

Estudio hidrogeológico del macizo de la Yedra-Alfacar-Viznar (Granada)

*Antonio Castillo Martín**
*José Benavente Herrera**
*Angel Lozano Vega**

RESUMEN

Se describen, someramente, las características climáticas y geológicas de un área situada al Suroeste de la Sierra de Arana (Granada). Se presenta y discute la hidrogeología de un afloramiento carbonatado alpujárride y de otro subbético, que están en conexión hidráulica. Se expone el inventario de puntos de agua y de interés espeleológico y se hacen consideraciones acerca del funcionamiento hidrogeológico del acuífero kárstico.

I. INTRODUCCION

El sector estudiado corresponde al macizo carbonatado de La Yedra-Alfacar-Viznar (estribación Suroeste de la alineación montañosa de Sierra Arana), que está situado a 9 km. al Nor-noreste de Granada.

En la figura 1 puede observarse, con más detalle, la situación y límites geográficos del área estudiada.

*Cátedra de Hidrogeología. Universidad de Granada.

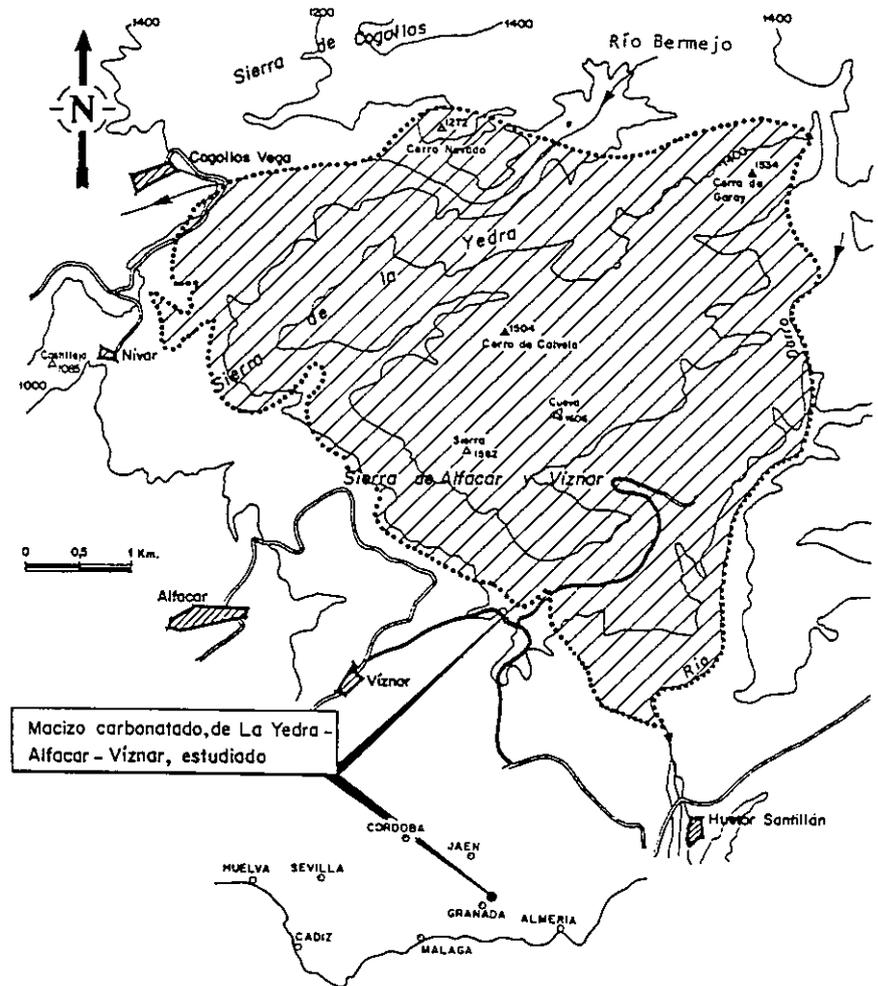


Figura 1.-Situación geográfica y límites del sector estudiado.

Desde el punto de vista geológico, el área se localiza en el borde Noreste de la depresión de Granada, en materiales del dominio Subbético interno (Subbético ultrainterno o Dorsal Bética) y del Complejo Alpujárride (mantos de La Alfaguara, Carbonales y de La Plata; figura 2).

Estos materiales alpujárrides, junto con los del Subbético interno (figura 2), constituyen un acuífero kárstico (en el que existen numerosas cavidades de interés espeleológico; figura 3 y adenda a esta nota), libre, de 20 km² de afloramiento.

Los recursos de la unidad están comprendidos entre 6,5 y 8 Hm³/año. El drenaje de ésta se efectúa a través de una treintena de manantiales, casi todos ellos situados en sus bordes Oeste y Suroeste (figura 3); los más importantes son los de Fuente Grande (n.º 25, figura 3; con un caudal medio de 200 l/s), el de Güevejar (n.º 9; con 40 l/s) y las fuentes del río Darro (núms 18 y 20; con un caudal medio de 30 l/s, correspondiente a su margen derecha).

El sector estudiado posee una altitud media de 1.350 m.; la cota máxima presente es la del vértice Cueva, con 1.606 m. La precipitación media es de 800 mm. y la temperatura de 11,6 °C.

Con esta pequeña nota se pretende dar a conocer, de forma esquemática, las principales características hidrogeológicas de este sistema, que por su inexplotabilidad actual, y por su cercanía y posición elevada con respecto a la ciudad de Granada, podría jugar un papel decisivo en el abastecimiento de alguno de sus barrios periféricos, así como de numerosos pueblos situados en sus inmediaciones, en un futuro próximo.

II. GEOLOGIA

En la figura 2, se presenta un mapa geológico simplificado del área de estudio, tomado de GARCIA DUENAS y NAVARRO VILA (1976); autores a los que remitimos para un estudio más detallado de la geología de este sector, junto a los trabajos de DURAND DELGA y FOUCAULT (1967), FOUCAULT (1976) y NAVARRO VILA (1976).

II.1. SUBBETICO INTERNO

Los materiales del Subbético interno, son los que se encuentran en posición tectónica más inferior dentro del sector de estudio. Afloran al Sur del macizo de La Yedra-Alfacar-Viz-

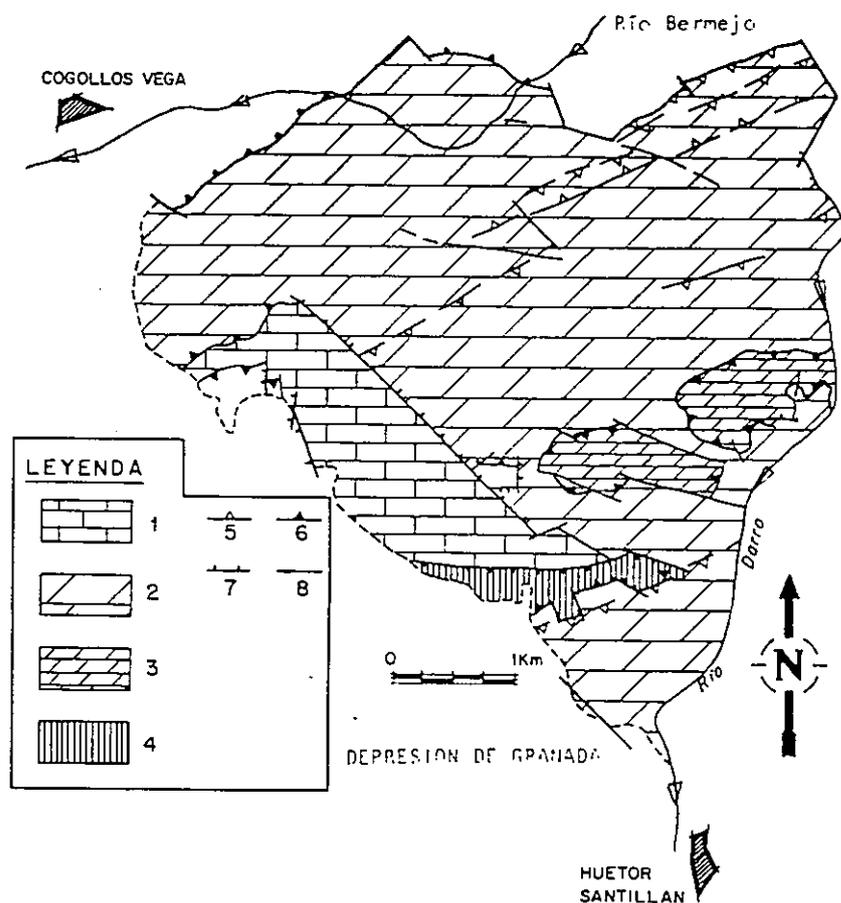


Figura 2.—Esquema geológico simplificado del área de estudio (GARCIA DUEÑAS y NAVARRO VILA, 1976). *Leyenda.* 1.—Subbético interno (Subbético ultrainterno o Dorsal Bética). 2.—Manto de La Alaguara. 3.—Manto de Carbonales. 4.—Manto de La Plata (todos estos mantos pertenecen al Complejo Alpujarride). 5.—Falla inversa. 6.—Línea de cabalgamiento. 7.—Falla normal. 8.—Contacto tectónico indeterminado.

nar, en ventana tectónica, rodeados al Norte por materiales del Complejo Alpujarride, que los han cabalgado tectónicamente (figura 2).

La serie estratigráfica levantada en esta ventana tectónica (ventana de Alfacar-Víznar), comienza por unas dolomías atribuidas al Lías inferior, a las que se superponen calizas blancas, con frecuencia oolíticas y mal estratificadas, de edad Lías

medio (hasta aquí la serie llega a alcanzar los 350 m. de espesor); por encima ya de estas, existen calizas pizarrosas muy tectonizadas, que podrían corresponder al tránsito Jurásico-Cretácico, finalmente, y culminando la serie en este sector, existen margas de edad Nummulítico, las cuales están erosionadas prácticamente en su totalidad.

II.2. COMPLEJO ALPUJARRIDE

El Complejo Alpujárride está compuesto por diversos mantos de corrimiento, variables de una transversal a otra de las Cordilleras Béticas. En la transversal en la que se sitúa el área de estudio existen tres mantos que, de abajo a arriba, tectónicamente son: manto de La Alfaguara, manto de Carbonales y manto de La Plata (figura 2); de todos ellos el mejor representado y el de mayor interés hidrogeológico es el de La Alfaguara, que es el primero que se superpone tectónicamente, en este sector, a los materiales del Subbético interno.

La serie de este manto comienza con filitas violáceas, de potencia muy variable y edad Permowerfenense, a las que se superpone un tramo carbonatado (calizas, dolomías y mármoles), de edad Trías medio-superior, de 1.000 m. de espesor; su aspecto es variable según los sectores, entre masivo y estratificado. Este paquete carbonatado supone un buen acuífero por fisuración y karstificación y es en el que se desarrollan la práctica totalidad de las cavidades que se han inventariado (figura 3; y cuya relación aparece al final de esta nota).

III. HIDROGEOLOGIA

Han sido pocos los autores que han estudiado la hidrogeología de este sector y de los inmediatamente adyacentes.

FERNANDEZ-RUBIO (1964) es el primero que aborda, en una pequeña nota, el estudio del Karst de La Alfaguara. Más recientemente, DIAZ HERNANDEZ (1977) estudia la hidrogeología del alto y medio río Darro. Algunos aspectos de detalle de esta investigación son tratados por FERNANDEZ-RUBIO y DIAZ HERNANDEZ en 1978. Por último, CASTILLO MARTIN (1980) estudia la hidrogeología del macizo de La Yedra-Alfacar-Víznar. Este mismo autor trata posteriormente (1981 a y b) cuestiones de detalle relativas a la fracturación de las dolomías del manto de La Alfaguara, y a la hidrogeología de La Alfaguara.

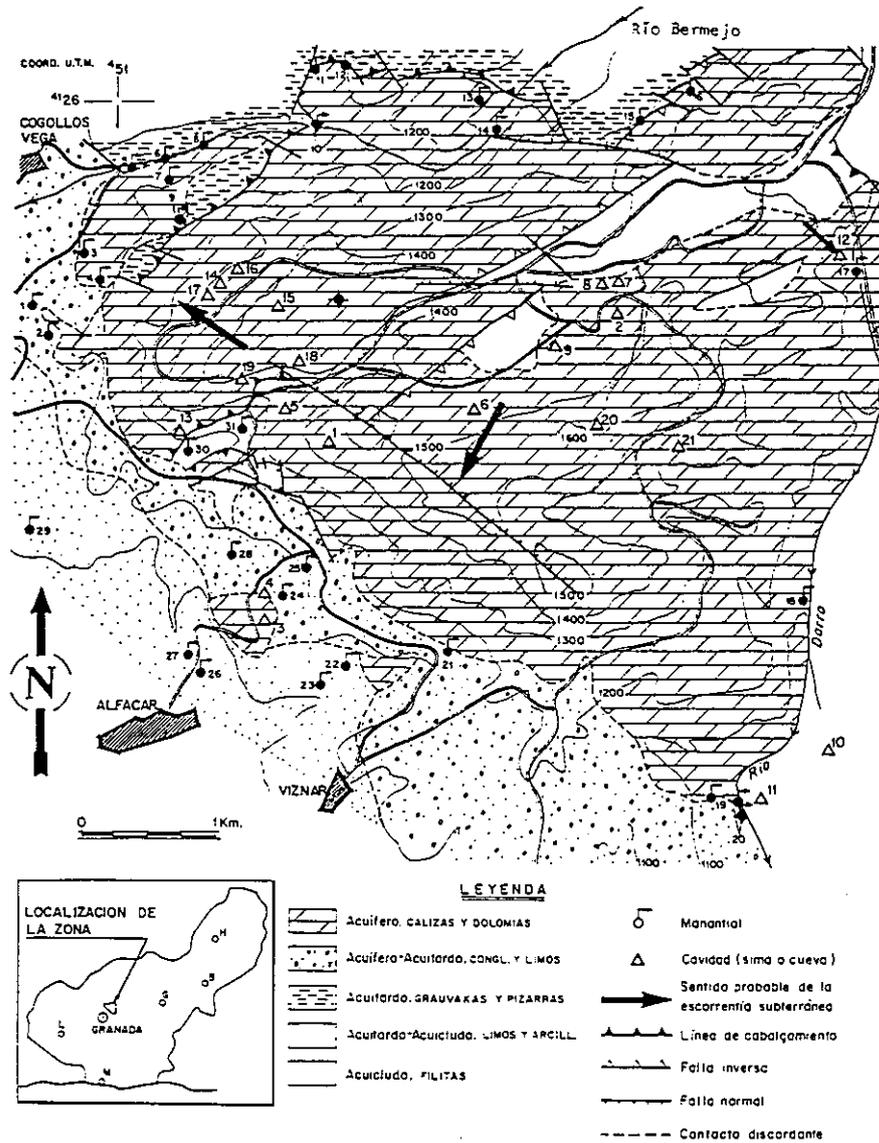


Figura 3.-Mapa hidrogeológico del sector de estudio y áreas adyacentes. Inventario de puntos de agua y de interés espeleológico (Simas o Cuevas).

III.1. CARACTERISTICAS GENERALES DE LA UNIDAD

El macizo carbonatado de La Yedra-Alfacar-Víznar, puede considerarse como una unidad hidrogeológica, si atendemos a las características hidrogeológicas de sus límites (apartado III.2) y a las cifras obtenidas para su balance (apartado III.4).

Las dolomías y calizas jurásicas del Subbético interno, y las dolomías, fundamentalmente, del manto de La Alfaguara (Complejo Alpujárride), de edad triásica, con las que mantienen conexión hidráulica, son los materiales que componen el acuífero, por fisuración y karstificación, objeto de esta pequeña nota.

Los materiales triásicos, esencialmente arcillosos (filitas), que se sitúan en la base de los mantos alpujárrides, se comportan como acuicludo y pueden representar en algunos casos el sustrato impermeable, aunque se ha puesto de manifiesto que no constituyen un nivel continuo (debido posiblemente a «cepillamientos» tectónicos; la misma razón habría que argumentar para las margas impermeables del Neocomiense subbético, que se sitúan al techo de la unidad cabalgada), ya que de lo contrario no hubiera sido posible la interconexión hidráulica Subbético-Alpujárride, la cual no ofrece en el momento actual ningún tipo de dudas. Un zócalo o posible nivel de muro impermeable más profundo, no se conoce en la actualidad. No hay que descartar por otro lado, un posible nivel impermeable en los carbonatos, debido a ausencia de karstificación en profundidad.

El nivel de base actual de este karst, está situado a 1.100 m. aproximadamente, que es la cota a la que se sitúan las principales surgencias del sistema (Fuente Grande 1.120 m., Güevejar 1.130 m., y fuentes del río Darro 1.100-1.040 m.) y coincide netamente con el contacto entre los materiales acuíferos carbonatados, objeto de este estudio y los detríticos, de baja permeabilidad, de la depresión de Granada, contacto que corresponde a una superficie de erosión regional que señala los niveles de colmatación del Pliocuaternalio.

III.2. LIMITES DE LA UNIDAD

a) *Río Bermejo*

El río discurre justo al Norte del sector estudiado y está encajado a lo largo de prácticamente todo su recorrido, hasta llegar a la comarcal de Cogollos Vega, en materiales detríticos semimetamorfizados (grauvakas y pizarras) del Complejo Ma-

láguida (que es el superior de los pertenecientes a la Zona Bética), el cual se dispone tectónicamente encima del Complejo Alpujárride. El contacto de cabalgamiento Alpujárride-Maláguida (figura 3, línea de cabalgamiento situada al Norte), está retocado por numerosas fallas de componente normal, que hundien, relativamente, los materiales maláguides, lo cual provoca un cambio lateral brusco de permeabilidades, al ser los maláguides materiales muy impermeables; este cambio de permeabilidades nos condiciona un borde o límite de retención en la cuenca alta y de descarga en la baja. Límite que está jalonado por una línea de surgencias, cuyo extremo occidental corresponde a la número 4 y oriental a la número 16 (figura 3). Dentro de toda esta línea de surgencias hay que destacar a las número 9 y 10 (fuentes de Güevejar y de Catacena), con 40 l/s y 10 l/s de caudal medio, respectivamente, situadas en el punto más bajo del borde de cabalgamiento, ya que las surgencias números 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 y 8, situadas a cotas inferiores, están relacionadas con afloramientos de travertinos, que están conectados con los materiales dolomíticos cabalgados del manto de La Alaguara.

b) Río Darro

Constituye el límite Este del sector estudiado y está encajado en materiales dolomíticos del manto de La Alaguara.

Este límite es el de comportamiento hidrogeológico más dudoso de los tres que individualizan el sistema, ya que no refleja en su tramo alto (desde su nacimiento hasta el manantial número 20, figura 3) ningún tipo de nivel de base.

El río tiene su nacimiento en las fuentes de La Teja (n.º 17, figura 3) a cota 1.260 m., las cuales proporcionan un caudal medio de 10 l/s, caudal que pierde al llegar al paraje denominado de Las Veguillas, un kilómetro aguas abajo. A partir de aquí, el cauce queda seco hasta llegar a las fuentes del Nacimiento (n.º 18, figura 3) a cota 1.070, en donde el agua es derivada hacia la población de Huetor Santillán. Aguas abajo el río vuelve a entrar en un valle muerto hasta llegar al manantial número 20 (figura 3), a partir del cual empieza a tomar agua y puede considerarse ya como indicador de un cierto nivel de base. Es por tanto poco claro el comportamiento hidrogeológico de este río (como límite del sistema), desde su nacimiento hasta el manantial número 20, comportamiento que hará falta estudiar con más detalle en un futuro.

A su paso por la urbanización del Río, en Huetor Santillán, el caudal medio del río Darro puede ser del orden de 150 l/s,

aunque sólo una pequeña parte (30 l/s) provienen, aproximadamente, de los materiales carbonatados de la margen derecha (correspondientes al sector de estudio), siendo la mayor parte del caudal, dren de las Sierras dolomíticas del cerro de La Cruz y del Alto de Casa Fuerte, situadas en la margen izquierda.

c) Depresión de Granada

El límite Sur y Suroeste del sistema estudiado, corresponde al contacto entre los materiales preorogénicos de las Sierras de La Yedra-Alfacar-Víznar y los postorogénicos de la depresión de Granada; este contacto de unidades, es también un contacto neto de permeabilidades y se sitúa entre las cotas de 1.100 y 1.200 m.

La principal surgencia de este borde y del sistema, corresponde a Fuente Grande (n.º 25, figura 3), y su cota, que es de 1.120 m., marca el nivel de base actual del Karst (por lo que es de esperar que el máximo desarrollo de los procesos kársticos subterráneos, probablemente esté situado por encima de esta cota); corresponde a una emergencia de desbordamiento ligada a una caída brusca del gradiente hidráulico por un cambio lateral de permeabilidades.

Es de destacar otra serie de surgencias, que en la misma alineación (posible fractura o falla en profundidad) con Fuente Grande se sitúan a cotas inferiores, nos referimos a la fuente de Morquí (n.º 24, figura 3), situada a cota 1.080 y con un caudal medio de 15 l/s y a fuente Chica a cota 970 y con un caudal medio de 10 l/s. Estas salidas están igualmente conectadas con el sistema carbonatado estudiado y responderían a niveles más transmisivos dentro del relleno detrítico semiimpermeable de la depresión de Granada, en conexión hidráulica con los materiales carbonatados subbéticos de la ventana tectónica de Alfacar, que son los situados inmediatamente al Norte.

III.3. FUNCIONAMIENTO

La escasez de datos históricos de caudales de las principales surgencias y de puntos de observación (sondeos) en el interior del acuífero, aconseja cierta cautela a la hora de tratar cuestiones de detalle relativas al funcionamiento del sistema, pero no impide el planteamiento de sus directrices generales.

La alimentación del sistema proviene exclusivamente de la partida infiltrada del agua de precipitación caída sobre la superficie del acuífero. Descartamos totalmente un posible

flujo subterráneo a partir del valle del río Bermejo (al Norte) y creemos poco probable un flujo a través de la alta margen izquierda del río Darro, de naturaleza también carbonatada (al Este).

La descarga de los recursos se produce básicamente a través de tres surgencias o grupos de surgencias: Fuente Grande-Morquí-Chica (230 l/s), fuentes del río Darro (Nacimiento-fuente de los Recuerdos-fuentes del Río, con 200 l/s de caudal medio, de los cuales sólo 30 l/s, de forma aproximada, son drenaje de la margen derecha) y fuente de Güevejar (40 l/s).

Los caudales drenados son iguales a los teóricamente infiltrados dentro de los límites del sistema, si suponemos una infiltración eficaz del 55% y unas salidas subterráneas ocultas de la unidad nulas.

La falta de datos de nivel piezométrico dentro del acuífero hacen hipotético cualquier intento de situar divisorias hidrogeológicas, sin embargo, el eje anticlinal Noreste-Suroeste de La Alfaguara, que se manifiesta por la aparición de una banda de igual dirección de materiales filíticos impermeables de la base del manto del mismo nombre (figura 3, materiales sin trama), podría coincidir con una divisoria hidrogeológica.

III.4. DATOS PARA UN BALANCE

Las salidas conocidas del sistema se han establecido, de forma aproximada, a partir de los aforos realizados, en el año hidrológico 1979-80 (CASTILLO MARTIN, 1980), para cada una de las surgencias inventariadas (figura 3). La suma de todos los caudales medios de descarga de estas surgencias, dio un caudal equivalente de 9 Hm³/año.

Las entradas al sistema corresponden exclusivamente a la partida infiltrada de la precipitación caída sobre la superficie del acuífero. Según el método de THORNTHWAITE (descontado 1 Hm³ correspondiente a escorrentía superficial), estas entradas son de 8 Hm³/año (infiltración eficaz del 50%). Otros métodos para el cálculo de la lluvia útil, dan valores de infiltración algo anómalos. Para KESSLER, las entradas son de 9,5 Hm³/año, valor que supone una infiltración eficaz del 60%; por el contrario los métodos de COUTAGNE y TURC suponen unas entradas de 5 Hm³/año, con valores de infiltración eficaz del 30%.

Se puede concluir este apartado suponiendo que las entradas anuales al sistema deben estar comprendidas entre 6,5 y 8 Hm³ (40 al 50% de infiltración eficaz, valor medio para este

tipo de materiales. DIAZ HERNANDEZ, 1977 y CASTILLO MARTIN, 1980), por lo que es el método de THORNTHWAITE, el que en este caso, se aproxima más a la realidad. Por otro lado parece probable que las salidas conocidas, sean sensiblemente inferiores a 9 Hm³/año (para medias plurianuales), si no se quieren invocar entradas subterráneas ocultas al sistema.

IV. CONCLUSIONES

El macizo carbonatado en La Yedra-Alfacar-Víznar, es un acuífero por fisuración y karstificación, libre, de 20 Km² de extensión.

Este sistema posee tres límites hidrogeológicos, que son: al Norte, los materiales impermeables del Complejo Maláguide, al Sur y Oeste, los semiimpermeables del relleno de la depresión de Granada y al Este, el río Darro.

El nivel de base actual del sistema kárstico, está situado a 1.100 m. aproximadamente, que es la cota a la que se sitúan las principales surgencias.

Las entradas al sistema provienen exclusivamente de la partida infiltrada del agua de precipitación caída sobre él y dan un valor bruto de 16 Hm³/año.

La evapotranspiración real obtenida está comprendida entre 7 y 8,5 Hm³/año.

De los 7,5 a 9 Hm³/año restantes, de recursos totales (subterráneos y superficiales), sólo uno se pierde por escorrentía superficial, pudiendo fijarse los recursos subterráneos entre 6,5 y 8 Hm³/año (que corresponden a una infiltración eficaz del 40-50%).

Las reservas son en la actualidad desconocidas, al carecer de datos de geometría de la unidad.

ADENDA. PUNTOS DE INTERES ESPELEOLOGICO (Figura 3)

En la figura 3, se puede observar el inventario de puntos de interés espeleológico del macizo estudiado, cuya relación y localización geográfica exacta presentamos a continuación (MENJIBAR et al., 1981).

N.º	Nombres	T. Municipal	Long.	Lat.	Altitud
1	S. de los Huesos	Alfacar	0° 08' 08"	37° 15' 18"	1.440
2	S. del Musgo	Alfacar	0° 09' 38"	37° 15' 41"	1.493
3	C. de las Canteras	Alfacar			
4	S. de la Campana	Alfacar			
5	Abrigos del Pichichi	Alfacar	0° 07' 54"	37° 15' 23"	1.352
6	S. Niño del Guarda	Alfacar	0° 08' 50"	37° 15' 22"	1.460
7	S. de las Trincheras	Alfacar	0° 09' 37"	37° 15' 46"	1.440
8	S. de los Corralillos	Alfacar	0° 09' 35"	37° 15' 46"	1.496
9	C. de los Pajareros	Alfacar	0° 09' 16"	37° 15' 36"	1.442
10	C. de los Huesos	H. Santillán	0° 10' 28"	37° 13' 52"	1.230
11	C. del Señor	H. Santillán	0° 10' 20"	37° 13' 47"	1.200
12	C. de los Mármoles	H. Santillán	0° 11' 05"	37° 11' 37"	1.320
13	C. del Tajo de la Monea	Nívar	0° 07' 34"	37° 15' 22"	1.200
14	S. de Nívar	Nívar	0° 07' 36"	37° 15' 15"	1.255
15	S. de la Lata	Nívar	0° 07' 36"	37° 15' 55"	1.255
16	S. de los Pinos	Nívar	0° 07' 33"	37° 15' 56"	1.255
17	S. de los Maderos	Nívar	0° 07' 52"	37° 15' 45"	1.435
18	S. de las Arañas	Nívar	0° 07' 58"	37° 15' 37"	1.451
19	S. del Perro	Nívar	0° 07' 43"	37° 15' 34"	1.410
20	C. del Agua	Víznar	0° 09' 25"	37° 15' 10"	1.584
21	C. del Gato	Víznar	0° 10' 05"	37° 14' 55"	1.270

BIBLIOGRAFIA

- CASTILLO MARTÍN, A. 1980. *Estudio hidrogeológico del macizo de La Yedra-Alfacar-Víznar (prov. de Granada)*. Mem. inéd. Cátedra Hidrogeología. 133 pág.
- CASTILLO MARTÍN, A. 1981a. *Estudio de la fracturación en el acuífero de La Alaguara (Alpujárrides septentrionales)*. Simp. sobre el agua en Andal. 627-641.
- CASTILLO MARTÍN, A. 1981 b. *Estudio geológico e hidrogeológico de La Alaguara (Alpujárrides septentrionales)*. Spes 1, 5-10.
- DÍAZ HERNÁNDEZ, J. L. 1977. *Análisis hidrogeológico del alto-medio Darro (prov. de Granada)*. Tesis de Licenciatura (inéd.). Univ. Granada. 180 págs.
- DURAND DELGA, M.; FOUCAULT, P. 1967 *La Dorsalle Betique, nouvelle element paleogeographique et structurale des Cordilleres Betiques au bord Sud de la Sierra Arana (prov. de Granada, Espagne)*. Bull. Soc. Geol. France. 7.ª serie (9): 723-728.
- FERNÁNDEZ FUBIO, R. 1964. *Contribución al estudio del karst de La Alaguara (Alpujárrides septentrionales)*. Boll. de la R. Soc. Esp. de Hist. Nat. (Sección Geológica). LXII. 309-341.
- FERNÁNDEZ RUBIO, R.; DÍAZ HERNÁNDEZ, J. L. 1978. *Determinación de la fisuración dominante a partir de los fotogramas aéreos, y constatación hidroquímica de la circulación acuífera subterránea a favor de la*

- fracturación principal de un acuífero carbonatado. Cuenca alta del río Darro (prov. de Granada). Tecniterrae, 25. Madrid.*
- FOUCAULT, P. 1976. *Complements sur la geologie de l'ouest de la Sierra Arana et de ses environs (prov. de Grenade, Espagne). Bull. Soc. Geol. France, 7.ª serie XVIII (3): 649-658.*
- GARCÍA DUEÑAS, V.; NAVARRO VILA, F. 1976. *Alpujarrides, Maláguides et autres unités allochtones au nord de la Sierra Nevada (prov. de Grenade, Espagne). Bull. Soc. Geol. France. XVIII (3). 641-648.*
- MENJIBAR SILVA, J. L.; GONZÁLEZ RÍOS, M. J.; MARIN MALDONADO, J. C. 1981. *Cavidades de la Sierra de La Alfaguara y Sierra de La Yedra. Spes 1. 11-25.*
- NAVARRO VILA, F. 1976. *Los mantos Alpujarrides y Maláguides al Norte de Sierra Nevada (prov. de Granada). Tesis Doctoral. Univ. Bilbao.*