



# EL SISTEMA KÁRSTICO DE LA FONT DE LA CARITAT

Jesús Almela Agost  
(Espeleo Club Castelló)

## 1. Introducción.

En el número anterior de esta revista describimos el sistema kárstico Aín – Artana, detallando todos los fenómenos implicados en la circulación de agua subterránea, junto con el paleokarst o estructura seca del sistema (Almela, 2021). Ahora presentamos otro sistema kárstico ubicado al sur de la población de Aín, desarrollado en un afloramiento diferente al que transcurre por el valle que forma el barranc d’Eslida y que une las poblaciones de Aín, Eslida y Artana. Mientras que en el otro sistema el nivel base estaba marcado por la Font de Santa Cristina (Artana) en la cota 274 metros, en el sistema de la Font de la Caritat, el nivel base está formado por dos surgencias diferentes, ubicadas sobre la cota 531 metros.

## 2. Metodología y aproximación al conocimiento del karst.

Para elaborar el siguiente trabajo hemos seguido la misma metodología empleada en el vecino sistema de Aín – Artana, que consiste por una parte en revisar todas las cavidades activas o fósiles próximas a la surgencia de la Caritat. Se han topografiado, prospectado en busca de nuevas cavidades y al mismo tiempo se ha monitorizado las cuevas surgentes de Caritat y Mans durante un periodo de un año.

Respecto a la aproximación al conocimiento del karst, hemos abordado el trabajo desde la aproximación espeleológica, es decir

analizando el endokarst, tanto las diferentes morfologías o sedimentos de las cuevas, así como sus ubicaciones y cotas sobre la surgencia principal (Freixes, 1993). Por otro lado, la aproximación hidrológica con el estudio de los puntos de descarga, mediante el enfoque sistémico propuesto desde la aproximación funcional, que permite tratar la información obtenida en las surgencias de modo interdisciplinar, analizando la hidrodinámica, hidroquímica e hidrogeotermia (Freixes, 2020; Mangin, 1975).

Respecto a los trabajos espeleológicos precedentes en este sector, se iniciaron en la década de 1960, mediante la exploración inicial por miembros del ARS del Centre Excursionista de Castelló del avenc Estret y font de la Caritat (Albella y Guallart, 1964). También el grupo espeleológico Vilanova y Piera (GEVYP) aporta la topografía de la cova del Mans, denominándola Río subterráneo de la amistad, (Pavía y Donat, 1962). Posteriormente, entre los años 1975 y 1980, el SIEP del Centre Excursionista Poblet publica diferentes artículos sobre estas cavidades (Talavera y Torla, 1978). Muchos otros grupos visitan estas cavidades del barranc de la Caritat. Años más tarde el Espeleo Club Castelló realiza una revisión del término municipal de Aín (Aragón, 2001), completando la información de las décadas precedentes y aportando alguna cavidad inédita. En nuestra revisión de

las cavidades de la zona, no nos ha sido posible explorar nuevas galerías, por lo que la aportación principal ha supuesto realizar las topografías, aportando detalles y aspectos antes no reflejados en ellas.

### 3. Contexto geográfico y geológico.

La zona objeto de estudio se ubica en la Sierra de Espadán, en su flanco norte y muy próxima al eje central de la sierra. El área comprendida en el sistema Aín – Artana suponía una extensión o impluvio de 22,7 km<sup>2</sup>, estando formado por el barranc d'Esllida y sus drenes tributarios. Uno de sus drenes de la cabecera es el barranc de la Caritat, que abarca 2,9 Km<sup>2</sup>, (figura 2) estando limitado al oeste por el collado de Ibola (797 m.) y el cerro Gordo (938 m.), al sur por las cumbres de Peña Blanca (971 m.) y el collado de Bellota (928 m.). Al este por el coll de Barres (754 m.) y el Pic Batalla (974 m.). En este pequeño espacio que forma la cabecera del barranc de la Caritat hasta la surgencia confluyen pequeños barrancos por su margen izquierda como el de l'Horteta y el del Juncaret. En la topografía vemos un desnivel máximo de unos 400 metros, con inclinadas laderas que



Figura 1: El barranc de la Caritat en crecida.

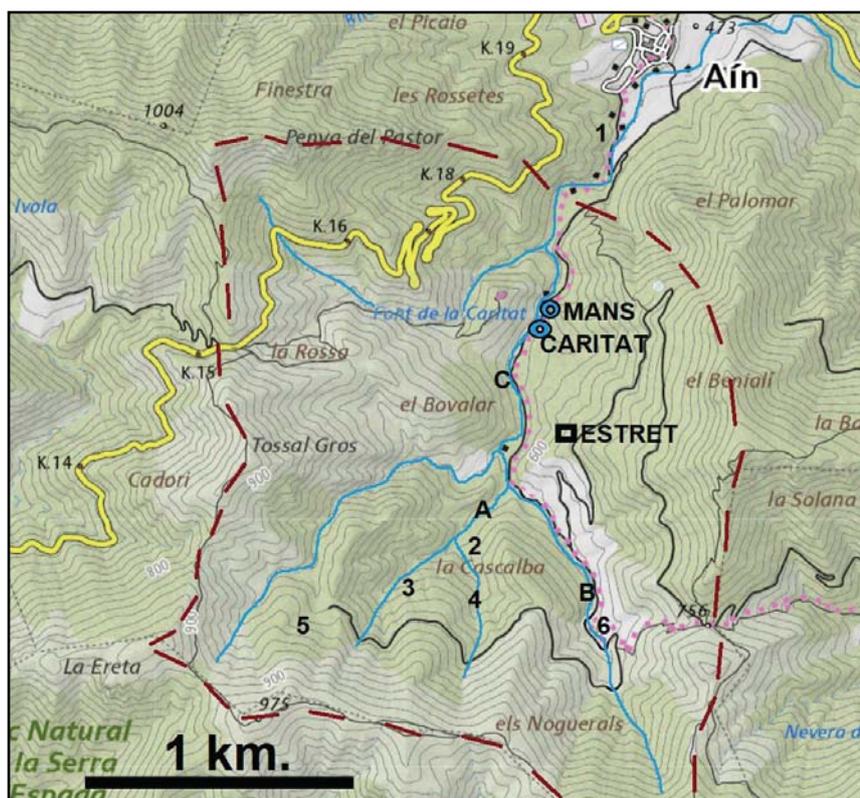


Figura 2: Mapa escala 1:10.000 de la cuenca del barranc de la Caritat con la ubicación de las principales cavidades, fuentes (de 1 a 6) y pérdidas (A, B y C).

pueden presentar una inclinación de 45°. El recorrido del dren principal tiene 2 kilómetros y un desnivel de 300 metros desde la parte alta hasta su paso por la surgencia (figura 4). Esta información nos muestra que nos encontramos ante una pequeña área de drenaje, constituyendo los pequeños barrancos de la cabecera aportes al sistema kárstico.

Las dolomías en las que drena el manantial de la Caritat forman parte del techo cabalgado de la falla inversa del Espadán, siendo su orientación casi este-oeste, mientras que el barranco que las corta desciende de sur a norte (figura 3). Por tanto, al norte de esta falla inversa encontramos un estrecho afloramiento de dolomía que, desde La Vilavella hasta las proximidades de Algimia de Almonacid, se prolonga con una longitud de 15 kilómetros y una anchura que en ocasiones no sobrepasa los 300 metros (IGME, 1972). Es en esta estrecha barra dolomítica ubicada en la parte central de la falla inversa del Espadán, que atraviesa desde el coll de Barres hacia el oeste, pasando por la font de la Caritat, subiendo hasta Ibola, pasando por debajo del pico Espadán y descendiendo hasta el manantial de la Calzada, donde se localiza la

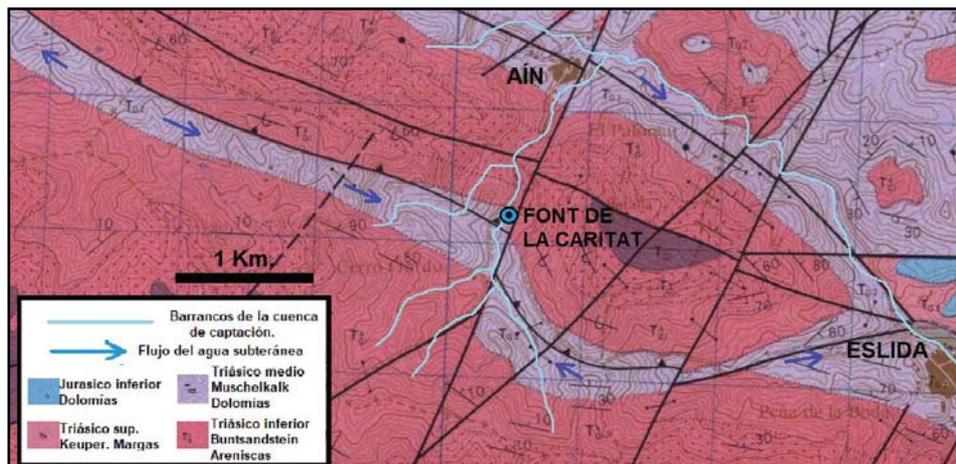


Figura 3: Mapa geológico escala 1: 50.000 (IGME, 1972), con la ubicación del afloramiento dolomítico relacionado con el sistema kárstico de la Font de la Caritat y direcciones de drenaje subterráneo.

se caracteriza por ser parte de su cuenca impermeable, con lo que recogerá aportes superficiales de estas rocas que se incorporan al acuífero kárstico mediante sumideros o pérdidas difusas (figura 4). Es por ello que gran parte de los sedimentos arrastrados al interior del sistema y que encontramos rellenando cavidades serán areniscas.

zona de influencia de este manantial kárstico.

niscas.

En esa estrecha franja aparecen dos zonas más deprimidas que se emplazan en el fondo de diferentes valles y ubicándose respectivamente en ambos un nivel base de circulación de las aguas. En la zona occidental más deprimida de este afloramiento kárstico, descargará por el manantial de la Calzada (cota 570 m.), mientras que el sector de Ibola, más oriental, lo hará por la Caritat (531 m.), siendo la zona de influencia con ésta de una longitud de unos 4 kilómetros y abarcando parte de la cabecera de la rambla de Almedíjar (Garay, 2000).

Respecto a la evolución y profundización del barranco de la Caritat, destacamos la presencia de terrazas elevadas entre 10 y 20 metros por encima del cauce actual, al igual que sedimentos similares en el interior de algunas cavidades, formando terrazas o pequeñas acumulaciones testigo por debajo de coladas desmanteladas. A pesar de no existir dataciones en esta zona, por similitud a otras terrazas y a la evolución general del Espadán, podríamos atribuir al Pleistoceno medio y superior, con intensos periodos de erosión con encajamiento fluvial alternando por otros de sedimentación (Garay, 2000).

Dentro de la cuenca, los materiales más predominantes son las areniscas del Buntsandstein, ubicadas en la cabecera quedando en un segundo plano los afloramientos dolomíticos (figura 3). Por tanto, nos encontramos ante un sistema de drenaje binario. Este

#### 4. Endokarst.

En este apartado nos centraremos en las cavidades, que podemos agruparlas en función de la presencia de agua, encontrando

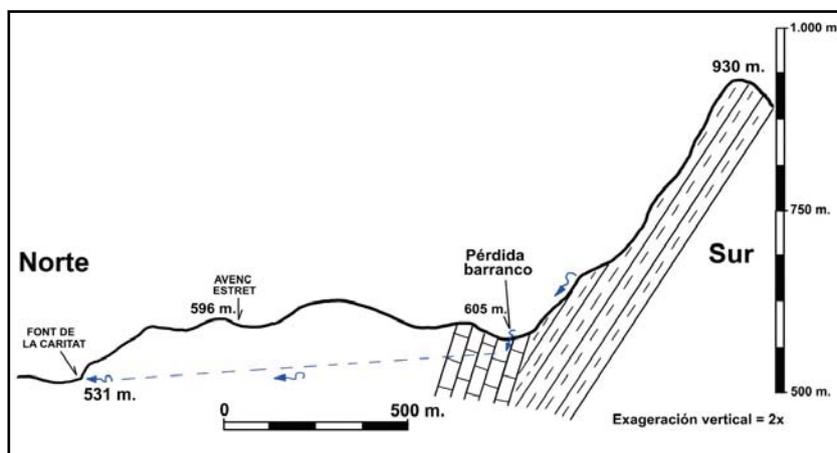


Figura 4: Perfil de la cuenca de captación con las pérdidas y la surgencia.

dos surgencias activas y por otro lado las cavidades fósiles o colgadas por encima de las surgencias (tabla 1) (figura 5). A su vez también podemos clasificar estas 7 cavidades en relación con la surgencia, siendo el Avenc Estret el sumidero relacionado con la Font de la Caritat y las cavidades del Molí de Dalt ubicadas por encima de la Cova de les Mans y en su zona de influencia. En la zona del Molí de Dalt, en las numerosas prospecciones por este

Cavidad	Cota	Rec.real	Desnivel	Activa	Fósil
Cova de les Mans	530	67	-6,2/+3,3	X	
Cova del Molí de Dalt	557	24	-7,5		X
Cova del Molí de Dalt-2	568	12	-7,5		X
Cova del Molí de Dalt-3	563	8	-1,5		X
Cova del Molí de Dalt-4	537	9	-3,4		X
Font de la Caritat	531	103	+4,8	X	
Avenc Estret / Benialí	596	157	-33,5		X

Tabla 1: Cavidades relacionadas con el sistema kárstico de la font de la Caritat.

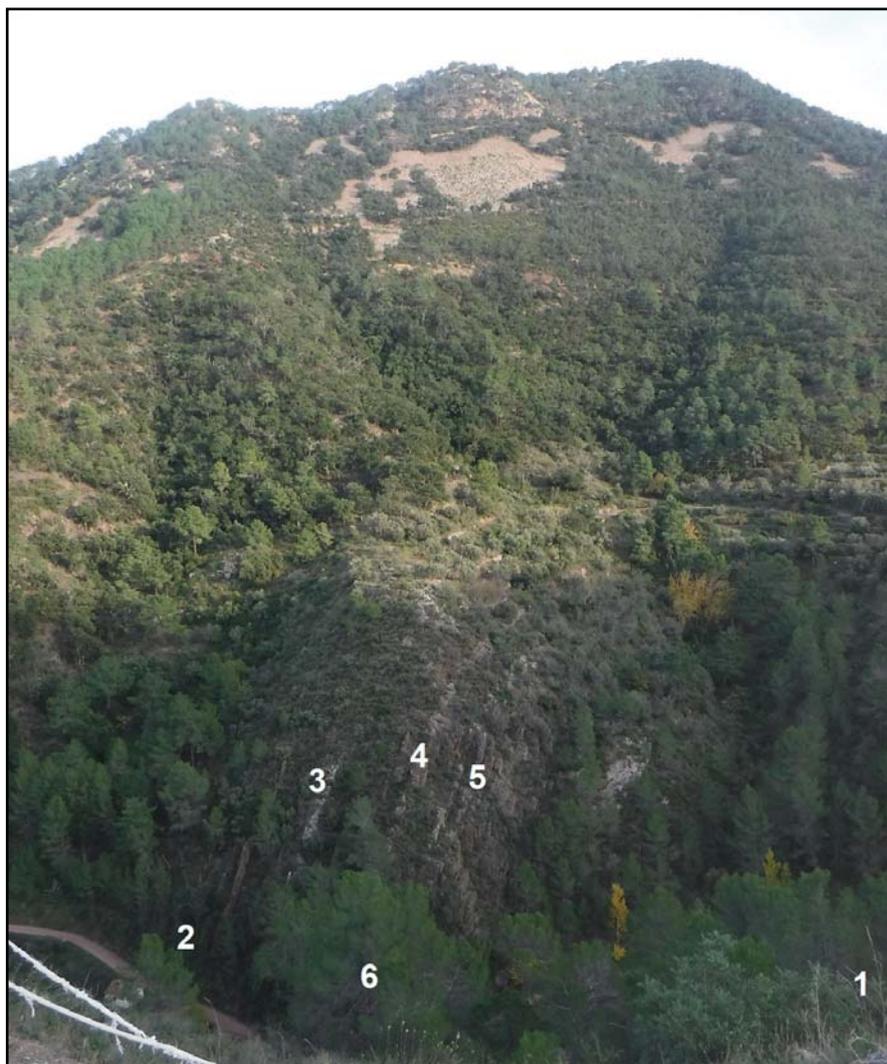


Figura 5: Ubicación de las cavidades, con el pico Batalla en la parte superior: 1.Font de la Caritat, 2.Cova de les Mans, 3.Cova del Molí de Dalt, 4.Avenc del Molí de Dalt-2, 5.Cova del Molí de Dalt-3 y 6.Cova del Molí de Dalt-4.

pequeño afloramiento, no nos ha sido posible identificar con claridad las cavidades catalogadas en la prospección de 1977, las B-1, 2 y 3 (Talabera y Torla, 1978). Creemos que la B-1 y

dirección principal noroeste-sureste (325-145° NM.), que condiciona el resto de las galerías y que es perpendicular al buzamiento de los estratos. En el exterior y 8 metros al noreste

B-2 se trata de una pequeña covacha de 2 metros y una grieta ubicada por encima, que se sitúan 20 metros al sureste de la Cova del Molí de Dalt-3. Respecto a la Cova B-3 podría tratarse del Avenc del Molí de Dalt-2, aunque las topografías difieren en aspectos esenciales. Además, también han sido localizadas otras dos covachas de escasa entidad con relleños sedimentarios no inventariadas aquí.

**El Avenc Estret o de Benialí**, se ubica en el margen derecho del Barranc de la Caritat, elevado 47 metros sobre su lecho y a una distancia en planta de 95 metros. Su entrada se abre cerca de una pequeña vaguada, a su izquierda en sentido ascendente (figura 8). En esta zona encontramos zonas abancaladas, actualmente abandonadas.

Accedemos por una estrecha entrada de 2 x 0,3 metros (figura 6) abierta entre dos planos de estratificación, que buzán 74°. Este pozo de acceso de 8,5 metros, a mitad de su descenso se amplía (sección A), alcanzando su base la parte superior de un cono de derrubios que forma la sala principal de la cavidad. Esta sala, con unas dimensiones de 26 x 14 x 8 metros, presenta un desnivel de 10 metros y se genera en una

de la boca aparece otra abertura que también incide sobre el techo de la sala, pero resulta totalmente impenetrable. En la mitad noroeste de la sala encontramos una acumulación de grandes bloques, por donde podemos acceder a un nivel inferior. Entre los bloques, una corta galería avanza hacia el noreste, finalizando a los 8 metros, en la cota -22,2 metros. También entre los bloques se desciende fácilmente a una pequeña estancia, donde destaca la presencia de un hueso concrecionado. De esta parte un resalte de 7 metros que nos conduce al nivel inferior. La zona inferior forma un espacio de 10 x 3 metros, encontrando el desnivel máximo a -33,5 metros, en una zona con el suelo ocupado por sedimento fino. Esta planta inferior tiene otros puntos de acceso aparte del mencionado, ubicados estos por debajo de los bloques de la sala principal. Este nivel inferior se genera sobre la misma diaclasa también presente en el nivel superior.

En el extremo oeste de la sala y en esta parte inferior, donde hallamos la acumulación de bloques, aparece un tabique de roca que separa esta sala principal de otra menor, quedando una ventana que las comunica. Aquí mediante un corto pasaje lateral a la ventana nos lleva a un pozo de 8 metros que nos deja en la cota -24,5 metros. La base del pozo queda en la parte baja de la sala que posee una longitud de 17 metros (figura 7). Está formada por una potente colada, por la que ascendemos hasta alcanzar su parte superior (cota -16,0) con una anchura que oscila entre 3,5 y 6 metros y una altura que varía de 7 a 12 metros (secciones C y D). En la parte superior de esta sala y en su zona sur encontramos una fractura inclinada por la que se pueden ascender hasta 8 metros, donde se vuelve impenetrable, quedando muy cerca de la sala principal. La parte inferior de esta sala también queda muy cerca de la planta inferior antes descrita, aunque sin

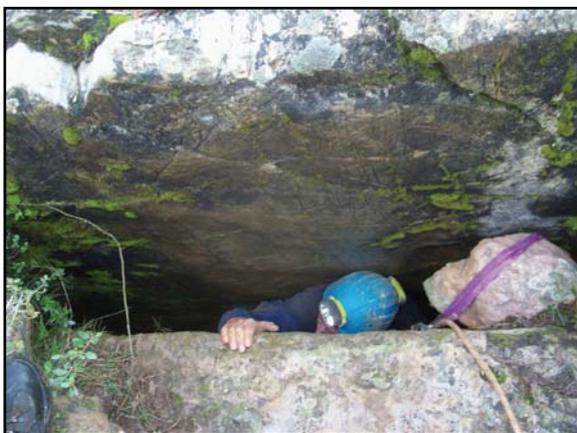


Figura 6: Boca del avenc Estret.

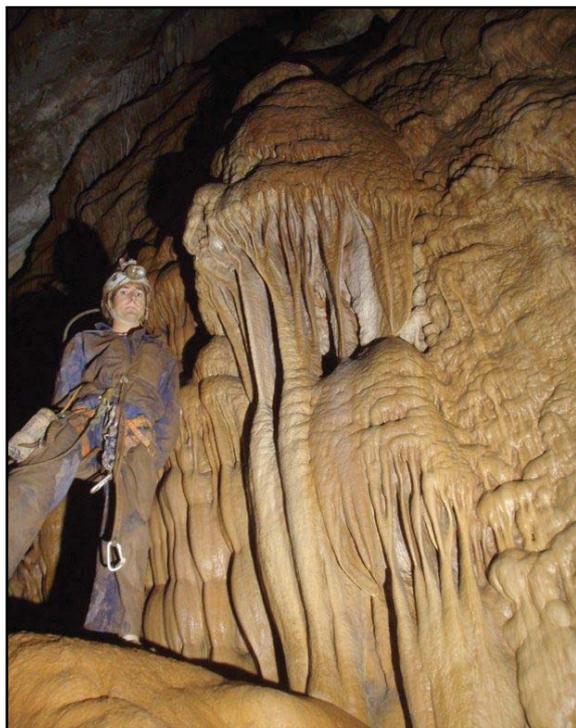


Figura 7: Colada en la sala inferior del avenc Estret

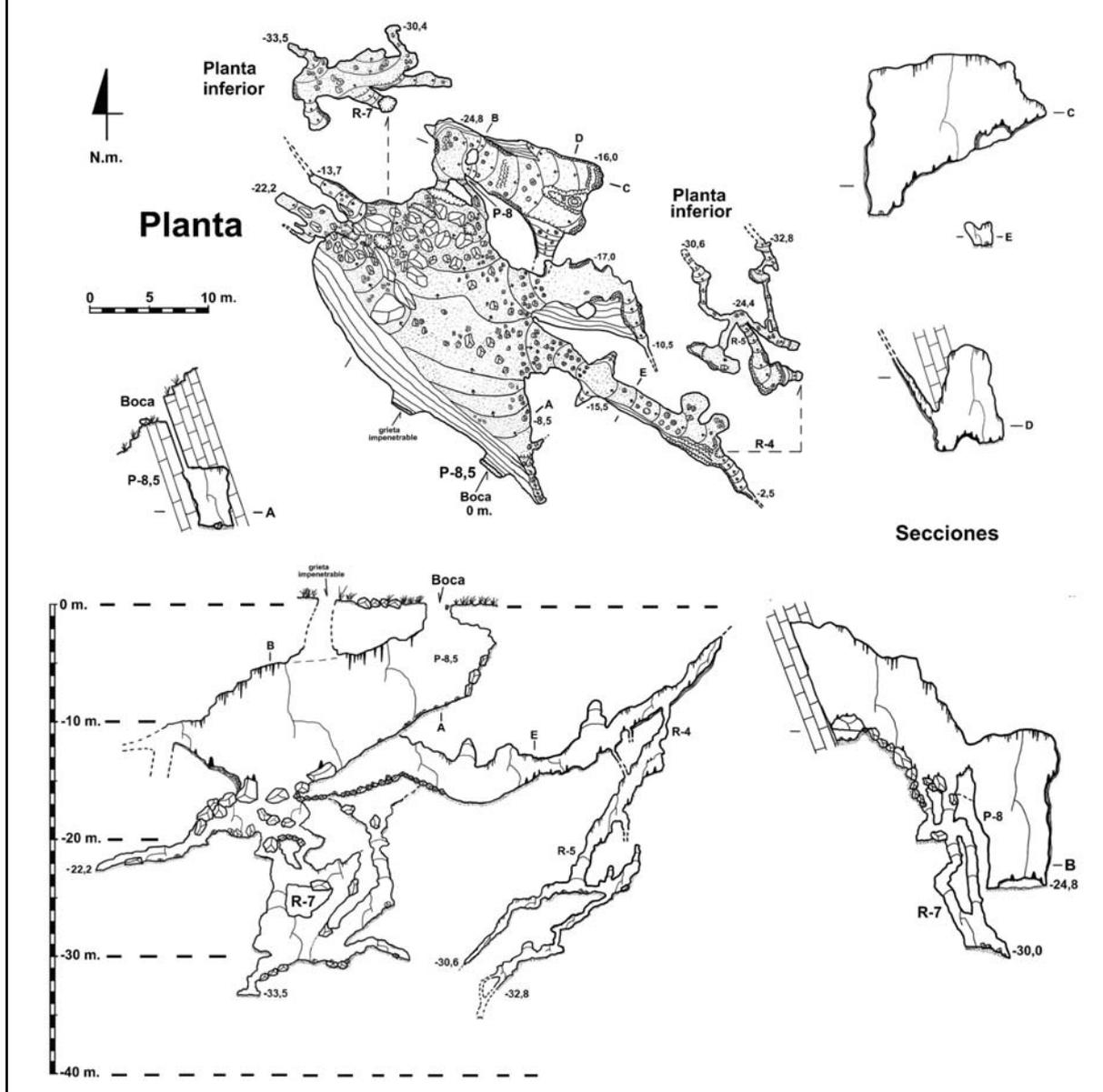
comunicar, tal como se aprecia en la sección B de la topografía.

Volviendo a la sala principal, en su extremo este aparecen dos continuaciones, también generadas a favor de la dirección principal. La ubicada más abajo, forma una zona llana en la cota -17 metros, con una corta continuación ascendente. La entrada a la otra galería, ubicada un poco más arriba contiene formas de disolución, siendo en su inicio descendente y posteriormente ascendente, donde aparecen coladas y espeleotemas y pequeños nichos laterales. En su último tramo ascendente se va estrechando, alcanzando la cota -2,5 metros. Antes de este tramo final y en una colada, encontramos el acceso a otro nivel inferior, mediante un estrecho resalte de 4 metros. Éste es seguido por una rampa y otro resalte de 5 metros, llegando a la cota -24,4 metros. En esta planta inferior de reducidas dimensiones y pasos estrechos aparecen 3 posibles continuaciones, y aquí ya se empieza a ver sedimentos formados por cantos de arenisca, tan típicos de los sumideros y cavidades del Espadán.

Hacia el sur, tras avanzar 3 metros descendemos a una pequeña estancia de 4 x 2 metros. Hacia el oeste una estrecha galería de 10 metros y generada a favor de los planos de estratificación, alcanza la cota -30,6 me-

# AVENC ESTRET / AVENC DE BENIALÍ (Aín)

Topografía: J.Almela y L.Almela (ECC) - Enero 2022



tros, siendo su último tramo impenetrable, tapando una colada el paso de esta corta continuación. La tercera opción de esta planta inferior es hacia el este, donde tras 5 metros, alcanzamos una estrecha gatera descendente, también formada a favor de los planos de estratificación. Tras 15 metros de recorrido pasando estrechas secciones, alcanzamos un paso descendente impenetrable, donde se intuye la continuación. Este punto alcanza la cota -32,8 metros, siendo el desnivel sondeado 3 metros más.

El Avenc Estret es la cavidad más

apartada del conjunto ahora descrito, pero su relación con el acuífero drenado por la Font de la Caritat es innegable. La distancia lineal entre esta cavidad y la surgencia es de 363 metros, con un desnivel entre ambas entradas de 63 metros, y la distancia entre la cota de máximo desnivel de la cavidad y el nivel base marcado por la surgencia es de 30 metros, mientras que el desnivel con respecto al Barranc de la Caritat es de 14 metros (figuras 12 y 13). Esto nos indica el desnivel para alcanzar una hipotética zona de circulación, detenida de momento ante pasos impenetrables.

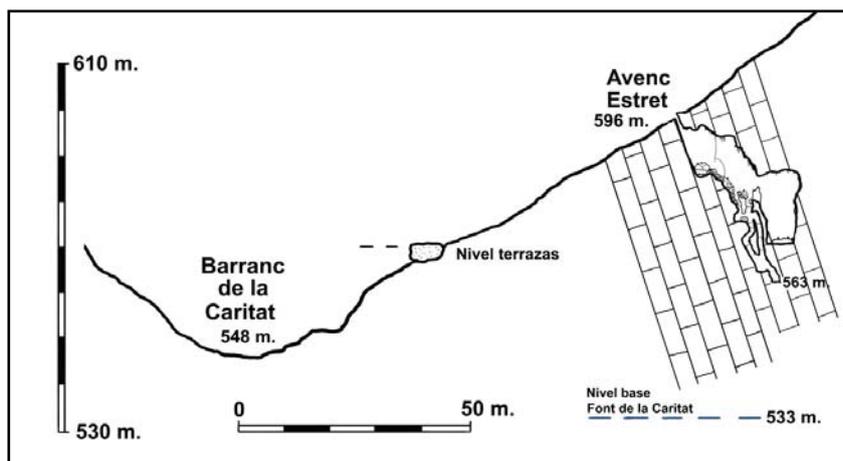


Figura 8: Perfil del Barranc de la Caritat sobre el Avenc Estret.

En esta cavidad encontramos diferentes procesos, destacando en orden de importancia los de disolución, sedimentarios, litoquímicos y clásticos. Los procesos de disolución están muy marcados en las salas superiores, con cúpulas, nichos en las paredes, estando menos desarrollados en las zonas de máxima profundidad, donde las diferentes discontinuidades apenas han sido ampliadas. Respecto a los rellenos sedimentarios, destacan a partir de la cota -20 metros los cantos de arenisca, que en algunos puntos quedan consolidados a la roca madre, mostrando una fase de relleno en la cavidad. También aparecen sedimentos finos en las cotas inferiores, producto de una deposición más lenta, siendo más húmedos en la parte sureste y más secos en el fondo de la zona noroeste. Los rellenos litoquímicos están formados por coladas, estalactitas, estalagmitas, gours, pisolitas y excéntricas, siendo más frecuentes en la parte superior de la cavidad.

La **Font de la Caritat** se ubica en el margen derecho del barranco del mismo nombre, en el fondo de un pequeño hundimiento ubicado al lado del camino, a 2 metros por debajo del cauce del barranco y a tan solo 8 metros de este. Su entrada de 2,6 x 3,5 metros está cerrada con un muro y una puerta (figura 9), pues parte de sus aguas son canalizadas para abastecer a la población, saliendo las sobrantes por su boca y canalizadas por una acequia que cruzan el camino por debajo, y salen a la luz 60 metros más abajo, al lado del camino. En este punto los estratos muestran un buzamiento de 35° sureste, al igual que en el interior de la cavidad, estando estos materiales en contacto mecánico con los materiales arcillosos y areniscos del Buntsandstein (Morell, 1992).

Tras el muro encontramos un porche de entrada de 6 x 4 x 2,5 metros, con dos cortos ramales ascendentes en su lateral izquier-

do, alcanzando el primero de ellos la cota +4,8 metros (sección A). Remontando por donde viene el agua aparece un paso de techo bajo, quedando unos pocos centímetros de aire para pasar a la que sigue una zona más ancha, donde dos diaclasas cortan perpendicularmente a la dirección principal de la galería, formando un ensanchamiento (sección B). Pocos metros después aparece otro paso de techo bajo que precede a un pequeño sifón de 1 metro de

longitud. Detrás del sifón alcanzamos una estrecha diaclasa, que hacia el oeste finaliza a los 3 metros y hacia el este realiza un brusco giro de 150° llegando a una zona más ancha donde aparece una bifurcación.

Hacia el este encontramos un aporte de agua, con una galería de 12 metros generada a expensas de un plano de estratificación (secciones F y G), que finaliza por estrechez, visualizando en este punto 4 metros más de recorrido, aunque de reducida sección. Este punto se ubica en la cota +0,5 metros. El caudal que viene de esta galería será aproximadamente una tercera parte del caudal total de la surgencia.

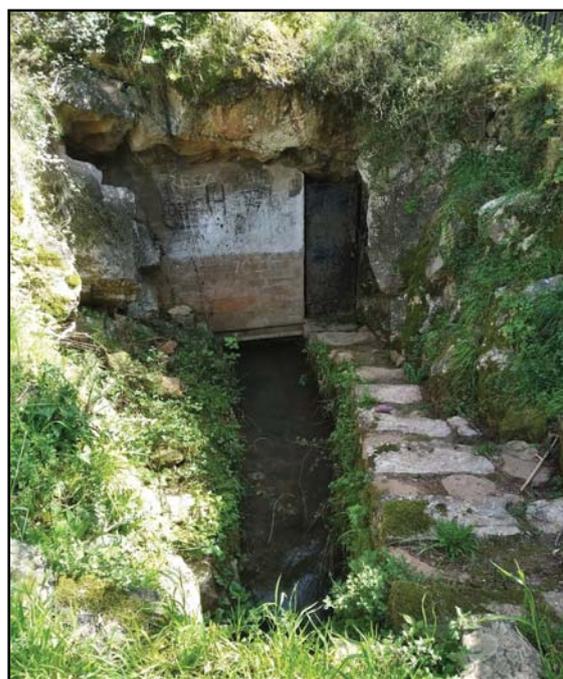
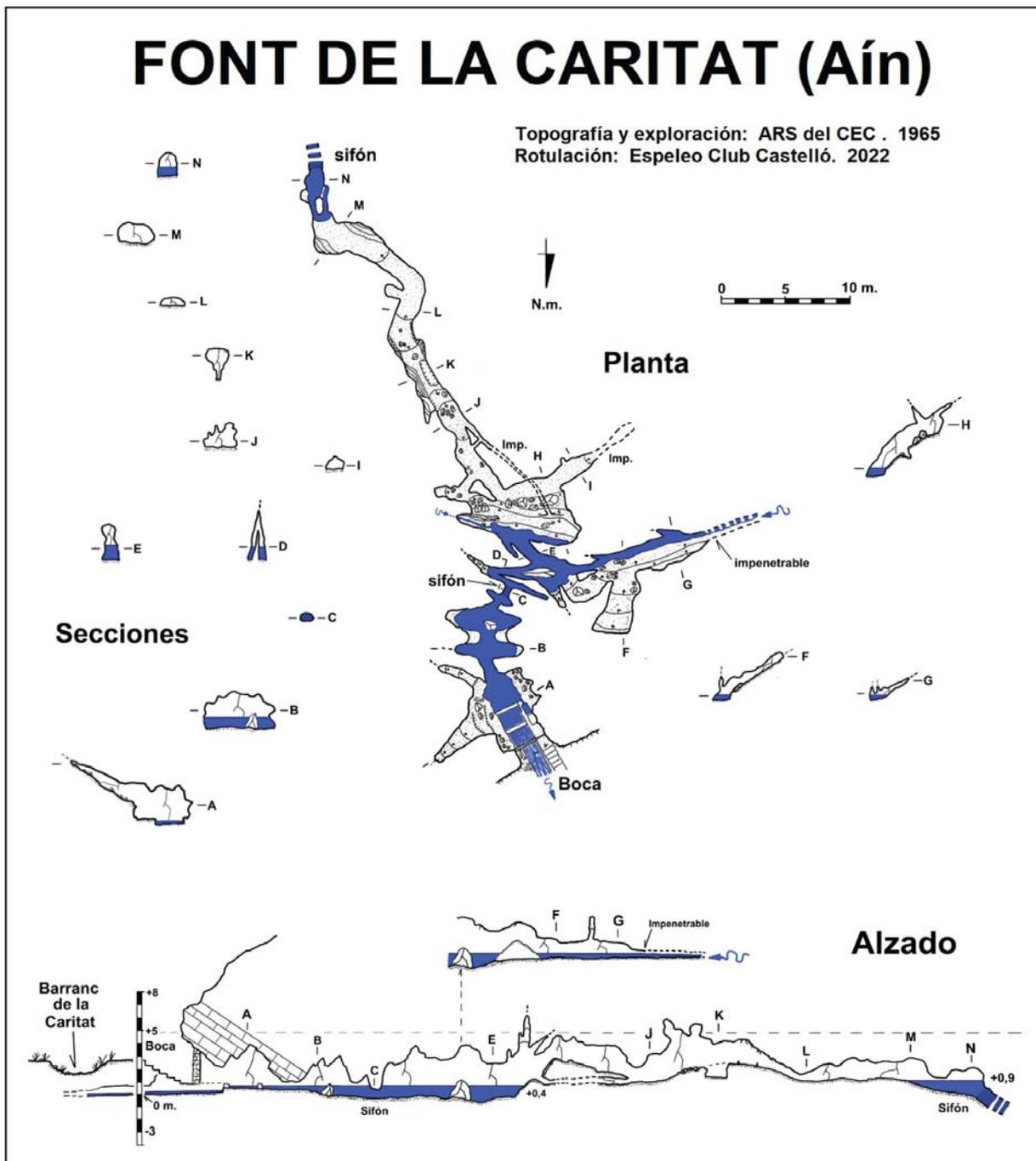


Figura 9: Entrada a la Font de la Caritat.

# FONT DE LA CARITAT (Aín)

Topografía y exploración: ARS del CEC . 1965  
 Rotulación: Espeleo Club Castelló. 2022



Volviendo a la bifurcación, avanzamos por un tramo inundado llegando a una pequeña estancia de 8 x 4 metros y con el techo inclinado siguiendo el buzamiento, al igual que una corta rampa de roca donde encontramos diferentes marcas de disolución. En el lateral este aparece un pequeño aporte de escaso caudal, ubicado en la cota +0,6 metros. En la parte superior de esta estancia, hacia el noroeste encontramos una galería de 4 metros que finaliza por una obstrucción de barro, intuyendo una estrecha continuación. De esta parte superior,

también sale por un pequeño cortocircuito de donde parte una galería seca que toma un dirección general sur-sureste. Esta galería de 28 metros de recorrido finaliza en un sifón, donde no hay circulación de agua, ubicado en la cota +0,9 metros. En su tramo inicial destaca una zona con cantos de arenisca centímetros. Tras un tramo ascendente y un pequeño desfondado encontramos una zona con estalactitas y estalagmitas. Después el techo baja, siendo el suelo de arena hasta alcanzar dicho

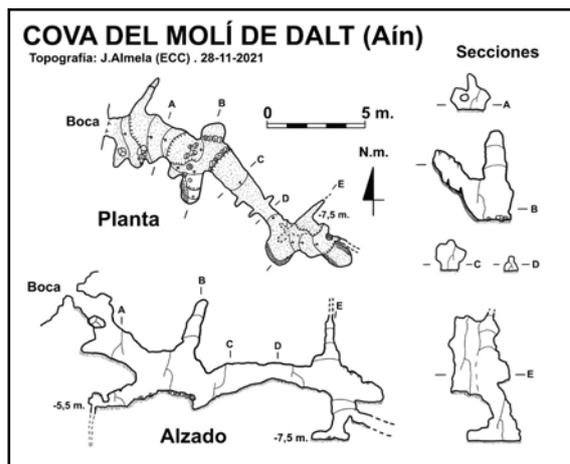
sifón. Para alcanzarlo podemos pasar por dos puntos estrechos que nos sitúan en una estancia de 2,3 x 1,4 metros donde se ubica el sifón, que fue forzado en sus primeros metros por miembros del ARS del CEC en 1964, comprobando que descendía y se estrechaba (Albella y Guallart, 1964).

**Cova del Molí de Dalt.** Su entrada se eleva 37 metros por encima del barranco. La boca de 0,8 x 0,4 metros se abre en un afloramiento de roca donde los estratos buzan casi verticales (figura 9). Tras una corta rampa y un resalte de 2 metros, accedemos a una galería de 14 metros dirección sureste. En un primer tramo de la galería es descendente y en contra-dirección aparece una gatera que finaliza en una diaclasa impenetrable en la cota -5,5 metros. Siguiendo la dirección principal, tras atravesar un estrechamiento alcanzamos la zona final con una cúpula y un pequeño resalte que alcanza la cota de -7,5 metros. En esta zona final se han localizado arañazos de oso (Mira, 2021).

**Avenc del Molí de Dalt-2.** Se ubica justo por debajo de un pequeño cortado que mira hacia la Font de la Caritat, casi en la parte superior de la cresta y a 28 metros de la anterior cavidad. Un pequeño almez señala su ubicación. Su entrada de 0,8 x 0,5 metros (figura 11), da paso a un corto tramo horizontal al que sigue un conducto inclinado de 5 metros que finaliza en un inclinado cono de derrubios formando un espacio de 3 x 1,5 metros, donde finaliza la cavidad. En el tramo inicial del conducto descendente se aprecian pequeños guijarros de arenisca y arenas ubicados por debajo de una colada, testimonio de un relleno sedimentario de la cavidad.



Figura 10: Boca de la cova del molí de Dalt.

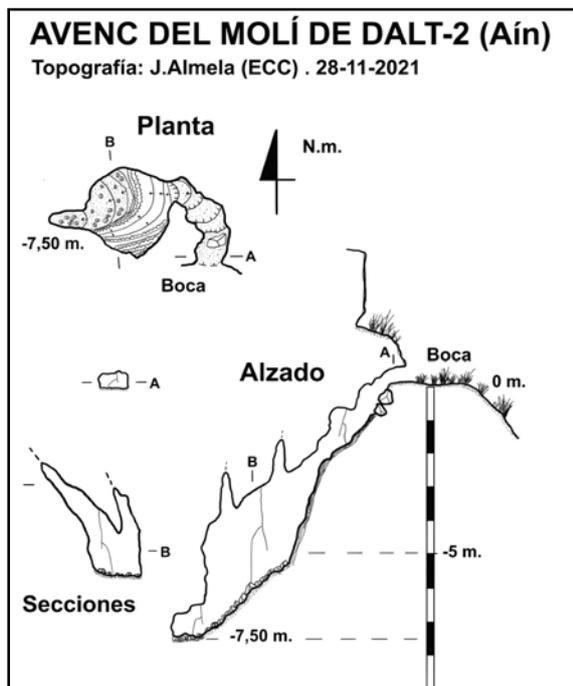


**Cova del Molí de Dalt-3.** Se ubica en la misma canal donde se abre la cavidad número 2, pero más abajo y a 12 metros de distancia, en un pequeño cortado que mira hacia el camino. Su entrada de 0,6 x 0,5 metros da paso a una pequeña galería de 7 metros, que alcanza una pequeña diaclasa que corta transversalmente a la galería y se encuentra muy concrecionada, tapando la continuación. Desde este punto se aprecia una galería impenetrable. Las secciones de su topografía muestran formas de disolución, donde también aparecen restos de sedimentos sobre algunas concreciones fósiles.

**Cova del Molí de Dalt-4.** Ubicada a 25 metros al suroeste de la cova de les Mans, y a unos 10 metros sobre el camino, en el extremo de un bancal. Su estrecha boca fruto de una desobstrucción, presenta unas dimensiones de 0,6 x 0,3 metros. Tras ella una corta rampa nos sitúa en una pequeña estancia de 5 metros de recorrido. Entre unos bloques se puede descender a otro pequeño nivel inferior de 3 metros y con una continuación impenetrable. Se trata de una pequeña fracturación con dos direcciones predominantes; norte-sur y noroeste. En ella aparece algún relleno sedi-

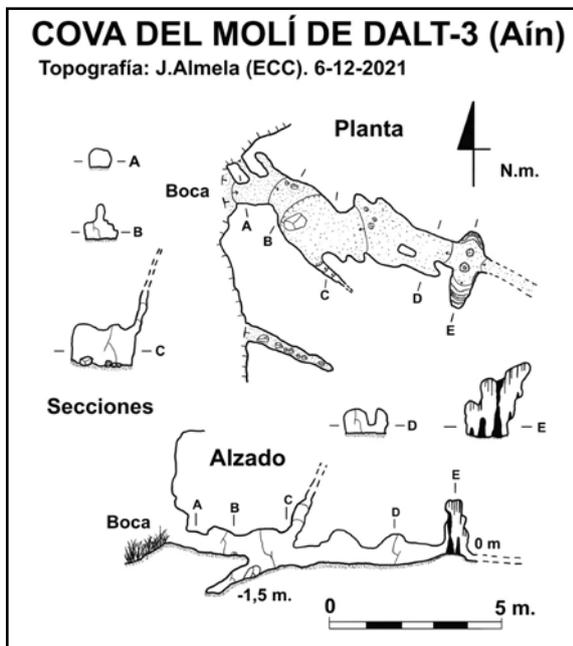


Figura 11: Boca del avenc del molí de Dalt-2.



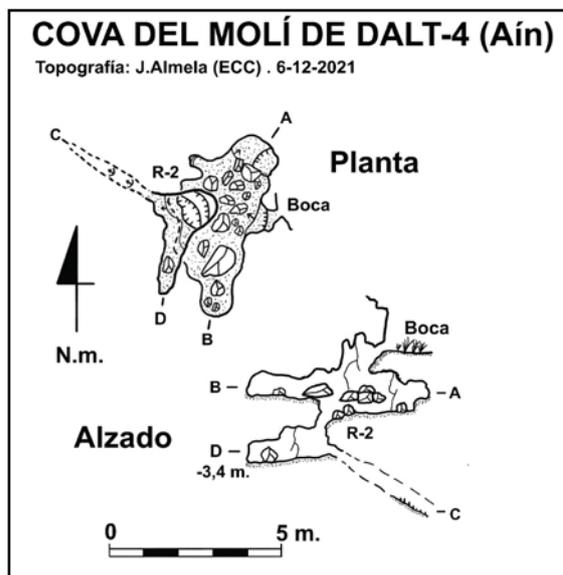
mentario, así como formas de disolución en la estancia superior.

**Cova de les Mans.** Se ubica enfrente del Molí de Dalt o de la Guinza, en el margen

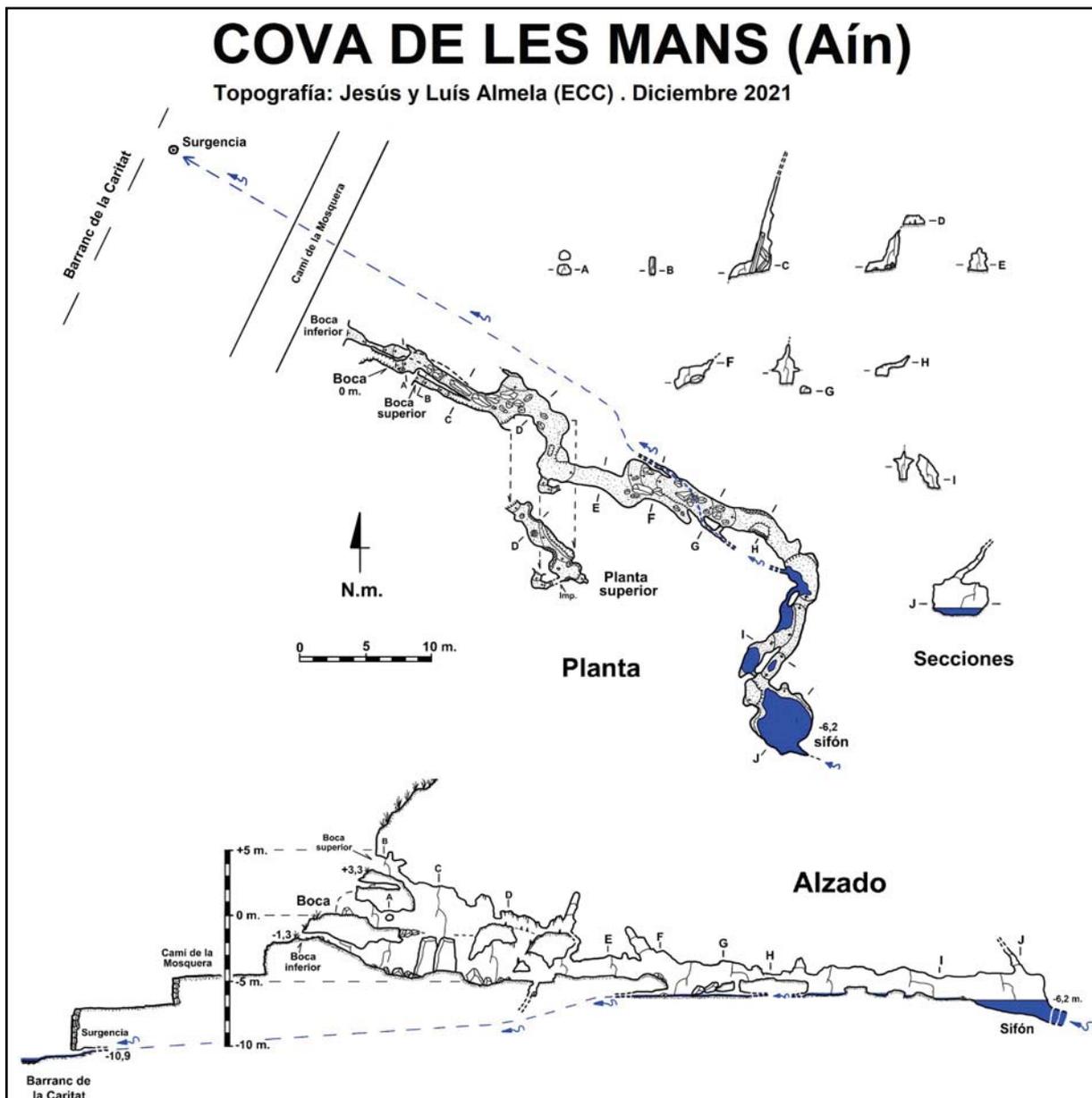


derecho del Barranc de la Caritat y elevada sobre su cauce 10 metros. Su boca se abre a una distancia lineal de 117 metros de la Font de la Caritat, con un desnivel entre bocas de 0,5 metros. Debe su nombre a unas coladas situadas cerca de la entrada, que fueron des-

trozadas hace años. La cavidad se emplaza a escasos 5 metros por encima del camino, presentando tres bocas, siendo la inferior y superior más dificultosas para acceder, por lo que tomaremos como cota 0 la boca intermedia. Esta entrada se desarrolla a expensas de dos estratos, que en esta zona presentan un buzamiento de 77º noreste, presentando unas dimensiones de 0,6 x 1,0 metros. Tras un corto escalón y avanzar 3 metros horizontales aparece un desfondado, con una planta inferior ubicada 4 metros por debajo. En este punto



hacia arriba podemos ascender hacia la boca superior, ubicada en la cota +3,3 metros. Si en lugar de bajar el desfonde seguimos recto, accedemos a una corta planta superior de 6 metros, que finaliza en una pequeña cúpula y un paso impenetrable que comunica con la planta inferior. Si descendemos el desfonde, hacia el oeste avanzamos entre dos grandes lajas y tras 10 metros alcanzamos una estrechez que nos conduce a la boca inferior, en la cota -1,3 metros. Si desde las lajas, nos adentramos por la galería, esta toma una dirección principal este-sureste (120º N.M.), con algunos cortos giros de 90º (figura 14). Tras avanzar 15 metros y tras descender una corta rampa llegamos a un tramo de pequeño colector, que en estiaje suele secarse. aquí el agua viene por un conducto impenetrable y unos metros después se pierde por otro estrecho conducto que infranqueable, para aparecer por la surgencia. Desde este tramo de cauce la galería vuelve a ascender, atravesando un paso de techo bajo y un corto resalte que nos deja en un tramo de galería con pequeños charcos por donde circula el colector. En este punto la galería realiza un giro de 90º hacia el



sureste, durante 10 metros hasta alcanzar la estancia final, ocupada por un lago que forma el sifón terminal. Esta estancia presenta unas dimensiones de 5,0 x 4,2 x 2 metros, existiendo en su parte central una chimenea que se hace impenetrable. El nivel del sifón se ubica en la cota -6,2 metros, no habiendo sido explorado con medios de espeleobuceo hasta el momento. Las aguas del pequeño colector que atraviesa algunos tramos de la galería principal aparecen por la surgencia, enfrente del Molí de Dalt, por un conducto ubicado debajo de la pared de un bancal, 10,9 metros por debajo de la boca.

Como conclusión sobre el endokarst, destacaremos varios aspectos referentes a la

génesis y evolución. En primer lugar, referente a las direcciones de desarrollo de las cavidades, notamos un patrón general noroeste-sureste, estando marcada en todas las cavidades exceptuando a la Font de la Caritat, por la dirección del buzamiento de los estratos, siendo perpendiculares. También notamos una diferencia de 30° en las direcciones generales de las cuevas del sector de les Mans y las de Caritat y Estret.

En segundo lugar, sobre las cotas donde se instalan las cavidades, los conductos de Mans y Caritat, como niveles base se ubican a una cota diferente, quedando las galerías de la Font de la Caritat 6 metros más

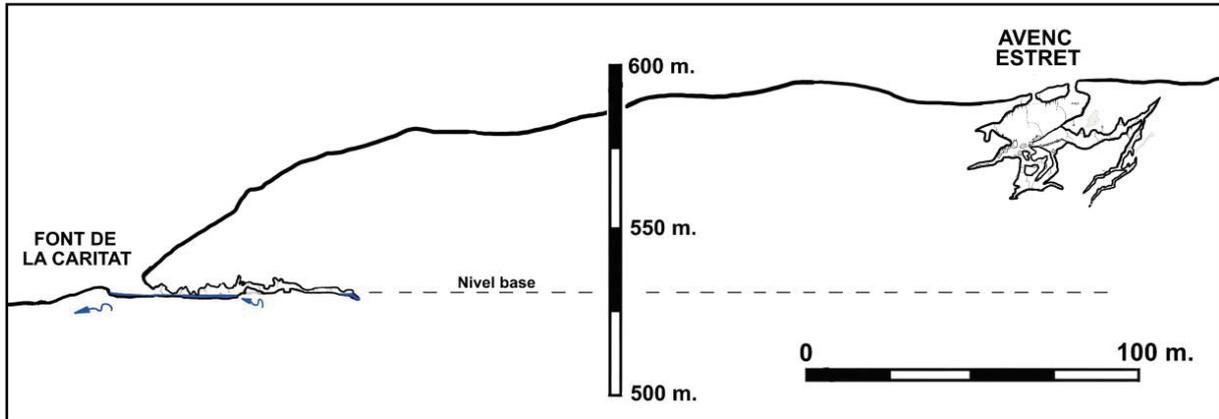


Figura 12: Perfil de la Font de la Caritat y del Avenc Estret, con sus respectivas cotas.

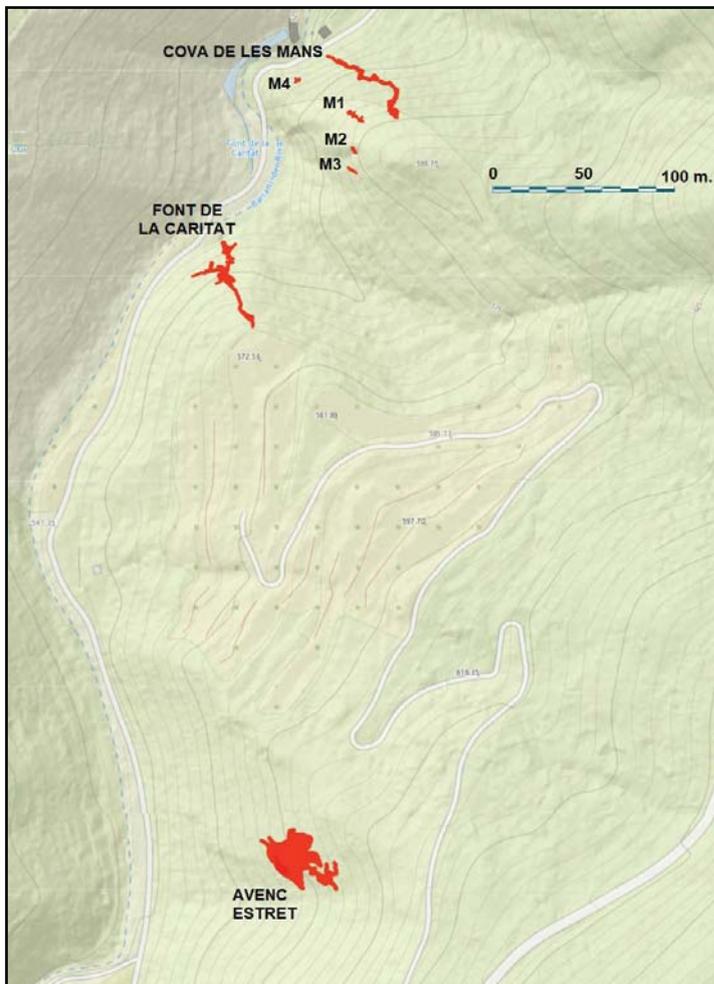


Figura 13: Ubicación de las cuevas sobre el Barranco

elevadas. Respecto a los sifones finales de ambas cavidades, el de Mans queda en la cota 524 metros, estando el de Caritat a 533 metros, y el aporte principal de ésta +0,4 metros sobre la boca. Parece evidente que ambas surgencias tendrían relación en un pasado, pero creemos que actualmente están desconectadas,

estableciéndose el nivel base principal en la Font de la Caritat y siendo la Cova de les Mans una forma activa testimonial o residual tal como detallaremos en el apartado de hidrología. La Cova de les Mans parece ser una estructura más evolucionada y posiblemente exista una captura por parte de la Font de la Caritat, funcionando en la actualidad como dos sistemas diferentes. A pesar de ello, paradójicamente Mans se encuentra a una cota más baja que Caritat.

Sobre las cavidades colgadas que forman diferentes niveles fósiles, tanto en la zona del Molí de Dalt como en Estet, se elevan entre 20 y 40 metros por encima de la surgencia. En ambos casos estas cavidades colgadas creemos que se tratan de sumideros colgados (figuras 12 y 15).

Respecto a las morfologías y secciones de sus galerías, nos encontramos ante conductos modestos, si los comparamos con otras cavidades de la sierra de Espadán, pues apenas superan sus secciones los 3 m<sup>2</sup> hecho que pudiéramos atribuir, entre otros factores, a la pequeña cuenca de captación de aguas y a la escasa evolución de sus conductos. En ambas cavidades aparecen formas a presión y vadosas, tratándose de formas juveniles, poco desarrolladas (Talavera y Torla, 1978). Nos

encontramos con cavidades formadas a lo largo del Cuaternario, a diferencia de otras cavidades del Espadán mucho más evolucionadas que tienen sus fases iniciales en el Plioceno.

Finalmente, los diferentes proce-

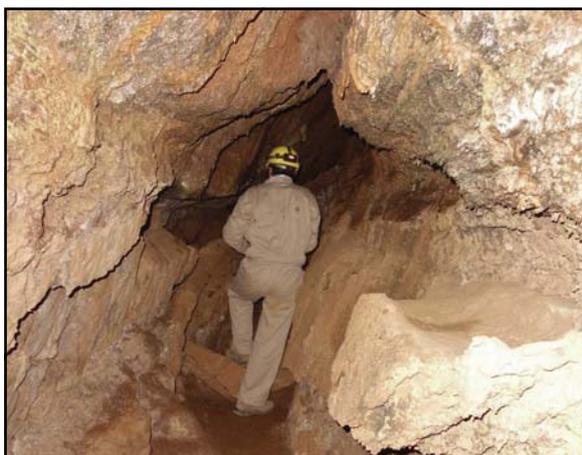


Figura 14: Galería de la Cova de les Mans

Los que se han sucedido en su evolución son los sedimentarios y procesos reconstructivos. En los procesos sedimentarios de ambas cavidades notamos como en Caritat aparecen gravas y cantos junto con arenas y limos, mientras que en Mans solamente aparecen limos y arcillas.

En las cavidades colgadas, destaca la sala y niveles superiores del Avenc Estret, con numerosas formas vadósas bien desarrolladas, mientras que en su nivel inferior dan paso a conductos poco desarrollados. Otro tanto ocurre en las cavidades del Molí de Dalt, de escaso desarrollo y totalmente desconectadas de la galería activa, pero con restos de sedimentos de otras fases evolutivas (figura 16).

### 5. Hidrología subterránea.

En este apartado describiremos los diferentes fenómenos que participan en el drenaje subterráneo de la zona, como son las diferentes fuentes ubicadas en roca arenisca, las pérdidas de los barrancos que captan estas aguas al alcanzar los afloramientos dolo-míticos y finalmente las surgencias kársticas de Caritat y Mans, que analizaremos sus diferentes parámetros con más detalle.

**5.1. Inventario de surgencias y pérdidas.** Las surgencias y pérdidas son de gran interés para conocer la respuesta del drenaje y naturaleza de las aguas, además en el caso que nos ocupa, al tratarse de un sistema binario cobra mayor interés. En primer lugar, las fuentes o manantiales ubicados dentro de la cuenca manan todos de las arenis-



Figura 15: Sedimentos en el Avenc M 2

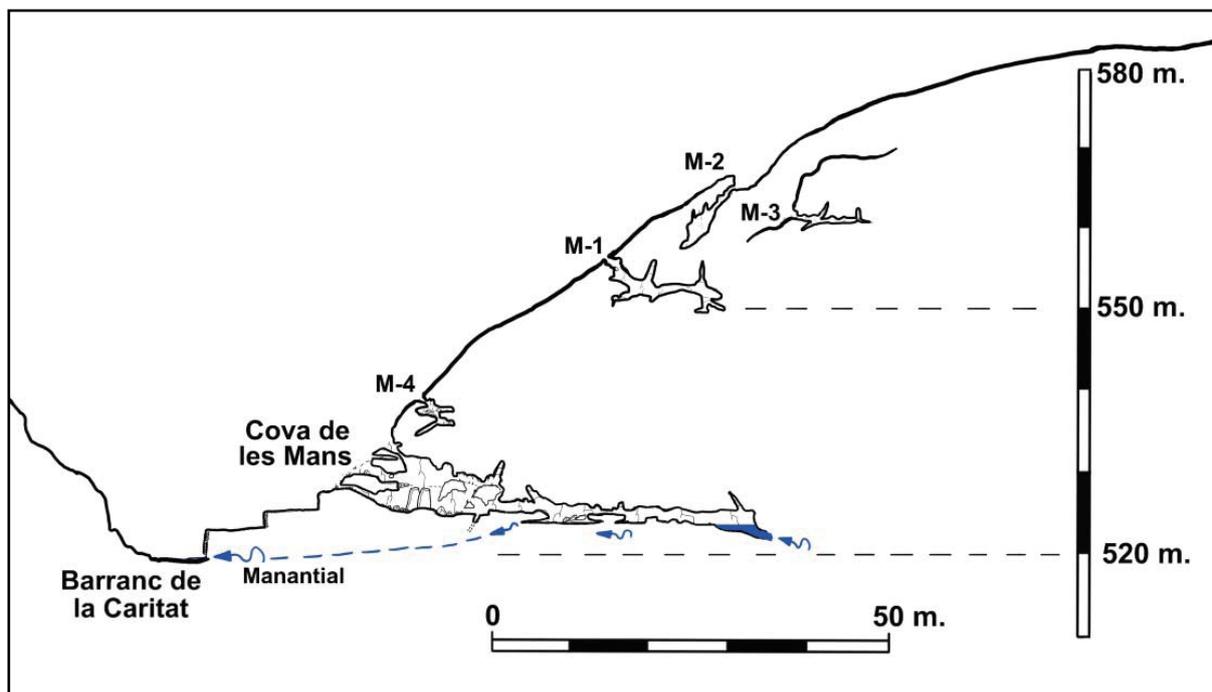


Figura 16: Perfil de las cavidades próximas a la cova de les Mans.

Fuente	Cota	Caudal (l/s)	Temperatura (°C)	Conductividad (µS/cm)
1. Font de l'Avellanar	495	0,1	12,1	454
2. Font de la Mina	615	0,7	16,3	152
3. Font del Juncaret	645	0,5	15,4	138
4. Font del barranc del Roig	623	3,0	17,0	150
5. Font de l'Ereta	783	0,1	15,3	72
6. Font dels Noguerales	610	0,7	16,7	307

Tabla 2: Inventario de las fuentes del Barranc de la Caritat (Agosto 2022)

Pérdida	Cota	Barranco
A. Pérdida Bassa del Barber	575	Juncaret
B. Pérdida Noguerales	605	Caritat
C. Pérdida Caritat (Temporal)	548	Caritat

Tabla 3: Inventario de las pérdidas.

cas, exceptuando las dos cavidades activas estudiadas. Se ubican todos, exceptuando la Font de l'Avellanar, aguas arriba de las cavidades y entre las cotas 610 y 800 metros. Una muestra de que son drenadas por las areniscas es su baja conductividad, diferenciándose fácilmente de los drenados por dolomías. El caudal total de las fuentes de la cabecera en estiaje alcanza los 5 l/s, infiltrándose estas unos metros más abajo, en pequeñas pérdidas ubicadas en el lecho de los barrancos y coincidiendo con el contacto entre areniscas y dolomías.

Antiguamente, para un mejor aprovechamiento de las aguas, antes de estas pérdidas se construyeron azudes, acequias y balsas, impidiéndose que se infiltrara todo su caudal destinado para el riego de huertas. Actualmente, las diferentes estructuras hidráulicas están es desuso, infiltrándose todo el caudal de los manantiales por las pérdidas o sumideros difusos.

Las pérdidas localizadas se ubican en el mismo lecho de los diferentes barrancos y están compuestos por cantos de arenisca, que tapizan el afloramiento dolomítico. La ubicada en la Bassa del Barber recoge el caudal de las fuentes del Avellanar, Mina y Barranc del Roig, mientras que la de Noguerales, el agua procedente de la fuente del mismo nombre. Aguas abajo, en el tramo ubicado entre el Avenc Estret y la Font de la Caritat también encontramos pérdidas difusas que se aprecian unos días después de fuertes precipitaciones. Sin duda,

las tres pérdidas alimentan al manantial de la Caritat y Mans. Respecto al funcionamiento del barranco después de crecidas, puede mantener la actividad durante dos días, mientras que pasados estos el agua se va filtrando aguas arriba (pérdida C de la

tabla 3) y unos días más tarde vuelven a actuar las pérdidas permanentes (A y B de la tabla 3).

## 5.2. Las surgencias de les Mans y Caritat.

Ahora describiremos los diferentes parámetros monitorizados de estas dos cavidades activas, que son el caudal, la temperatura y la conductividad. Los muestreos se han realizado por un año, entre los meses de noviembre de 2021 hasta noviembre de 2022. Esta información, junto con los datos de precipitaciones obtenidos de la estación de Avamet ubicada en la localidad de Ain, nos ayudan a comprender la respuesta y características de ambas surgencias.

Durante este periodo, que se ha caracterizado por una sequía bastante acusada, que viene interrumpido por las precipitaciones del 19 al 26 de marzo donde se acumulan en estos siete días 472 litros, subrayando el día 22 con 251,4 litros (figura 1). A esta le siguen otras dos crecidas menores durante la primavera; del 12 a 14 de abril con 66 litros y el 3 de mayo con 75 litros. El verano fue un periodo seco, no apareciendo la siguiente crecida reseñable hasta noviembre con 146 litros entre los días 13 y 14. En el periodo anual muestreado se han acumulado 1.093 litros, tratándose de un año muy húmedo, ya que la media anual suele ubicarse sobre los 700-800 litros.

Referente a la hidrodinámica, la Font de la Caritat ha presentado un caudal medio de 55 l/s, mientras que el caudal máximo ha sido de 900 l/s y el caudal mínimo de 14 l/s. En el manantial de la Cova de les Mans, el caudal medio ha sido de 0,2 l/s, con un caudal mínimo de 0,001 l/s y un caudal máximo de 45 l/s. El caudal mínimo de ambas surgencias se registra en diciembre de 2021, siendo el de la Cova de les Mans un flujo laminar o goteo (figuras 17 y 18). Por otro lado el caudal máximo es alcanzado en la crecida de marzo. Posteriormente la crecida de abril y mayo nota-

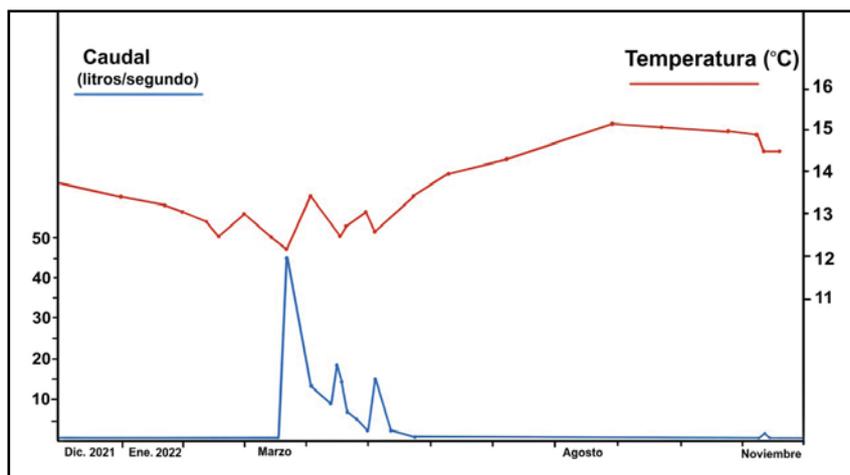


Figura 17: Hidrograma con temperatura del manantial de les Mans.

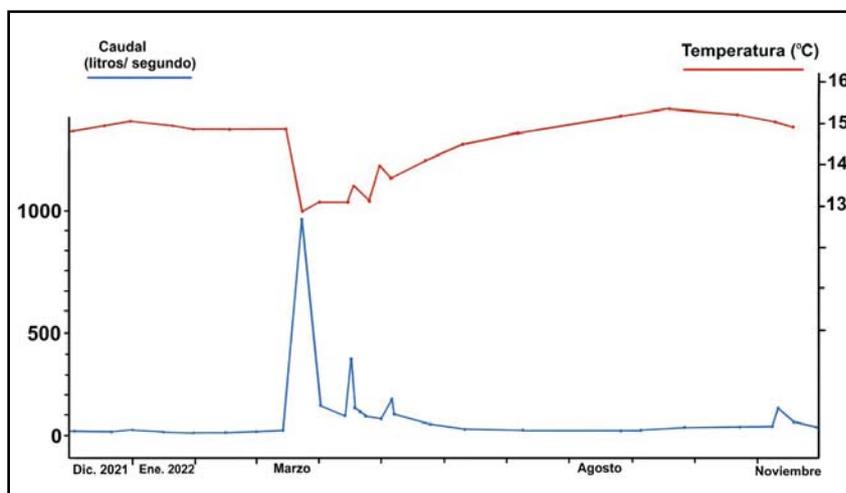


Figura 18: Hidrograma con temperatura de la Font de la Caritat.

mos como esta muy influenciada por las precipitaciones de marzo, mientras que la de noviembre aparece tras un largo estiaje, sin aumentar tanto caudal. En la crecida de abril la Font de la Caritat alcanza un caudal de 340 l/s, mientras que Mans 18 l/s. En mayo Caritat alcanza un máximo de 160 l/s y Mans 15 l/s. Finalmente en la crecida de noviembre los caudales máximos son 110 y 0,6 l/s, que denotan poca entidad debido al estiaje y a pesar de las precipitaciones registradas, que son superiores a las de abril y mayo. Otra información de interés es la referente al agua procedente de las pérdidas, que durante el estiaje puede suponer alrededor de una tercera o cuarta parte de su caudal total de la descarga de la Font de la Caritat (tabla 2). Durante las crecidas, las pérdidas son bastante eficientes, tal como se apreció en el Barranc de la Caritat a su paso por las cavidades, estando entre 1 y 3 días activo.

Analizando la información obtenida de

las cuatro crecidas importantes, podemos apreciar en la curva de recesión dos momentos: la decrecida, que sucede mientras hay infiltración y el agotamiento donde no hay infiltración. La decrecida, donde la pendiente es mucho más acusada tiene una duración de entre 2 y 5 días, mientras que el agotamiento muestra un descenso mucho más lento y regular, extendiéndose en el tiempo hasta la siguiente crecida.

Si analizamos la información obtenida sobre hidrogeotermia, la temperatura del agua de ambos manantiales, a pesar de su proximidad, presentan algunas diferencias. La temperatura media de Caritat ha sido de 15,4°C, con un valor máximo de 16,8°C y mínimo de 13,4°C. En la Cova de les Mans la temperatura media ha sido de 14,5°C, con un valor máximo de 15,2°C y mínimo de 12,2°C (figuras 17 y 18). Mientras que los valores mínimos de temperatura coinciden, al registrarse en marzo, tras la crecida más importante, los de tempe-

ratura más alta difieren, siendo el de Mans a finales de agosto y el de Caritat a finales de septiembre.

También deducimos que los mínimos de temperatura están influenciados por la infiltración del agua de lluvia, y los máximos de temperatura parecen obedecer a un progresivo aumento de la temperatura del exterior, más retardado en Caritat. La diferencia de 0,9°C en la temperatura media es significativa al tratarse de surgencias inmediatas, ubicadas en la misma cota y condiciones topográficas similares.

La amplitud de la temperatura en Caritat es de 1,4°C, mientras que en Mans es de 3,0°C, que nos puede informar de las escasas reservas que presenta la surgencia de Mans respecto a Caritat, estando la primera muy influenciada por el agua más fría de las crecidas y posiblemente después retenga esta

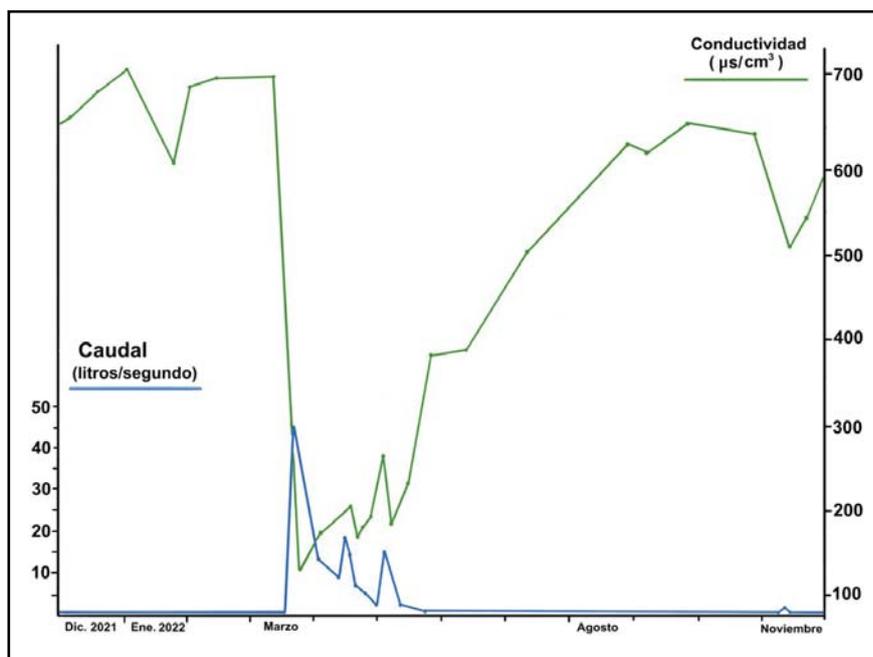


Figura 19: Hidrograma con conductividad del manantial de les Mans.

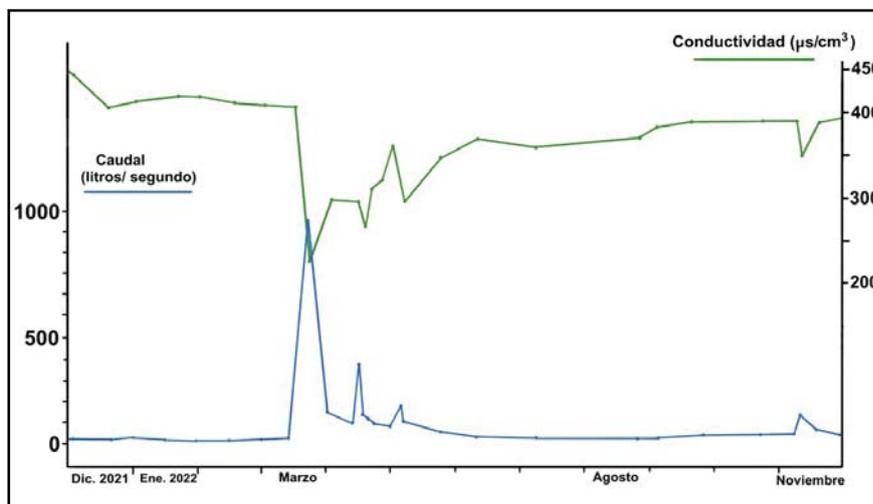


Figura 20: Hidrograma con conductividad de la Font de la Caritat.

temperatura, no sobrepasando los 15,2°C. También de la Cova de les Mans, notamos que en invierno la diferencia de temperatura entre el sifón y la surgencia puede llegar a ser de 2°C más fría en la surgencia, mientras que en verano se invierte, aumentando 0,8°C en la surgencia debido a la influencia de las temperaturas exteriores. En el sifón la temperatura ha oscilado entre 14,5<sup>o</sup> y 12,2°C.

Los datos sobre la hidrogeoquímica, hacen referencia a la conductividad y también vienen a caracterizar ambos manantiales, aportando información sobre la organización del drenaje. La conductividad media para el manantial de Caritat ha sido de 373 µS/cm , con

un valor máximo de 442 µS/cm y un mínimo de 223 µS/cm . En el caso de la Cova de les Mans, el valor medio de la conductividad se sitúa en 545 µS/cm , mientras que el valor máximo en 731 µS/cm y mínimo en 128 µS/cm (figuras 19 y 20). Los mínimos de conductividad coinciden con la crecida importante de marzo de 2022 en ambas surgencias, mientras que los valores más altos para la Font de la Caritat se registran en noviembre de 2021 y en Mans a finales de diciembre de 2021. En la Cova de les Mans también se han tomado datos de las aguas del sifón, presentando en estiaje un valor menor que en la misma surgencia, alrededor de 30 µS/cm menos. Interpretamos que a medida que el agua sale al exterior va aumentando su mineralización. En la crecida de marzo la conductividad del agua que recorría su interior también presentaba un valor sensiblemente menor que en la surgencia.

Las precipitaciones que se registran durante el periodo estudiado, provocan rápidos y bruscos descensos de la conductividad del

agua drenada por ambos manantiales como consecuencia del agua de lluvia menos mineralizada. La dilución del agua de lluvia con la del acuífero queda bien patente en la gráfica, aunque la conductividad no alcanza los valores mínimos hasta pasados uno o dos días después de la punta de la crecida. Durante las crecidas normales en la Font de la Caritat la recuperación de la conductividad ocurre más retardada si la comparamos con Mans, no siendo así en la crecida extraordinaria de marzo. Analizando estos valores en las dos cavidades destaca la amplitud, donde en la Cova de les Mans los valores altos durante el estiaje y extremadamente bajos durante las crecidas indican las escasas reservas.

La amplitud del valor de la conductividad para la Font de la Caritat es de 219  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , mientras que para Mans es de 603  $\mu\text{S}/\text{cm}$ . En la Font de la Caritat esta amplitud es mucho menor, pero a pesar de ello su comportamiento también muestra como sus reservas son poco importantes, estando muy influenciada por las crecidas. Sus valores máximos mucho menores que en la Cova de les Mans podrían indicar la influencia de las pérdidas, que al proceder de manantiales de otra litología presentan una conductividad baja (tabla 2).

## 6. Conclusiones.

Las cavidades del Barranc de la Caritat se ubican en un escenario muy repetido en la sierra de Espadán; en una cuenca donde un afloramiento de areniscas recoge las escorrentías superficiales alimentando así al acuífero kárstico compuesto por dolomías. El interés principal de las cuevas, es que albergan un nivel activo formado por la surgencia principal, que con un caudal nada despreciable cubre parte de las necesidades de la población. A pesar de ello, las cavidades del conjunto se caracterizan por su escaso desarrollo y evolución, presentando conductos formados durante el cuaternario, que muestran diferentes rellenos sedimentarios y reconstructivos. El funcionamiento y características de los manantiales nos indican que nos encontramos con dos sistemas diferentes. Dentro de sus diferencias, ambos manantiales son típicamente kársticos, caracterizados por una respuesta rápida y eficiente ante las precipitaciones y a la vez presentan escasas reservas, alterándose sus diferentes parámetros en las crecidas. Asimismo encontramos una clara relación entre el endokarst y el exokarst, estando bien representadas las pérdidas que alimentan al sistema y las cavidades que comparten unos rasgos morfológicos.

Agradecemos una vez más a Antoni Freixes Perich, coordinador de "*Kras, hidrología experimental*", por su propuesta metodológica y consejos facilitados a la hora de abordar el trabajo, y a Policarp Garay, por sus anotaciones sobre la génesis y evolución de las cavidades.

## 7. Bibliografía.

- Almela Agost, J. (2021). "El Sistema kárstico Aín - Artana". Berig nº 20. Espeleo Club Castelló. pp 7-45.
- Aragón Balaguer, D. (1997). "Avance del estudio de las cavidades del término municipal de Aín". Berig nº 3. Espeleo Club Castelló. pp 3-4.
- Aragón Balaguer, D. (2001). "Catálogo espeleológico de Aín". Berig nº 5. Espeleo Club Castelló. pp 32-45.



Figura 21: Manantial de les Mans en crecida.

- Freixes, A. (1993). "El medio kárstico: de la investigación observacional y experimental a la modelización. Hidrología Subterránea y Migración de Contaminantes". In Hidrología subterránea y migración de contaminantes. A. Correig (ed.). Barcelona: Universitat de Barcelona - Institut d'Estudis Catalans. pp 97-141.
- Freixes, A. (2020). "Els acuífers kàrstics dels Pirineus de Catalunya. Interès estratègic i sostenibilitat". Kras, hidrología experimental. 558 pág.
- Garay Martín, P. (2000). "El dominio triásico Espadán-Calderona. Contribución a su conocimiento geológico e hidrogeológico". Tesis doctoral. Universitat de València, Departament de Geologia. 754 pág.
- IGME (1972). Mapa geológico de España. Hoja 640, Segorbe, escala 1:50.000. Servicio de publicaciones del Ministerio de Industria.
- Mangin, A. (1975). "Contribution à l'étude hydrodynamique des aquifères karstiques". Tesis doctoral. In Annales de Spéléologie, nº 29.
- Mira, M. (2021). "Osos pardos vivieron hace mil años en la Serra d'Espadà". Diario Mediterráneo, sección comarcas. Edición del 16 septiembre de 2021. Pág 21.
- Morell Evangelista, I. (1992). "Manantiales de la provincia de Castellón". Col·lecció Universitària, Diputació de Castelló. 307 pág.
- Palmer, A.N. (2012). "Geología de cuevas". Cave Books, Unión Internacional de Espeleología. 502 pág.
- Ribe, G. y Nebot, V. (1981). "Sistema Subterráneo Aín-Artana". En: "Resultats de la campanya del GES a la Vall d'Uixó: Zones circumdants (3º part)". Sota Terra nº 2. GES del CMB. pp 43-57.