

Calar

Revista de la Federación Castellano Manchega de Espeleología y Cañones

ISSN: 2531-1670 ♦ segunda época ♦ número 04 ♦ año 2020



Castilla-La Mancha



Exploraciones en el sifón del Vino y descripción de morfologías “scallops” bajo el agua. Cueva de los Chorros

José L. Llamusí y Andrés Ros
Centro de Estudios de la Naturaleza y el Mar cenm@cenm.es
José M. Calaforra y Fernando Gázquez
Universidad de Almería
Manuel Tremiño y Marisa Aldeguer
Grupo Hinneri

Durante los últimos años se vienen realizando exploraciones submarinas en los sifones que se van localizando en la Cueva de los Chorros, estas han permitido conocer y ampliar la red en más de 1763 m, de los que 1348 son submarinos.

La exploración al sifón del Vino (2019-2020) ha permitido conectar zonas próximas entre los sifones Mateo Martín y lago Tica con un recorrido de 415 m, durante estas inmersiones se han documentado y analizadas las morfologías tipo scallops, abundantes por toda la cavidad, en las zonas submarinas hasta ahora poco documentadas, estableciendo un análisis comparativo con los scallops aéreos de zonas secas, fósiles o que eventualmente reciben inundaciones (Reventón).

Historia de las exploraciones submarinas

Las exploraciones submarinas en la Cueva de los Chorros comienzan desde los inicios de las exploraciones y la primera inmersión documentada fue realizada por Rafael Plá en 1969 buceando el sifón Vera (Llamusí *et al.* 2019), posteriormente se van sucediendo inmersiones por varios grupos con escasa documentación sobre estas exploraciones. A partir de 2002 y con la creación del Grupo Extopocien para la coordinación de las exploraciones y trabajos, se empiezan a organizar exploraciones a sifones sistemáticamente para ir uniendo las galerías posteriores a los sifones que se iban localizando, la primera y que consiguió unir dos partes importantes de la cavidad fue la realizada al sifón José M. Delgado, (Llamusí, J.L. *et al.* 2019).

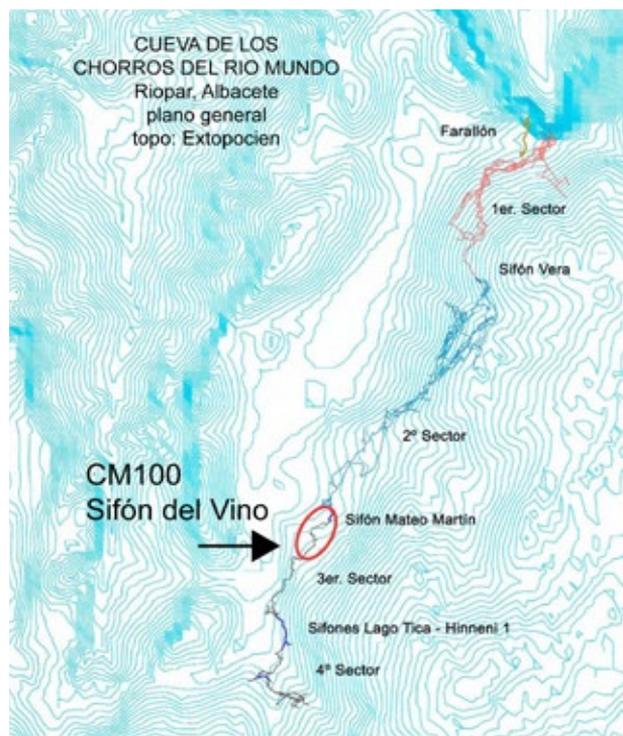
En 2007 con el descubrimiento de la sima CM100, intermedia entre la sima Hinnení y la red del sifón Vera, se descubre el lago-sifón Tica que impide la progresión aérea, los trabajos de coordinación a cargo de José L. Llamusí y Extopocien para explorar este sifón, consiguen conectar este sifón con el lago Tiñoso y Torla, ampliando el recorrido submarino y aéreo de la cavidad.

En el año 2019 se localiza un sifón intermedio entre el sifón Mateo-Martín y el lago Tica al que se le llama "sifón del Vino", este es explorado en varias campañas 2019-2020 bajo

Plano general Cueva de los Chorros, Albacete. El círculo en rojo indica la zona de estudio. (plano cedido por Extopocien)

la dirección de José L. Llamusí y Extopocien. Se exploran 415 m de sifón, de ellas 263 m con una profundidad de 16 m en dirección al sifón Mateo-Martín y 152 m y una profundidad de 20 m en dirección al lago Tica. Los resultados obtenidos durante el periodo 2002-2020 son importantes para el conocimiento de la red de galerías y su desarrollo de la cueva de los Chorros. Este ha sido posible gracias a la coordinación del colectivo Extopocien y la participación desinteresada de un gran número de espeleólogos y buceadores.

Las exploraciones de los distintos sifones han aumentado la cavidad en más de 1763 de nuevas galerías de las que 1348 m son submarinas y 415 m aéreas entre sifones, el descubrimiento del lago Tiñoso y la unión de la red de galerías de las simas Hinnení, CM-100 a la red principal hasta la salida, estableciendo un recorrido único desde la sima Hinnení hasta la boca de la salida. Dos recorridos desde el lago Tiñoso hasta el lago Torla (Hinnení) uno aéreo y otro submarino, tras el sifón del lago Tica comunican esta zona, utilizando el recorrido submarino como ruta de comunicación, evitando tener que realizar la transición aérea con los equipos de buceo.



La unión en 2019 del sifón Mateo-Martín con el lago Tica a través del sifón del Vino y a fecha de cierre de este trabajo, siguen explorándose nuevas zonas por varios equipos distintos de buceadores que pueden abrir nuevas ramificaciones de la red de los Chorros en direcciones hasta ahora intuidas pero desconocidas como es el barranco de la Horquilla con nuevas perspectivas de exploraciones aéreas y submarinas.

Sifón del Vino

Durante las exploraciones de las galerías aéreas superiores entre el sifón Mateo-Martín y el lago Tica a principios de 2019, un equipo de exploradores (Ester y Segis), localizan el sifón del Vino. Se organiza una inmersión coordinada por J.L. Llamusí que junto al colectivo Extopocien de apoyo consiguen explorar en sus dos zonas, pues el acceso se da en una zona intermedia de agua con galerías en dirección al sifón Mateo Martín y el Lago Tica. El tramo más largo se corresponde con la dirección al sifón Mateo-Martín con un recorrido de 263 m. y el tramo más corto en dirección al Lago Tica de 152 m, con un total de galerías sumergidas de 415 m. De todas estas exploraciones se realiza una amplia documentación gráfica y topográfica que son de interés para los investigadores y los exploradores.

Morfologías en el sifón del Lago del Vino

En las galerías de Chorros es frecuente ver scallops o golpes de gubia en paredes y techos, descritos por Pavía, F. y Rodríguez Estrella (1999-2018) en un minucioso estudio en la Cueva de los Chorros. Los scallops suelen localizarse en las zonas sumergidas y de circulación permanente de agua, aunque en las zonas aéreas también los hay.

El estudio de los scallops y golpes de gubia aportan datos importantes sobre el funcionamiento de las aguas en la cavidad, la cueva de los Chorros tiene algunas singularidades entre ellas las rápidas crecidas (Reventón) que se suelen producir varias veces al año y que alcanzan niveles y fuerza

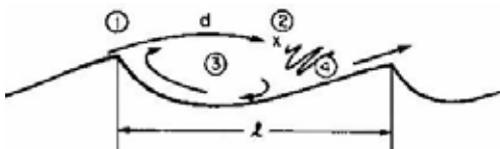
destacables y capaces de afectar a la roca (Pavía *et al.* 1999-2018).

Durante las inmersiones y en los acercamiento a los sifones se ha podido documentar las morfologías en paredes y techos de las galerías, pudiendo realizar una descripción de los scallops submarinos actuales con los aéreos de zonas actualmente sin agua, el detalle de las imágenes realizado en las zonas aéreas y sumergidas, puede acercarnos a comprender estos procesos y aportar nuevas evidencias gráficas para los investigadores, sobre todo en las zonas sumergidas donde hasta hace poco tiempo la información era limitada debido a las dificultades técnicas de acceso.

Scallops

La formación de scallops ha sido estudiada por numerosos autores. Destacan los trabajos de (Coleman, 1949; Curl, 1966, 1974; Faulkner, 2013; Maslyn, 2001). Son hendiduras de formas semi cóncavas que pueden llegar a tener desde pocos centímetros hasta algún metro de tamaño. Se forman por remolinos del agua, en el que fluye en las paredes, pisos y techos de las cuevas. Su tamaño puede variar en longitud y viene determinado por la velocidad del agua son de menor tamaño cuando la velocidad del agua es más rápida y mayores cuando esta es más lenta. La longitud del scallops es inversamente proporcional a la velocidad del agua. Su origen y formación están descritos por varios autores, una de los primeros autores en describir su origen, tamaños y formas ha sido Coleman J.C. (1949). Por su parte Curl (1966, 1974) describe los procesos de formación de los scallops empleando modelos matemáticos.

Una ilustración del proceso de formación descrita por Curl (1974).



Direcciones del flujo de agua durante la formación de un scallops. Diagrama de Curl (1974).

En el punto 1, el flujo del agua se separa de la corriente principal en el borde superior del scallops comenzando la formación de un remolino. Dentro del remolino en el punto 2, el tipo de flujo de agua cambia de laminar a turbulento. El agua forma un remolino en el punto 3, dentro del scallops. Por último, en el punto 4 el flujo de agua sale de nuevo por el borde inferior, menos profundo, para continuar aguas abajo.

Más recientemente Faulkner (2013) realiza un importante estudio sobre la formación y evolución de los scallops donde analiza la relación entre fisuras, gradiente hidráulico, longitud, llegando a establecer patrones para la espeleogénesis de los scallops.

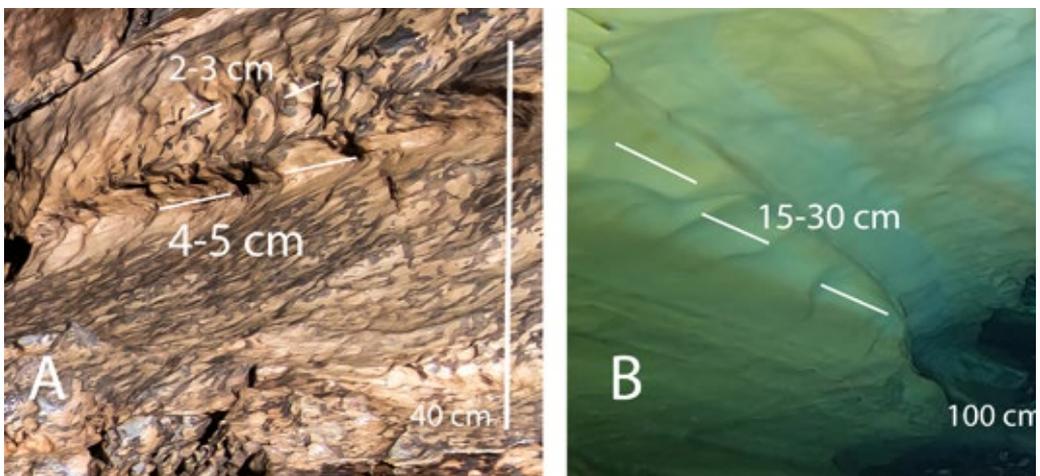
En la Cueva de los Chorros los scallops son abundantes por toda la cavidad se pueden, en zonas con agua permanente, también los hay en las paredes superiores hoy secas y que antaño estuvieron inundadas, actualmente solo varias veces al año se colapsan de agua por el nivel de crecidas, por el llamado "Reventón", aún así son evidentes y numerosos con algunas diferencias sobre los sumergidos actualmente Morfologías en el sifón del Lago del Vino.

En las galerías de Chorros es frecuente ver scallops o golpes de gubia en paredes y techos

en la mayoría de galerías. Una visión en detalle de las formas tanto aéreas como submarinas con las imágenes obtenidas en el transcurso de las exploraciones submarinas y aéreas nos pueden aproximar a conocerlas e identificarlas.

En las galerías aéreas fósiles, se encuentran antiguos scallops o golpes de gubia, suelen estar alterados por otros procesos de corrosión ambiental. En galerías donde el agua circula ocasionalmente también se forman en las paredes y aparecen menos erosionados que los de las zonas fósiles pero con algunos procesos corrosivos, estos dos tipos de scallops en zonas aéreas suelen ser de menor tamaño y menos profundos que los que encontramos bajo el agua.

La circulación lenta del agua modela scallops de mayor tamaño que en aguas con mayor velocidad (Curl, 1966, 1974; Maslyn, 2001). Bajo el agua los scallops aparecen limpios marcando la concavidad típica de estos en diversos tamaños y mayores que en la superficie. Tanto los scallops submarinos como los aéreos aportan datos muy importantes sobre los fenómenos que intervienen tanto en la circulación del agua como en el modelado morfológico de las paredes. Estos pueden llegar a indicar la dirección y la velocidad del flujo de agua, e incluso la dirección de los fluidos ascendentes.



A) Detalle ampliado de zona aérea con numerosos scallops o golpes de gubia, su tamaño va de 2-5 cm hay dos hendiduras de estratos. B) Detalle ampliado de la zona sumergida permanente, los scallops son mayores 10-30 cm. y menos numerosos. También hay hendiduras de estratos. (fotos M. Tremiño, J.L. Llamusi)

Zona de estudio

Durante las inmersiones y aproximaciones aéreas realizadas en los sifones de la cueva de los Chorros se ha ido ampliando el conocimiento de sus morfologías y sedimentos, observando que se guardan ciertos patrones y diferencias en diversas zonas de las galerías aéreas. En estos últimos años se ha podido documentar la zona submarina de los sifones, se han fotografiado y realizado videos de las galerías que recorren estos, se han hecho mediciones de scallops y muestreos de calcita del suelo de los mismos.

Para este análisis se ha seleccionado el tramo submarino del sector 1 del sifón del Vino recientemente explorado, tres puntos de este tramo son los analizados para este trabajo y también se analizan varias imágenes de galerías aéreas con detalle de las morfologías de paredes.

Galerías aéreas

La vista en detalle de las morfologías que se encuentran en paredes y techos en las galerías

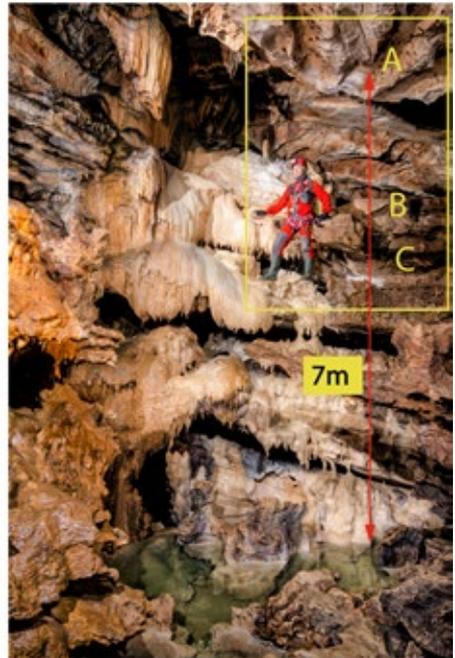
aéreas, nos permiten diferenciarlas de las morfologías de las galerías sumergidas. El patrón que se repite es la presencia de numerosos scallops en paredes y techos con unas formas distintivas: tamaño pequeño y presencia de aristas. Se pueden localizar por casi toda la cavidad incluso en alturas considerables.

En algunas galerías se constata la evidencia de inundación completa ocasional cuando la cavidad entra en carga (reventón) produciéndose fuertes corrientes y presiones. en otros casos, sin embargo, la presencia de coladas de espeleotemas nos indica a priori un estado más fósil que en la anterior con menos circulación de aguas pudiendo corresponder estos scallops a periodos antiguos con la cavidad inundada en esta zona.

Las diferencias entre los scallops aéreos antiguos con los sumergidos actualmente son evidentes. Las zonas aéreas que solo reciben agua esporádicamente son más pequeños y numerosos que los scallops submarinos en zonas de corrientes permanentes de agua. También hay que añadir que los aéreos presentan aristas y los submarinos formas más redondeadas.



Derecha: galería con curso de agua que ocasionalmente aumenta su nivel inundado gran parte de ella. Izquierda: detalle ampliado de paredes con numerosos scallops, en la zona A los scallops son numerosos y de pequeño tamaño (2-3 cm), en la zona B también hay scallops con una zona mas erosionada en forma de aristas. En zona C hendidura de estratos horizontales común por toda la cavidad. (foto. M. Tremiño, composición. A, Ros).



Derecha: imagen de galería vertical con presencia de espeleotemas y charcos con circulación de aguas ocasionalmente (crecidas). Izquierda: en el techo (zona A) a 7 m de altura se encuentran scallops, en la zona B los scallops son muy marcados. En la zona C hendiduras de estratos horizontales. (foto. M. Tremiño, M. Aldeguer, composición. A, Ros).

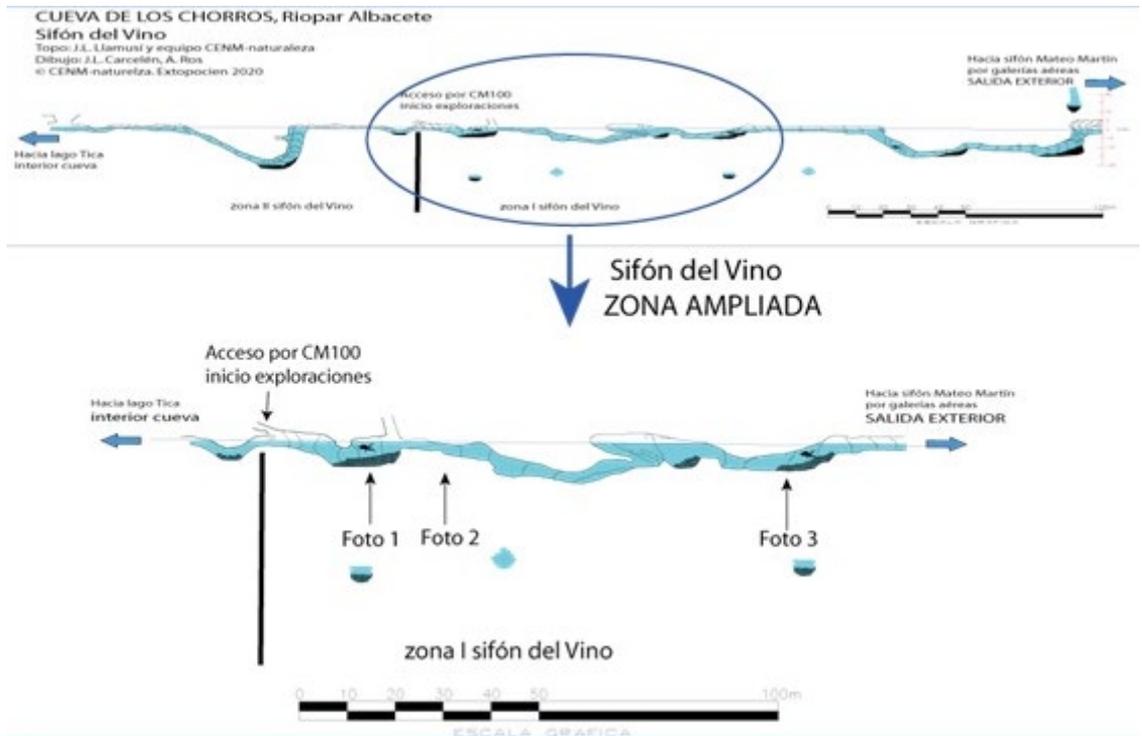
Galerías sumergidas

La zona estudiada corresponde al sifón del Vino y se sitúa entre el lago Tica y las galerías aéreas que conducen al sifón Mateo-Martín dirección salida. Al acceder por una zona intermedia de éste se ha dividido en dos sectores, el primero corresponde al tramo en dirección al sifón Mateo-Martín y el segundo sector va en dirección a lago Tica.

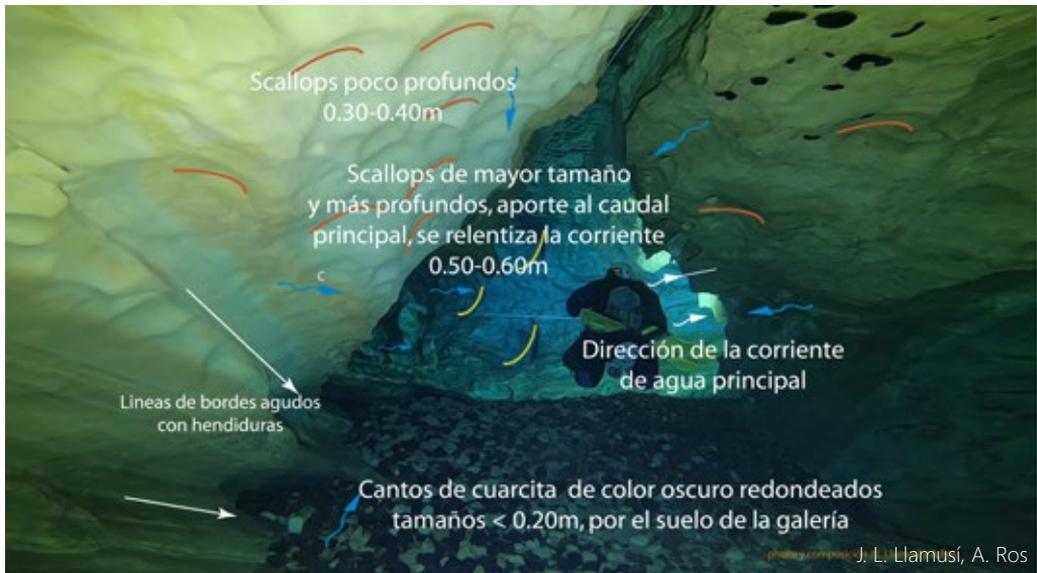
El sector 1 es en el que nos detenemos para analizar, en este se realizan diversos videos y fotografías. Un primer análisis se realiza a pocos metros de la entrada al sifón, que se accede por las galerías de la sima CM100. La galería de la primera fotografía tiene una profundidad de unos 3m, es mas amplia por la base, estrechándose en el techo que marca la fractura origen de la galería. El fondo está

abierto de cantos de calcita de color oscuros, que se diferencia notablemente del color blanco amarillento de la caliza, se encuentra depositados en loops que se suelen formar en el suelo, hay contados más de 15 loops de varios metros de longitud en todos los sifones, estos cantos aparecen sueltos y redondeados, su procedencia parece ser de antiguos depósitos de superficie, estos aún se encuentran en proceso de estudio. Las paredes están modeladas con pequeñas hendiduras cóncavas, scallops (marcados con líneas naranja) de entre 30-40 cm, en esta zona guardan cierta similitud unos con otros.

Al fondo de la galería hay una bifurcación, de la zona izquierda se recibe un aporte de agua menos intenso, y hacia la derecha ascendentes se sale a superficie en dirección hacia la salida, en el punto de la unión de aguas tanto del



Sifón del Vino, y zona I de muestreo y análisis ampliada, (fuente CENM-naturaleza y Extopocien).



pequeño aporte, como de la corriente principal que viene de detrás del buceador, y el giro hacia la derecha, las aguas se relentizan al encontrar los obstáculos de pared de fondo, giro derecha y entrada de flujo por otro lado. Esta zona de aguas más lentas ha generado scallops algo mayores (en color amarillo) de los de la galería

principal, los scallops son mayores en aguas más lentas (Curl, 1966, 1974; Maslyn, 2001). La forma más ancha que tiene a la galería en su base es en parte a una mayor acción agresiva y continua de las aguas. En la pared izquierda hay dos hendiduras de los planos de estratificación que se comentan en la siguiente imagen.



Un segundo punto de análisis se realiza en la misma zona 1 del sifón del Vino a 30 m de la entrada, en este tramo de galería hay hendiduras de los planos de estratificación, en las paredes, donde la disolución es mayor debido a la discontinuidad creada entre estrato y estrato, este proceso se repite por gran parte de la cueva. En estas hendiduras se suceden scallops de unos 30 cm de largo y que han ido erosionado los estratos que probablemente sean de materiales menos resistentes que la arista saliente. En la zona inferior derecha de la fotografía hay un saliente de la roca, en esta los scallops son de menor tamaño que los de la zona superior, debido a que este saliente ralentiza la corriente de agua en este punto originando scallops de menor tamaño que los superiores que tienen un flujo de agua mayor y rápido.

El tercer punto analizado del sifón del Vino se encuentra a 170m del acceso al sifón por las galerías de la CM100 (foto siguiente página), este punto y la profundidad es de 5 m, es de menor tamaño que las galerías anteriores y tiene una forma cilíndrica. El suelo este relleno de cantos oscuros de cuarcita, que al igual que primera fotografía, forman en este punto un loops de acumulación de cantos, la galería en este punto tiende a subir, creando una barrera

ascendente para los cantos de cuarcita (detalle ampliación plano 2). Las paredes con pequeños scallops, indican una corriente constante de aguas sin alteraciones prolongadas que pudieran suponer un cambio en las morfologías de los scallops.

Conclusiones

Las exploraciones submarinas en Chorros en los últimos años han incrementado el recorrido de la cavidad en 1763 m de los que 1348 son submarinos, varios sifones han unido distintas zonas de la cueva enlazando tramos. Las exploraciones del sifón del del Vino (2019-20) han permitido conectar zonas sifón próximas por el agua, en dirección al sifón Mateo Martín se exploran 263 m y en dirección lago Tica se exploran 152 m, realizando un recorrido submarino de 415 m.

La presencia de morfologías scallops en las paredes y techos de estas galerías submarinas y su documentación gráfica y de datos nos ha permitido establecer comparaciones identificar y comparar scallops submarinos con otros en zonas aéreas. Los scallops son abundantes por la mayor parte de la red de galerías de la cueva de los Chorros, si bien en las zonas sumergidas y con corrientes de agua activas



El suelo de la galería forma un loops relleno de cantos redondeados de cuarcita, las paredes están conformadas por numerosos scallops de escasa profundidad (Foto: J. L. Llamusi).

suelen ser de mayor tamaño y sin aristas que los que se encuentran en zonas aéreas secas o que temporalmente se inundan.

Agradecimientos

Nuestro agradecimiento a José L. Carcelén en el dibujo del plano del sifón, a los buceadores que nos acompañaron J. Sánchez y A. Marín, especialmente a Juan Antonio Martínez por su colaboración de la topografía general y todos los comentarios y ayuda que le solicitamos, a todos los componentes de los distintos grupos del colectivo Extopocien que nos ayudaron en el complicado transporte para poder realizar las inmersiones, a C. Munuera, J. F. Plazas por la cesión de videos de otros sifones para el estudio de las cuarcitas.

Referencias

Curl R.L. 1966 Scallops and Flutes, Transactions Cave Research Group of Great Britain, Vol. 7, No. 2.
 Curl R.L. 1974 Deducing Flow Velocity in Cave Conduits from Scallops, The NSS Buletin núm. 36, USA.
 Coleman J.C. 1949 An Indicator of Water-flow in Caves, UBSS Proceedings vol. 6. UK.

Faulkner T., 2013. Speleogenesis and scallop formation and demise under hydraulic control and other recharge regimes, CAVE AND KARST SCIENCE, Vol.40, No.3, 2013.

Llamusi, J.L., Sánchez J., Ros A., Marín A., Beltrán G., Martínez J.A, Plá R., 2019 Exploraciones submarinas en la Cueva de los Chorros del Río Mundo, Albacete 2002-2018. Edita SEDECK boletín núm. 13.

Maslyn R.M. 2001, Chasing the water vieiras en Cave of the Winds, Williams Canyon Project NSS, Englewood, CO.

Pavía, F. 1999 El Reventón de la Cueva de los Chorros Flashing/Cavitación en el Karst. Lapiaz, 26, 32-48.

Pavía, F., Rodríguez-Estrella, T. 2018. The influence of the Cavitation and Flashing phenomena in the formation of "scallops" within karstic caves. The Chorros Cave case (Albacete, Spain): The theory of the inverse siphon in the "Reventón" phenomenon. Ingeniería del agua, 22(2), 79-91. <https://doi.org/10.4995/ia.2018.8600>.

Rodríguez-Estrella T., Ballesta F., Melero, J.M., Martínez J.A., 2002. Contribución de las medidas de conductividad y pH en las aguas de la Cueva de los Chorros, a la génesis del enigmático "Reventón" (Albacete). 2nd Nerja Cave Geological Symposium. Karst and environmental. Nerja