

EL KARST DE LAS GARGANTAS DE CALCÓN (CASBAS DE HUESCA, HUESCA)

José Luis VILLARROEL^{1,2}

José Antonio CUCHÍ^{1,2}

RESUMEN. — Se presenta una breve descripción sobre el karst de las gargantas de Calcón, situadas en Montidinera, pequeña estribación de la sierra de Guara. Se realizan algunas observaciones de tipo hidráulico e hidroquímico.

ABSTRACT. — A short description on the karst of the Calcón gorge, located at Montidinera, a small range of Sierra of Guara is presented with some remarks on the hydraulics and hydrochemistry of the area.

KEY WORDS. — Scallop, karst, Guara, Aragón (Spain).

INTRODUCCIÓN

En los últimos años, propiciados por los cíclicos episodios de sequías, se asiste a un creciente interés por los acuíferos de las sierras prepirenaicas del Alto Aragón. En su zona central, entre los ríos Isuela y Vero, se conocen diversos acuíferos kársticos en calizas de la *Fm. Guara*, del Eoceno medio, descritos en SÁNCHEZ (1988) y CUCHÍ (1998). Sus manantiales son

¹ Instituto de Investigación en Ingeniería de Aragón (I3A). Edificio Torres Quevedo. C/ María de Luna, 3. E-50071 ZARAGOZA.

² Grupo de Tecnologías en Entornos Hostiles (GTE). Universidad de Zaragoza. jlvilla@unizar.es, cuchi@unizar.es

modestos, con una clara relación lluvia caudal. Solo presentan caudales importantes tras largos periodos de fuertes lluvias, con fuertes estiajes durante los periodos secos.

Los sistemas kársticos del Prepirineo oscense están muy poco estudiados, incluso desde un punto de vista meramente descriptivo. A nivel cuantitativo, existen pocos datos con la excepción del sistema de Fuenmayor, en San Julián de Banzo, del que se dispone de una serie plurianual de varios parámetros, parcialmente publicados en CUCHÍ et alii (2002) y VILLARROEL y CUCHÍ (2002, 2004). A estos hay que añadir el estudio del karst del alto Isuela por GIMENO y CUCHÍ (1996) y los datos de hidroquímica de la sierra de Guara detallados en BUERA et alii (1997). La tabla I presenta datos complementarios de caudales en manantiales y sumideros interesantes en el karst del Prepirineo altoaragonés.

Tabla I. Datos de caudal de puntos de agua kársticos en la sierra de Guara.

<i>Sistema</i>	<i>Caudal (m³/sg)</i>	<i>Fecha</i>	<i>Autores</i>
San Clemente	1,760	5/10/94	GIMENO y CUCHÍ
Fuente Mascún	0,348	26/1/97	GTE
Solencio Bastarás	1,993	26/1/97	GTE
Surgencia Las Almunias	0,082	26/1/97	GTE
Sumidero Mascún	0,062	26/4/97	BUERA et alii
Fuente Mascún	0,344	26/4/97	BUERA et alii
Fuente Lecina (Berrala)	0,646	2/5/99	GTE

Salvo estos y algunos estudios inéditos, hay muy poca información sobre superficies de recarga, características del epikarst y otros aspectos de los sistemas kársticos de esta zona del Prepirineo oscense.

Por otro lado, a pesar de ser objeto de campañas espeleológicas desde hace más de 30 años, el endokarst es uno de los aspectos menos estudiados en Guara. Sin embargo, es evidente su interés dada la información que ofrecen sobre el flujo y almacenamiento de agua subterránea, pasado y actual. La mayoría de las cavidades conocidas en la zona, muchas de ellas reseñadas en los veteranos boletines del Grupo de Investigación Espeleológica de

Peña Guara (GIEPG), son fósiles, con la excepción de algunos tramos de los Solencios de Bastarás, Morrano y Santa Cilia y de los *troppleins* de San Clemente y Balaguer. Además de las cavidades de origen claramente kárstico hay un creciente número de cavidades originadas a partir de fracturas en Loarre, Aniés, Nueno, Santolarieta, San Julián de Banzo y Naval. La mayoría de los manantiales, como Fuenmayor, Mascún, Conciatas o Berrala son impenetrables. La excepción son los *troppleins* y Solencios ya citados.

En la línea de aportar más información, el presente trabajo se centra en algunos rasgos kársticos de Montidinera, y en especial de la cueva de las Gargantas, que se abre al valle del río Calcón.

EL KARST DE MONTIDINERA

Montidinera (726 000, 4 683 000, 1467 m) es una cumbre satélite de la sierra de Guara, situada entre los ríos Guatizalema y Calcón. Tiene forma de triángulo isósceles con un vértice apuntando al norte. Por el este queda separada del pico Fragnetto por el collado del mismo nombre. Por el sur y este limita con el barranco del Huevo y por los cortados de Fabana y la ermita de San Cosme y San Damián. La figura 1 presenta una vista de Montidinera desde el alto de la Carrasca, al sureste, con fácil diferenciación entre los conglomerados meridionales y las calizas de la cima. En los primeros aparecen dos unidades de diferente morfología. Los más elevados, de color más claro, están formados por cantos de caliza local, con una clara fracturación norte-sur. Los inferiores, cortados por la pista al santuario, presentan cantos de origen pirenaico. La imagen muestra también la canal de acceso al pico y el enorme bolo de conglomerado conocido como *el Pito*. La figura 2 muestra una vista aérea de la zona.

Geológicamente la zona tiene alguna complejidad. Gran parte de Montidinera y las gargantas de Calcón están formadas por calizas de la *Fm. Guara* del Eoceno medio. En Las Valles, cabecera del Calcón desde el collado de Petreñales hasta las gargantas, una serie de crestas verticales corresponden a calizas lacustres del Garumniense, en relieve positivo sobre las arcillas rojizas, acompañados de pequeños afloramientos de ofitas, ya cartografiadas por MALLADA (1878). El valle de Fabana presenta materiales de la *Fm. Campodarbe*, del Oligoceno inferior, que se extienden por el

pie de Guara hacia la casa de la Fueva. Al sur y este de las sierras, la caliza de Guara está recubierta discordantemente por diversos edificios conglomeráticos del Oligoceno y Mioceno. En Montidinera, forman los conglomerados de la Predicadera y el Huevo de San Cosme, que se continúan hacia el suroeste por los edificios malliformes de San Cosme y Vadiello.

Como describe MILLÁN (2006), al este de la garganta se reconocen dos escamas bajo el cabalgamiento general de Guara. Una corresponde al sinclinal del Molar y la otra a la lámina de Fabana. La falla de los Castellones, de dirección NNE-SSO separa estas escamas de la zona del anticlinal de Guara, que se sitúa al este de esta cima en dirección norte-sur. Este ha sido excavado por la erosión y forma Las Valles, pasando el eje por el collado de Fragneteto. La garganta de Calcón corta transversalmente el flanco oeste de este anticlinal. Al final de esta, en el contacto con los materiales margosos, las capas de caliza se presentan muy verticales y localmente ligeramente invertidas.

La garganta, muy estrecha en general, se ensancha localmente a favor de estratos más débiles, recubiertos por canchales. Hacia su mitad, en la



Fig. 1. Vista de Montidinera desde el sureste (collado de la Carrasca).



Fig. 2. Vista aérea de la zona de Montidinerá.

orilla derecha, a unos 40 metros por encima del cauce y en un estrato duro de potencia decamétrica se abre la cueva de las Gargantas. En la gorga hay otras manifestaciones kársticas como varios manantiales y sumideros, una toba fósil de dimensiones modestas y numerosas pequeñas presas tobáceas actuales. Ya fuera de las gargantas, en la confluencia con la canal que desciende directamente de Guara, se encuentra la cueva de Fabana cuya más reciente topografía se muestra en la figura 3.

En su superficie, Montidinerá presenta un exokarst de moderado desarrollo, con la típica dominancia prepirenaica de lapiaces de tipo oqueroso, acompañados por algún modesto *rillenkarren* y pequeños zanjones de tipo estructural, con una dirección genérica noreste-suroeste. Una pequeña ventana, restos de una karstificación antigua, se abre sobre el cortado que domina el collado de Fragineto pero no se conocen conductos penetrables. Como es habitual en Guara, una parte de la superficie está recubierta por canchales de gelifractos.

LA CUEVA DE LAS GARGANTAS

Localizada por el GIEPG a finales de la década de los sesenta del siglo pasado, la cavidad se abre por dos bocas situadas prácticamente a la misma altura, a unos 40 metros sobre el fondo del valle, en una fractura que continúa en varios abrigos. Las bocas presentan rellenos parciales, con presencia de huesos, mostrando la inferior una sección circular. Tras un tramo corto horizontal se accede a una gran diaclasa arenosa, con algunos espeleotemas y costras colgadas, por la que se desciende hacia dos pozos. Por el principal, tras una sala fósil, se accede a un conducto de presión descendente, de unos 50° de pendiente y unos 8 metros de longitud, que presenta abundantes huellas de corriente. La figura 4 presenta una detallada topografía de esta cavidad, de una dirección general noreste-suroeste paralela a la estratificación de las calizas en la garganta de Calcón.

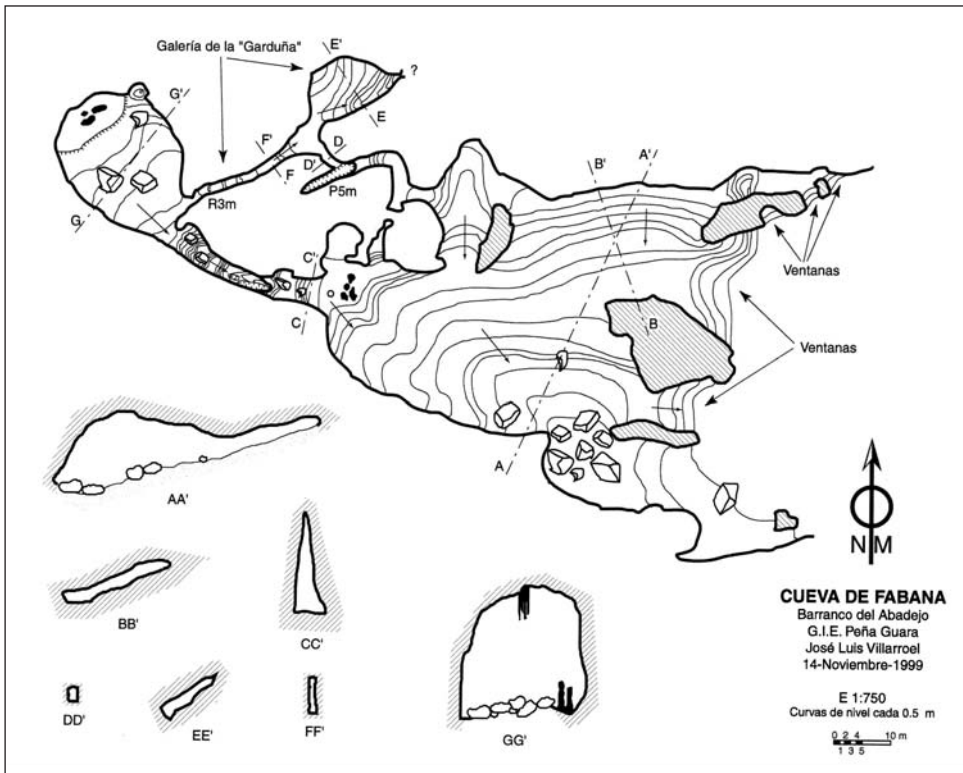


Fig. 3. Topografía de la cueva de Fabana.

ANÁLISIS DE LAS HUELLAS DE CORRIENTE

Las huellas de corriente son concavidades de modesta dimensión, forma asimétrica y normalmente de bordes netos y relativamente afilados. En planta suelen ser ovaliformes con un eje mayor paralelo o perpendicular a la dirección de la corriente. Dentro de una misma huella, la pendiente de aguas arriba es mucho más aguda que en la salida. Se encuentran en las paredes de los conductos de presión y en los estrechamientos de cañones y barrancos. Están siempre relacionados con zonas de frecuente flujo de agua. Cuando este cesa, desaparecen con rapidez. En el exterior por disolución y meteorización.

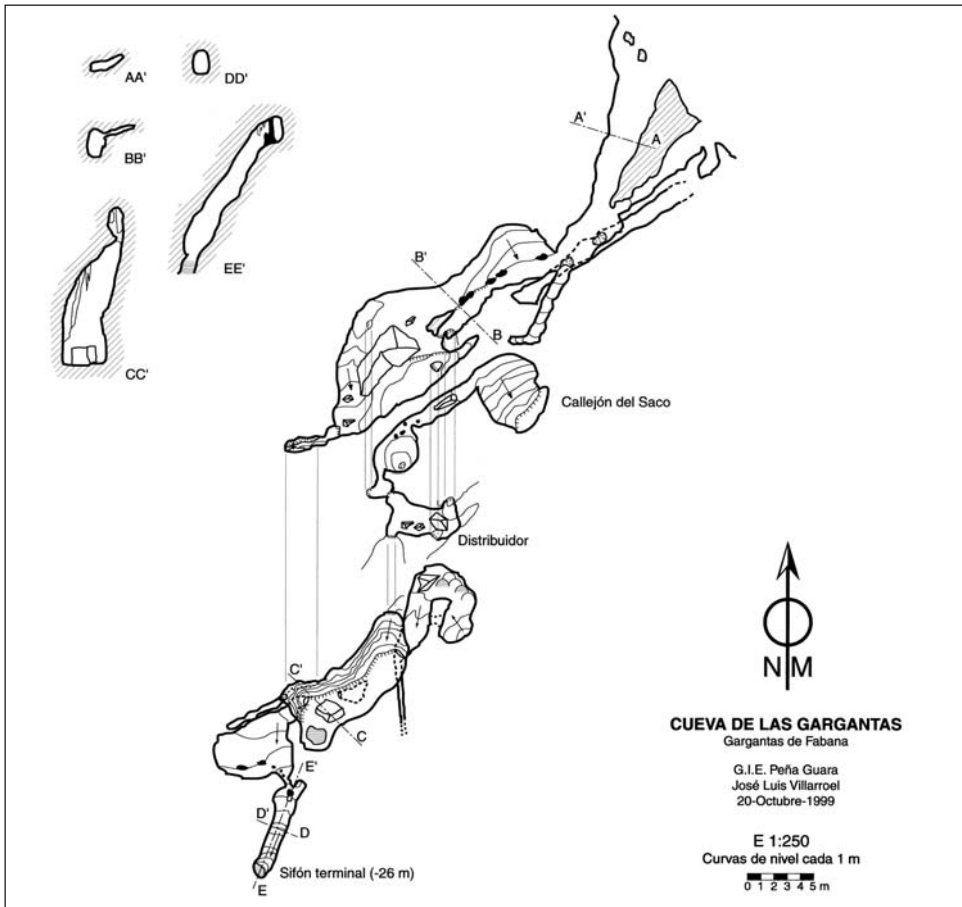


Fig. 4. Topografía de la cueva de las Gargantas.

En el interior de las cuevas desaparecen normalmente por recubrimiento por espeleotemas. Hay que señalar que raramente se observan en el Prepirineo en condiciones “fósiles” en superficie y el caso citado es el único conocido de interior.

En las cavidades activas aparecen agrupadas y pueden llegar a cubrir toda la superficie de un conducto y, en ocasiones, compiten por ocupar la superficie disponible, avanzando unas huellas sobre otras. Se forman por la acción del movimiento de agua sobre las paredes del conducto por el que circula. Su dimensión es inversamente proporcional a la velocidad del agua que las crea. Su origen se relaciona con la formación de pequeños torbellinos, a contracorriente sobre la superficie de la roca, que disuelven la caliza de forma irregular. Para CURL (1974), WHITE (1988), FORD y WILLIAMS (1989) la existencia de una pequeña rugosidad en las paredes provoca la aparición de turbulencias siguiendo el sentido del flujo de la corriente.

Se pueden estimar diversos parámetros hidráulicos de la corriente que crea las huellas a partir del trabajo de CURL (1974). El método implica la medición de la distancia l_i , como muestra la figura 5, para una serie de huellas. L_{32} es la distancia entre dos crestas de roca, en la dirección de la corriente. Posteriormente se calcula la media de Sauter mediante la expresión:

$$L_{32} = \frac{\sum l_i^3}{\sum l_i}$$

A partir de la media de Sauter se calcula el número de Reynolds de la corriente que ha generado las huellas mediante la fórmula empírica:

$$N_R = N_R^* [2.5 \ln(D/L_{32}) - 1] + B_1$$

D , para conductos rectangulares, es la distancia entre paredes. N_R^* y B_1 son valores que se han obtenido empíricamente.

Obtenido el número de Reynolds, se puede calcular la velocidad de flujo y multiplicando este valor por la sección transversal se obtiene el caudal que ha circulado por el conducto generando las huellas.

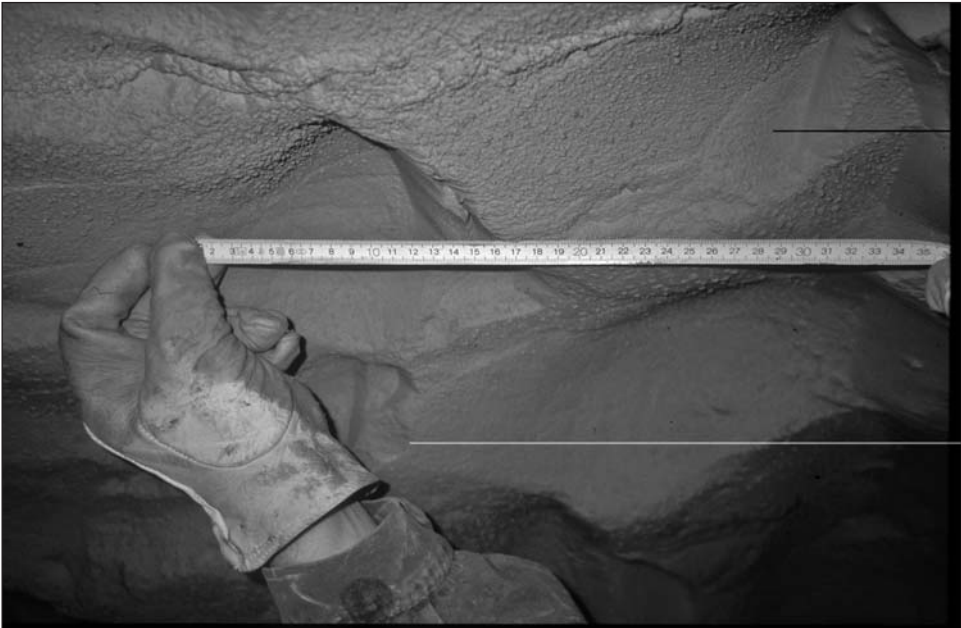


Fig. 5. Medición de l_i en conducto activo en la cueva de las Gargantas.

Aplicando el método a la cueva de las Gargantas, se obtienen los datos de la tabla II.

Tabla II. Parámetros de flujo obtenidos a partir de marcas de corriente en la cueva de las Gargantas.

	<i>Ubicación</i>	L_{32} (cm)	<i>Velocidad</i> (m/sg)	<i>Caudal</i> (m ³ /sg)
<i>Familia grande</i>	Paredes	16,05	0,18	0,44
<i>Familia pequeña</i>	Techo	10,50	0,31	0,84

Los valores obtenidos, bastante modestos, son del mismo orden que presenta WHITE (1988).

HIDROLOGÍA DE LA ZONA

La hidrología de la zona está todavía poco estudiada. Montidinera presenta una pequeña superficie de recarga, en calizas, que no alcanza 1 km² de superficie.

El alto Calcón presenta una cierta complicación, con un sumidero en el inicio de la gorga, un importante manantial a la altura de la cueva de las Gargantas y un nuevo sumidero en la zona de la salida, antes de la ampliación del valle. La surgencia central, cartografiada como Solencio de Fabana por CRUCHAGA (1998), al parecer cortaba en época de lluvias el camino de Aguas a Nocito. Es posible que tenga relación con el sifón interior de la cueva de las Gargantas y con el edificio tobáceo fósil que se encuentra aguas abajo.

Además de estas surgencias, en la ladera sur del macizo aflora la Fuensanta, denominada *Gloriosa* por Mallada, en el acceso al santuario. Es una modesta surgencia que aparece en conglomerados subhorizontales. A menor cota, dentro del santuario, albergado en una amplia balma de los conglomerados, existe un pequeño rezume.

Tabla III. Datos de aguas subterráneas en la zona de Montidinera.

	<i>Muestreo</i>	<i>Temperatura del agua (°C)</i>	<i>CE (μS/cm a 25°C)</i>	<i>pH</i>
Sifón de la cueva	30/8/1998	–	236	7,81
Sifón de la cueva	9/5/1999	9,3 *	305	7,80
Surgencia de Calcón	30/8/1998	–	411	7,54
Surgencia de Calcón	30/5/1999	9,1	484	7,17
Fuensanta	30/5/1999	11,8	434	7,11
Huertos de San Cosme	7/11/1999	–	435	–

* Temperatura del aire de la cavidad, en el conducto: 11,4 °C.

Como muestra la tabla III, los datos de conductividad eléctrica son parecidos entre la surgencia de Calcón y la Fuensanta. Son también similares a los de otros manantiales de Guara como Fuenmayor (VILLARROEL y CUCHÍ, 2002, 2004), Mascún y Berrala (BUERA y cols., 1997). Estos últimos autores observan ligeras diferencias en las aguas de la entrada, surgencia y salida de la garganta de Calcón, con disminución de la concentración iónica, efecto que puede explicarse por dilución, pero también por precipitación del carbonato cálcico que forma las tobas.

Los valores del agua del sifón interior son distintos a los de las surgencias y parece indicar que se trata de infiltración local, desconectada del sistema de manantiales. Por último, hay que señalar que la Fuensanta se utiliza para abastecimiento de la casa de San Cosme y San Damián, así como la fuente ornamental que hay en el patio. Dado su actual estado de ruina, es posible que el agua detectada en noviembre de 1999 sea un desagüe o pérdida de la conducción. En las inmediaciones existe la fuente del Lavador, hoy perdida bajo los aluviones del barranco (F. Bescós, comunicación personal).

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

A partir de la información existente, claramente insuficiente, solo se pueden realizar algunas hipótesis muy provisionales sobre un modelo conceptual de la hidrología de este karst. Entendido como cuenca hidrológica subterránea, todo indica que se superan las modestas dimensiones de Montidinera, y se captan aguas subterráneas de Arnabón y Pondaliaga, situadas al norte del cauce del Calcón. Esta hipótesis se basa en el hecho de que los caudales que sugieren las huellas de corriente de la cueva no se corresponden con la reducida superficie de recarga en Montidinera si se comparan con datos del relativamente cercano manantial de Fuenmayor, en San Julián de Banzo.

Esto sugiere que, en el pasado, un sistema que recargaba al norte de la garganta descargaba en la Fuensanta, con conductos que en el tramo conglomerático podrían ser paralelos a la red de fracturas, de forma similar a lo que sucede en el tramo final de Solencio de Bastarás, abierto en el mismo tipo de roca.

Puede suponerse que el encajamiento del barranco de las Gargantas cortó a alguno de los conductos mencionados de modo que una parte del agua sigue fluyendo hacia la Fuensanta, quizá complementada por algunas de las pérdidas del inicio de la garganta de Calcón. Otra parte del agua del sistema antiguo aflora en el manantial de la Garganta. En caso de fuertes lluvias, este último actúa como *tropplein* y produce, además, la elevación del nivel de agua en la galería de las huellas de corriente. Estas se pueden considerar como fósiles para las condiciones actuales, aunque la galería sigue inundándose con alguna periodicidad. En aguas bajas, el sifón queda desconectado de la corriente principal.

AGRADECIMIENTOS

Una vez más, tenemos que agradecer la ayuda de Héctor Millán y la colaboración de los compañeros del GIEPG durante diversas visitas a la cueva. También queremos reseñar las indicaciones de Francisco Bescós, de Panzano, y Juan Pedro Gutiérrez, guarda de la finca de San Cosme y San Damián.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BUERA, J.; CUCHÍ, J. A., y MANSO, J. A. (1997). Hidroquímica de las aguas occidental y central de la sierra de Guara (Huesca). *Lucas Mallada*, 9: 35-63.
- CRUCHAGA, L. J. (1998). *Mapa excursionista de los Pirineos 1: 40 000. Parque de la Sierra y Cañones de Guara*. Editorial Pirineo. 40 pp., + 1 mapa.
- CUCHÍ, J. A. (1998). Esquema general de las unidades hidrogeológicas en el Alto Aragón. *Lucas Mallada*, 10: 87-105.
- CUCHÍ, J. A.; VILLARROEL, J. L., y MANSO, J. A. (2002). Características del manantial de Fuenmayor (San Julián de Banzo, Huesca). *Geogaceta*, 31: 75-78.
- CURL, R. L. (1974). Deducing flow velocity in cave conduits from scallops. *National Speleol. Soc. Bull.*, 36: 1-5.
- FORD, D., y WILLIAMS, P. (1989). *Karst geomorphology and hydrology*. Unwyn Hyman. 601 pp.
- GIMENO, Y., y CUCHÍ, J. A. (1996). El karst de la cuenca alta del río Isuela (Prepirineo, Huesca). *Congreso sobre recursos hídricos en regiones kársticas*: 145-156. Vitoria.
- MALLADA, L. (1878). *Descripción física y geológica de la provincia de Huesca. Memorias de la Comisión del mapa geológico de España*. Imprenta y Fundición de Manuel Tello. Madrid. Ed. facsímil (1990). IEA. Huesca. 439 pp. + 1 mapa.
- MILLÁN, H. (2006). *Estructura y cinemática del frente de cabalgamiento surpirenaico en las Sierras Exteriores aragonesas*. IEA. Huesca. Colección de Estudios Altoaragoneses, 53. 396 pp. + 2 mapas.
- SÁNCHEZ, J. Á. (1988). *Los recursos hídricos de las sierras de Guara y sus Somontanos*. IEA. Huesca. Colección de Estudios Altoaragoneses, 27. 336 pp.
- WHITE, W. B. (1988). *Geomorphology and hydrology of karst terrains*. Oxford Press. 464 pp.
- VILLARROEL, J. L., y CUCHÍ, J. A. (2002). Análisis de respuesta de Fuenmayor (San Julián de Banzo, Huesca). Primeros resultados. *Geogaceta*, 31: 71-74.
- VILLARROEL, J. L., y CUCHÍ, J. A. (2004). Estudio cualitativo de la respuesta, de mayo de 2002 a abril de 2003, del manantial kárstico de Fuenmayor (San Julián de Banzo, Huesca) a la lluvia y la temperatura atmosférica. *Boletín Geológico y Minero*, 115(2): 237-246.