemas kársticos extensos, con cuencas de recepción más o menos grandes y con un drenaje organizado, que le permitirían tener un mayor recorrido si se explora en su totalidad. El caso mejor estudiado es la Cova de Sant Josep, donde en su cuenca de recepción

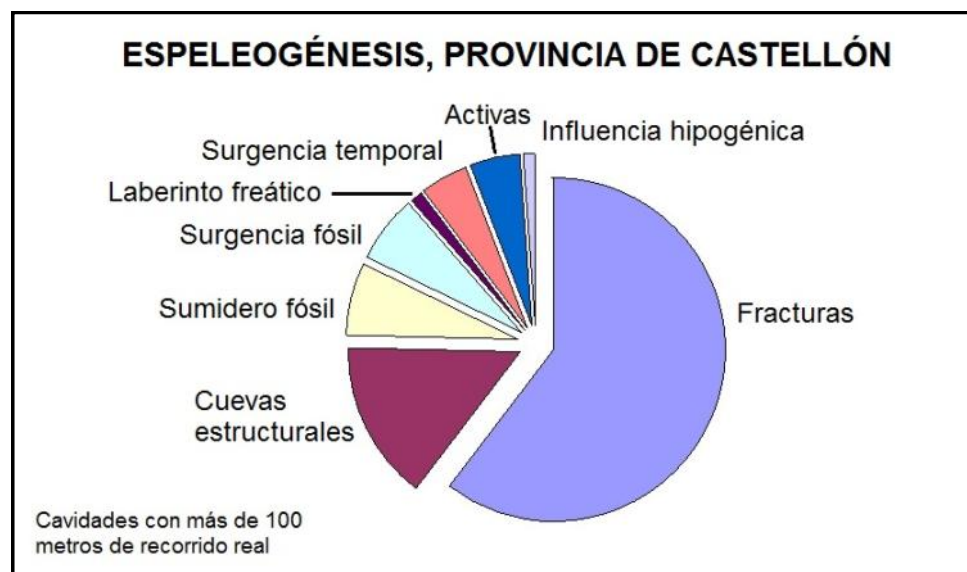


Figura15: Distribución de las cavidades de Castellón según su génesis.

encontramos las cavidades que hacen la función de sumidero (Garay ,1995), sin haberlos conectado todavía con la surgencia.

Si realizamos un análisis similar en las cavidades que presentan mayor desnivel, nos encontramos ante 19 simas que superan los 100 metros de desnivel (Tabla-6). En ellas

	Relación respecto al nivel freático	Tipos y subtipos de cavidades		Procesos genéticos	Cavidades tipo representativas.
A	Cavidades tectónicas de la zona vadosa.	Simas tectónicas	Tectónico puro	Fracturación	Avencs del Túrio (Fanzara-Espadilla) Avenc de la Figa (Llucena)
			Presencia disolución		Forat d'en Ferràs (Orpesa) Avenc de la Ferradura-2 (Cabanes)
		Cuevas estructurales	Laberintos	Fracturación	Coves del Tossal de la Font (Vilafamés) La Cogonda (Cirat)
			Salas		Cueva del Cementerio (Sacañet)
B	Cavidades de la zona vadosa con ampliación por disolución.	Sumideros fósiles	Pozos	Fracturación + disolución	Avenc de Comanegra (Xert)
			Cuevas		Cova Ferrera (Eslida)
		Surgencias fósiles		Fracturación + disolución	Cova Cirat (Montán) Forat de Cantallops (Ares)
Cuevas laberínticas		Fracturación + disolución por inundación	Cova de les Maravelles (Castelló)		
C	Cavidades de la zona epifreática	Surgencias temporales		Fracturación + disolución	Font del Molinar (Xert) Ullal del Manzano (Ludiente)
D	Cavidades de la zona freática	Redes activas	Surgencias permanentes	Fracturación + disolución, organización jerarquizada del drenaje.	Cova del Toro (Alcudia de Veo) Cova de Sant Josep (La Vall d'Uxó)
			Simas con cursos activos		Sima Posos (Azuébar) La Covatilla (Aín)
E	Cavidades con influencia hipogénica	Redes hipogénicas fósiles.		Procesos disolución endógenos, ascenso de minerales.	Cova de l'Ocre (Llucena)

Tabla-4: Resumen de las tipologías de cavidades existentes en la provincia de Castellón

Cavidad	Recorrido	Tipo cavidad	Subunidad	Materiales
Sima Posos	3.320 m.	Red activa, sima con curso activo.	Espadán - Calderona	Dolomías del Triásico medio, muschelkalk.
Cova de Sant Josep	2.750 m.	Red activa, Surgencia permanente.	Espadán - Calderona	Dolomías del Triásico medio, muschelkalk
Coves del Tossal de la Font	2.282 m.	Cavidad estructural, laberíntica.	Alineaciones Costeras	Calizas del Jurásico
Cova de les Maravelles	2.100 m.	Cavidad freática, laberinto de inundación.	Alineaciones Costeras	Calizas del Cretácico inferior
Avenc del Túrio-2	1.555 m.	Sima tectónica.	Espadán - Calderona	Calizas del Jurásico
Avenc del Túrio-3	1.554 m.	Sima tectónica	Espadán - Calderona	Calizas del Jurásico
Cova de l'Ocre	1.539 m.	Red hipogénica fósil	Alineaciones Costeras	Calizas y dolomías del Jurásico.
Cueva Cirat	1.200 m.	Surgencia fósil.	Espadán - Calderona	Dolomías del Triásico medio, muschelkalk.
Font del Molinar	1.100 m.	Surgencia temporal	Alineaciones Costeras	Calizas del Cretácico inferior

Forat de Ferràs, Avenc del Mas d'en Guillem y Avenc del Collet Roig, y finalmente las de la zona tabular del Maestrat están ausentes, a pesar de su gran extensión calcárea debido a su predominio cretácico anotado anteriormente. Por este motivo las cavidades más profundas de nuestra provincia se encuentran en la subunidad de las sierras de Espadán y Calderona, pero sin estar asociadas al triásico, que sin alcanzar grandes profundidades presenta otra vertiente espeleogenética importante.

Los límites geomorfológicos empleados en la presente clasificación, como ya hemos visto en algunos casos, pueden condicionar un poco el tipo de cavidades

Tabla-5: Cavidades con más de un kilómetro de desarrollo.

existe un gran predominio de fracturas o simas tectónicas, siendo solamente dos las que no están formados por estos procesos tectónicos solamente, sino que ha intervenido la disolución, como ocurre en el Avenc del Collet Roig y en la Sima Posos. Otro aspecto significativo resulta el material donde se desarrollan estas simas, con un predominio de las calizas y dolomías jurásicas que afloran en la periferia de las sierras triásicas de Espadán y Calderona. Estos potentes paquetes de materiales jurásicos no se presentan con tantas intercalaciones de margas o arcillas que en el cretácico suelen marcar el nivel base y de este modo condicionan el desnivel de las cavidades. Las simas presentes en la subunidad de las alineaciones costeras están representadas por tres cavidades:

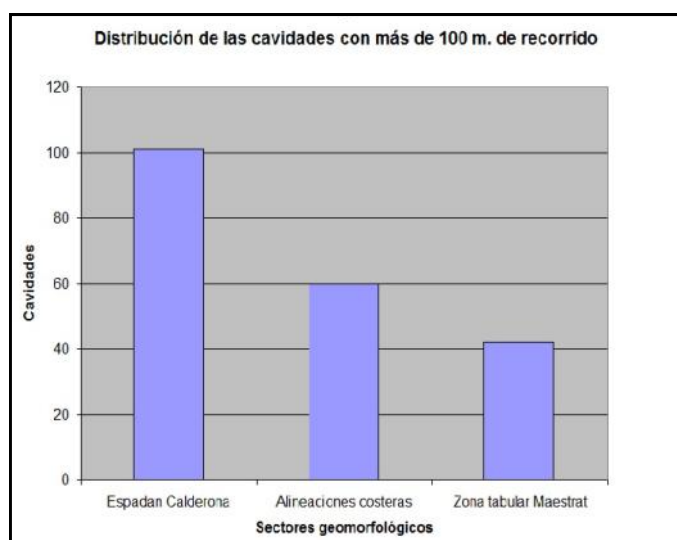


Figura-16: Estadística de cavidades según su ubicación en la subunidad y cantidad en cada unidad.

Cavidad	Desnivel	Subunidad	Materiales
Sima de la Figa	-191 m.	Espadán Calderona	Calizas del Jurásico
Avenc del Túrio-2	-186,6 m.	Espadán Calderona	Calizas del Jurásico
Avenc del Túrio-3	-185,7 m.	Espadán Calderona	Calizas del Jurásico
Avenc del Túrio-1	-182,1 m.	Espadán Calderona	Calizas del Jurásico
Sima del Cabezo	-146 m.	Espadán Calderona	Calizas del Jurásico
Sima del Cabezo Royo	-133,5 m.	Espadán Calderona	Calizas del Jurásico
Avenc Simba	-128 m.	Espadán Calderona	Calizas del Jurásico
Sima de la Tejavana	-119 m.	Espadán Calderona	Calizas dolomíticas del Jurásico inferior Lias.
Sima del Sabinoso	-118 m.	Espadán Calderona	Calizas del Jurásico inferior Lias.
Sima de Pante	-117 m.	Espadán Calderona	Calizas del jurásico inferior, Lias.
Avenc del Mas d'en Guillem	-116,6 m.	Alineaciones costeras	Calizas cretácico inferior. Aptiense.
Sima Posos	111,6m . (-76,6 / +35)	Espadán Calderona	Dolomias del Triásico medio, muschelkalk.
Avenc de Peñablanca	-110 m.	Espadán Calderona	Calizas del Jurásico
Sima de Torre Ragudo	-109,4 m.	Espadán Calderona	Calizas del jurásico inferior, lias.
Forat de Ferràs	-107,5 m.	Alineaciones costeras	Calizas cretácico inferior. Aptiense.
Avenc del Collet Roig	-106 m.	Alineaciones costeras	Calizas y dolomías del Jurásico superior, Malm.
Sima del tío Ramón Machaca	-105 m.	Espadán Calderona	Calizas del jurásico inferior, Lías.
Cueva Santa	-104 m.	Espadán Calderona	Calizas del jurásico inferior, Lías.
Sima la Ereta	-101,5 m.	Espadán Calderona	Calizas del jurásico,

Tabla-6: Cavidades con más de 100 metros de desnivel

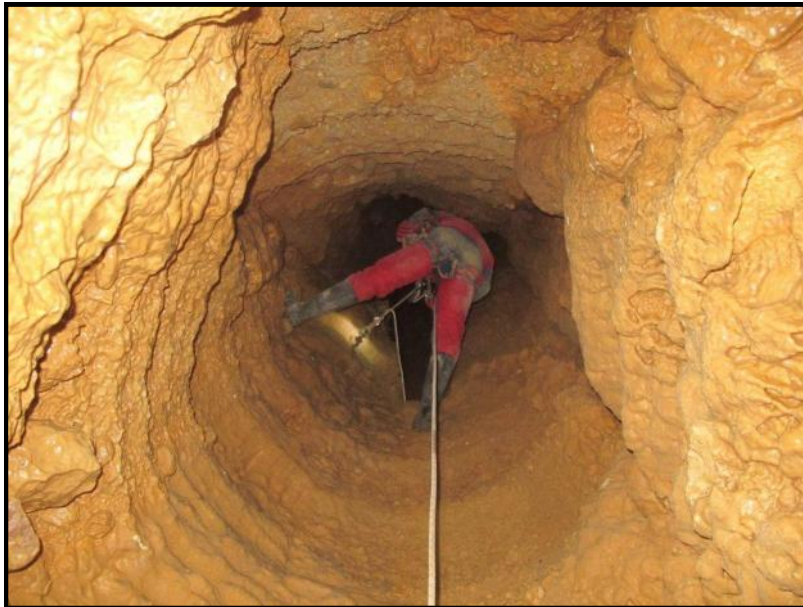


Figura-17: Pozo en el Avenc del Mas d'Ascla (Alcalà de Xivert)

que encontraremos, aunque sin llegar a un predominio exclusivo en todas los tipos. Por ejemplo, cavidades activas las encontraremos en la sierra Espadán, mientras que las surgencias temporales tienen un predominio en la zona del Maestrat y en menor grado las alineaciones costeras. Ocurre otro tanto con las surgencias fósiles, más presentes en el sector tabular del Maestrat. Si nos fijamos en el tipo de cavidad más común, las fracturas tectónicas están repartidas por todo el territorio, pero estando muy bien representadas en el valle del río Mijares. Por otra parte los sumideros fósiles también los encontramos en toda la provincia, pero con dos tipologías más diferenciadas, encontrando más pozos de disolución en la mitad norte (Tabla-2) y sumideros en cueva en la sierra de Espadán.

destaca un predominio de las cavidades formadas por disolución, con un 52,4 % frente al 47,6 % que lo componen las simas tectónicas y cuevas estructurales. En las otras dos zonas abunda lo tectónico, con un 80 % en las alineaciones costeras y un 82,1 % en Espadán-Calderona (Figura-18).

Conclusiones:

Esta clasificación espeleogenética es importante para conocer la amplitud de fenómenos espeleológicos que podemos encontrar en Castellón, que ayudan a relacionar litologías, zonas montañosas y evolución del paisaje circundante con la génesis de la cavidad. Es importante que los espeleólogos conozcan el contexto geológico de una cueva

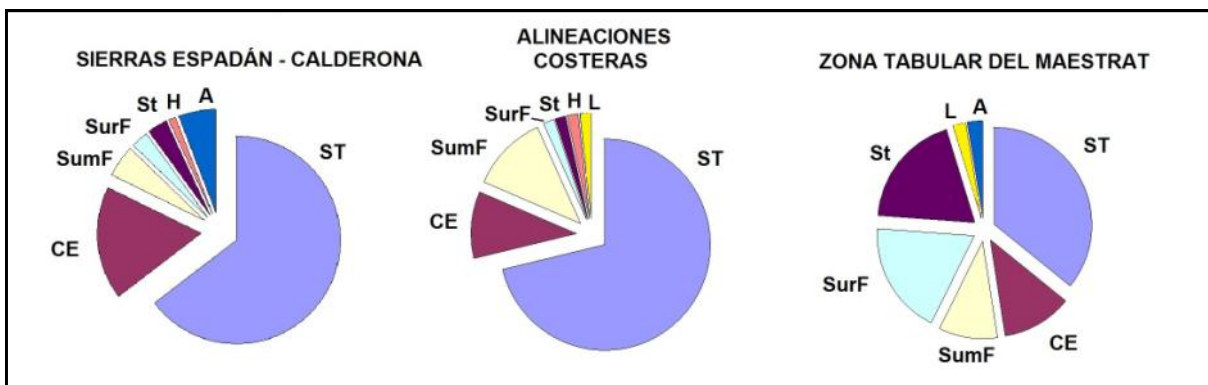


Figura-18: Distribución de las diferentes tipologías según subunidad: ST (Sima tectónica), CE (Cueva estructural), SumF (Sumidero Fósil), SurF (Surgencia fósil), L (Cuevas laberínticas), St (Surgencias temporales), A (Cuevas activas zona freática) y H (Cuevas con influencia hipogénica).

que exploran, relacionando su formación y posibilidades a la hora de continuar su investigación y potencial. También resulta de interés en los trabajos espeleológicos reflejar bien las formas que adopta la topografía, tanto los patrones que muestran como las secciones transversales, que muchas veces dan pistas para conocer su génesis, pudiéndola encuadrar dentro de alguno de los tipos descritos con facilidad. Otro aspecto crucial para llevar a término este cometido es mirar bien paredes y techos de una galería, con pequeñas formas que puedan indicarnos cualquier dato de interés.

Desde estas líneas un reconocimiento a todas las generaciones de espeleólogos que nos han precedido y que gracias a su impulso inicial por conocer y explorar los paisajes subterráneos, poseemos todo un valioso bagaje. Finalmente agradezco a Luis Almela, por ceder las fotografías que ilustran el artículo.

Bibliografía.

ALEGRE IZQUIERDO, V. (1982) La Cueva del Toro y su entorno geológico (Alcudia de Veo, Castellón). Lapiaz nº 9. Federación Valenciana de Espeleología. pp.29-35.

ALMELA AGOST, J. (2009) Dos surgencias del macizo de Penyagolosa. Berig nº 9. Espeleo Club Castelló. pp. 52-59.

ALMELA AGOST, J. (2009) Nuevos descubrimientos en la sima del Mançano (Ludiente). Berig nº 10. Espeleo Club Castelló. pp. 21-26.

ALMELA AGOST, J.(2009) El Forat de l'Aigua (Castillo de Villamalefa). Berig nº 10. Espeleo Club Castelló. pp. 27-29.

ALMELA AGOST, J. (2011) La Cogonda o Cueva Honda (Cirat, Alto Mijares). Berig nº 11. Espeleo Club Castelló. pp. 20-27.

ALMELA AGOST, J. (2011) Catálogo espeleológico de Costur. Berig nº 11. Espeleo Club Castelló pp. 32-49.

ALMELA AGOST, J. (2012) L'avenc de la Ferradura II. Actes XVII Jornades Culturals a la Plana de l'Arc, Cabanes. 2012. pp.43-60.

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

ALMELA AGOST, J. (2013) Catálogo espeleológico de Ayódar (Alto Mijares). Berig nº 13, Espeleo Club Castelló. pp.11-46.

ALMELA AGOST, L. ALMELA AGOST, J.M., ALMELA AGOST, J. (2013) Las cavidades del monte Turio. Espeleo Club Castelló. 61p.

ALMELA AGOST, L. ALMELA AGOST, J. (2013) El avenc del mas d'en Guillem (Sierra Engarcerán). Berig nº 13. Espeleo Club Castelló. pp. 63-67.

ALMELA AGOST, J. (2015) La Cova de la Paredada: una surgència fòssil a La Pobla Tornesa. Montornés nº 23, Butlletí de l'Associació Cultural La Balaguera. pp-5-12.

ALMELA AGOST, J. (2015) Surgencias temporales en la provincia de Castellón. Gota a gota nº 8. Grupo de Espeleología Villacarrillo, G.E.V. pp.65-74.

ALMELA AGOST, J. (2016) Surgencias fósiles en Ares (Castellón): Análisis de las formas de un karst residual. Gota a gota nº 10. Grupo de Espeleología Villacarrillo, G.E.V. pp.43-57.

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

ALMELA AGOST, L. ALMELA AGOST, J. CARDONA I DEL ALAR, H. (2016) Avencs del camí del Turio (Espadella – Fanzara). Berig nº 16. Espeleo Club Castelló. pp. 3-15.

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

ARENÓS DOMÍNGUEZ, J., Segarra Bort, M., Viciano Agramunt J.L., (1993) Inventario espeleológico de Penyagolosa. Espeleo Club Castelló. 119 p.

ARENÓS DOMINGUEZ, J. (1994) Cavidades subterráneas de la zona de la Ferradura (Cabanes, Castellón). Lapiaz nº 23. Federación Valenciana de Espeleología. pp.3-18.

ARENÓS DOMINGUEZ, J. Aragón Balaguer, D. (1995) Cova Santa (Sierra Engarcerán). Berig nº 1. Espeleo Club Castelló. pp.11-15.

ARENÓS DOMÍNGUEZ, J. (1997) Itinerario kárstico: Forat de l'Horta y els Ullals (Cabanès, Castelló). Berig nº3. Espeleo Club Castelló. pp.35-41.

ARENÓS DOMÍNGUEZ, J. (2000) Les Coves del Tossal de la Font (Vilafamés, Castelló). Berig nº 4. Espeleo Club Castelló. pp.43-66.

ARENÓS DOMÍNGUEZ, J. (2001) Espeleología en el término municipal de Xert (Baix Maestrat). Berig nº5. Espeleo Club Castelló. pp. 46-54.

ARENÓS DOMÍNGUEZ, J. (2001) Avenc de la Mireta (Benasal). Berig nº 5. Espeleo Club Castelló. pp. 35-36.

ARENÓS DOMÍNGUEZ, J. (2007) Características y funcionamiento del Sistema Informático de Catalogación Espeleológica para la provincia de Castellón (SICE-CS), en su versión accesible libremente por internet. Berig nº8. Espeleo Club Castelló. pp. 18-40.

CAVIA, A y DOMÍNGUEZ, M. (1982) Complejo tectónico de la Tossa. Butlletí G.E.S.-Club Muntanyenc de Terrasa- nº 3. pp.28-42.

CARDONA, F. (1981) La Cueva Cerdanya (Pina de Montalgrao). Exploracions nº 5. Espeleo Club de Gràcia. pp-81-84.

ESPELEO CLUB BENIMACLET (1997) Memoria de la zona de trabajo de la Sierra Calderona. Federación Valenciana de Espeleología. pp.91-123.

ESPELEO CLUB CASTELLÓ (1986) El Pla dels Avencs. Butlletí del Centre d'Estudis La Plana nº 5. pp.55-82.

ESPELEO CLUB CASTELLÓ (1987) Morfología cárstica de la Cova de Blasco (Cabanès) y sus alrededores. Butlletí del Centre d'Estudis La Plana nº 11. pp.7-16.

ESPELEO CLUB CASTELLÓ (1988) Sima "L'Ullal" (Atzeneta-Castellón). Lapiaz nº17. Federación Valenciana de Espeleología. pp.3-9.

ESPELEO CLUB CASTELLÓ (1990) Cavidades subterráneas del sector oriental de la Serra Creu, Artana (Plana Baixa, CS). Lapiaz nº19. Federación Valenciana de Espeleología. pp. 3-12.

ESPELEO CLUB CASTELLÓ (1990) La Sima

de l'Alt y la Cueva d'Eulogio (Alcudia de Veo, Castellón). Lapiaz nº 19. Federación Valenciana de Espeleología. pp.38-43.

ESPELEO CLUB CASTELLÓ (1991) Font del Molinar (Xert, Castelló). Lapiaz nº 20. Federación Valenciana de Espeleología. pp.3-11.

GALTZAGORRI ESPELEOLOGI TALDEA & SOCIEDAD ESPELEOLOGICA VALENCIA (1994) Cavidades de Argelita (Comarca Alto Mijares). Lapiaz nº 23. Federación Valenciana de Espeleología. pp.47-55.

GARAY, P. (1995) Estudio de la Cova de Sant Josep (La Vall d'Uxó, La Plana Alta). Lapiaz nº 24. Federación Valenciana de Espeleología pp.3-16.

GARAY, P., FUMANAL, M.P., ESTELA, M.J. (1995) Los depósitos pleistocenos del yacimiento de Cirat (Montán, País Valenciano) y su significado geomorfológico. Cuadernos de Geografía 57. pp. 35-53.

GARAY, P. (2007) Coves i avencs del domini triàsic Espadà-Calderona, Dins Camp de l'Espadar, quadern 10.pp.22-36.

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

GINÉS, J. y GINÉS, A (2009) Proposta d'una nova classificació morfogenética de les cavitats càrstiques de l'illa de Mallorca. Endins nº 33. Federació Balear d'Espeleología. pp. 5-18.

GRUP ESPELEOLÓGIC BACHOQUETA (1987) 11 cavidades de la Sierra de Oropesa (Plana Alta, Castelló). Lapiaz nº 17. Federación Valenciana de Espeleología. pp.17-22.

GRUPO ESPELEOLÓGICO COMANDO (1992) Memorias de las actividades de grupos realizadas en 1991.La Cueva de la Marecilla. Boletín l'Avenc nº4. Federación Valenciana de Espeleología. pp.31-32.

GRUPO ESPELEOLÓGICO LA SENYERA (1986) Cueva de las Maravillas (Castellón). Nuestra Espeleo nº16. Sociedad Espeleológica La Señera. pp.41-49.

GRUPO ESPELEOLÓGICO LA SENYERA (2011) Cueva Santa, Exploración y estudio del

- medio subterráneo. Grupo Espeleológico La Senyera(Ed.).172 p.
- GRUP ESPELEOLÒGIC D'ONDA (1994) Exploración del subsuelo de Peñablanca (Torrechiva, Alto Mijares). Lapiaz nº 23, Federación Valenciana de Espeleología. pp.35-46.
- HERRERO, R. GIMÉNEZ, S. FABRA, J.C. (1983) Los fenómenos espeleológicos del Alto Mijares occidental (Castellón). Spélaion nº 2. SES del Centre Excursionista de Valencia. pp.4-15.
- IBÁÑEZ, L. (1980) El Avenc de Xivert. Lapiaz nº5. Federación Valenciana de Espeleología. pp.43-46.
- KLIMCHOUK, A.B., D.C. Ford, A.N. Palmer, W. Deybrodt(eds.) (2000) Speleogenesis: evolution of karst acuífers. Huntsville, Ala. NSS. 527 p.
- KLIMCHOUK, A.M. (2007)Hypogene Speleogenesis: Hydrogeological and Morphogenetic Perspective. Special Paper no.1, National Cave and Karst Research Institute, NM, 106 p.
- LLLOPIS LLADÓ, N. (1954) Nociones de Espeleología. Editorial Alpina. 72 p.
- NEBOT, G. MUÑOZ, A (2016) Nuevas galerías en la cueva del Túnel de Navajas. Berig nº 15. Espeleo Club Castelló. pp.70-75.
- MIÑARRO, J.M. (1969) Avenc del Collet Roig (Atalayas de Alcalà-Castellón). Boletín Sire nº 1, 2º época. SIRE Unió Excursionista de Catalunya-Sants. pp.2-3.
- PALMER, A.N. (2012) Geología de cuevas. Cave Books, Unión Internacional de Espeleología. 502p.
- PORCEL CARO, E. (2009) Cavitats als Ports i Alt Maestrat. Berig nº 9. Espeleo Club Castelló. pp.42-47.
- QUEREDA SALA, J. (1985) Geomorfología. En " La provincia de Castellón de la Plana; Tierras y gentes". Caja de Ahorros Monte y Piedad de Castellón. pp.37-54.
- RAMOS BARCELÓ, J. (1997) Simas ciegas en la Tinanza de Benifazá. Berig nº3. Espeleo Club Castelló. pp. 43-45.
- RAMOS BARCELÓ, J. ARAGÓN BALAGUER, D. (2002) Las cavidades conocidas como "cuevas manguera". Hipótesis sobre su origen. Berig nº 6. Espeleo Club Castelló. pp.57-70.
- RAMOS BARCELÓ, J. (2009) Cavidades naturales del término municipal de Peñíscola. Berig nº 10. Espeleo Club Castelló. pp.3-17.
- RAMOS BARCELÓ, J. (2012) Catálogo de cavidades del término municipal de Vallibona (Castellón). Berig nº 12. Espeleo Club Castelló. pp.42-72.
- RIVERO RIVERO, I. (2013) Estudio monográfico del avenc del mas del Marqués. Santa Magdalena de Pulpis. Atalaies d'Alcalà. Berig nº 13. Espeleo Club Castelló. pp. 47-56.
- ROS SEBASTIÀ, E. (1982) Los fenómenos espeleológicos del Pla de la Mola (Alto Mijares). Spélaion nº1. Sección de Exploraciones Subterráneas del C.E. De Valencia. pp.13-22.
- ROS SEBASTIÀ, E. y MARTÍNEZ SELLÉS, P. (1982) La surgencia del Avellanar (Vistabella del Maestratgo – Castellón). Spélaion nº1. Sección de Exploraciones Subterráneas del C.E. De Valencia. pp.40-43.
- SECCIÓN DE ESPELEOLOGÍA DEL CLUB UNIVERSITARIO DE MONTAÑA (1990) Exploración y estudio de 5 cavidades en el término de Altura (Alto Palancia). Lapiaz nº 19. Federación Valenciana de Espeleología. pp.13-21.
- TALAVERA, F. & TORLÀ, A. (1980) Informe sobre el karst de Espadan (Eslida)-II nota. Lapiaz nº5. Federación Valenciana de Espeleología. pp.51-58.
- V.V.A.A. (1982) Catálogo Espeleológico del País Valenciano, Tomo II. Federación Valenciana de Espeleología. 334 p.
- VICIANO AGRAMUNT, J.L. (1992) Espeleología a Castelló. Sociedad Castellonense de Cultura. Temas Castellonenses, Cuadernos de divulgación cultural-4. 40 p.
- VICIANO AGRAMUNT, J.L. (1981) Notas para una hidrología de Penyagolosa. Boletín de la Sociedad Castellonense de Cultura, Tomo LVII – Cuaderno III, Julio-Septiembre. pp.355-368.
- VICTORIA LÓPEZ, J.M. (1973) Nota geomorfológica sobre el Avenc de Santa Bárbara. Comunicacions III Simposium Espeleología. Agrupació científico-excursionista Mataró. pp.212-218.