

Acuíferos de la cabecera del Guadiana Menor

1. SÍNTESIS GEOGRÁFICA

El conjunto de acuíferos: Duda-La Sagra, Montilla-Puebla-Huéscar, La Zarza y conjunto Orce-María-Detrítico de Cúllar-Baza, se enmarca mayoritariamente dentro de la Cuenca del Guadalquivir y de la provincia de Granada, en cabecera de la denominada Cuenca del Guadiana Menor; si bien destacar el desarrollo dentro de la Cuenca del Segura y de la provincia de Almería de la Sierra de María.

El acuífero de Duda-La Sagra, el más occidental de los que se describen, se extiende entre el núcleo de Castril por el borde suroccidental y el cauce del río Bravatas al norte, e incluye, en una alineación NE-SO, las sierras de La Sagra y Moncayo por el norte y las de Duda y del Cubo por el sur. Entre ambos conjuntos se sitúa el embalse de San Clemente, con una capacidad de unos 125 hm³ y una aportación regulada de unos 115 hm³/año. Destacan las poblaciones limítrofes de Fátima, San Clemente, Moncayo, Cortijos Nuevos y la más destacada de Castril con 1228 habitantes como población estacionaria.

El acuífero de Montilla-Puebla-Huéscar situado inmediatamente al este del anterior, está formado por las sierras carbonatadas de Montilla, Jureña, Encantada y Alcantín, así como por el denominado Llano de los Campos de la Puebla y adyacentes de Huéscar y Puebla. Presenta una superficie total de unos 280 km², de los que unos 170 km² pertenecen a las sierras. La escorrentía superficial es escasa y se restringe a los ríos Huéscar y rambla de la Puebla. Destacan las poblaciones de Huéscar (10700 habitantes), Puebla de Don Fadrique (2600 habitantes) y Almaciles (470 habitantes).

El acuífero de La Zarza, con unos 40 km² de superficie, se sitúa, en el extremo nororiental de la provincia de Granada y es limítrofe con las provincias de Murcia y Almería e incluye el conjunto carbonatado denominado Sierra de La Zarza y Cerro de la Cruz sin existir en sus inmediaciones núcleos de consideración y ninguno dentro de la Comunidad Andaluza.

El conjunto de Orce-María-detrítico de Cúllar-Baza se enmarca entre la planicie del Guadiana Menor al norte y la Sierra de las Estancias al sur con un desarrollo que supera los 35 km de longitud y los 5-10 km de anchura. Hay una gran diferencia morfológica entre los bordes meridional y oriental de las sierras de Orce-María más escarpados, y los bordes septentrional y occidental con relieves suavizados que enlazan con las planicies de Orce y Cúllar. Entre las elevaciones destacan las cumbres de

María (2044 m s.n.m.), Cabezo (1948 m s.n.m.) y otras que superan los 1600 metros (Perea, Argerín, Lastra, Maimón, etc.). Al igual que en el sector de La Puebla, la escasez de cursos superficiales es notable. En su entorno se asientan poblaciones destacadas como la de Orce (1730 habitantes), Galera (1700 habitantes), Cúllar (4325 habitantes) y El Margen (446 habitantes) y, en la provincia de Almería las poblaciones de María, Vélez Blanco, Vélez Rubio y Chirivel (unos 12500 habitantes).

2. CONTEXTO GEOLÓGICO

Las alineaciones de Duda-La Sagra constituyen el frente Subbético con una serie jurásica de dolomías, calizas oolíticas y margocalizas, que cabalga hacia el noroeste sobre el Prebético.

Las unidades inmediatas de Montilla-Puebla-Huéscar y de S^a La Zarza están definidas, la primera, por materiales calizo-dolomíticos de la serie jurásica subbética y arenas, gravas y conglomerados del conjunto Pliocuatrnario situado entre Huéscar y la Puebla de Don Fadrique con potencias para los materiales del Lías entre 300-400 m y para los detríticos, variable entre 100-150 m en Huéscar y 30 m en el Llano; y para la segunda, igualmente por carbonatos jurásicos subbéticos y sedimentos postorogénicos pliocenos y cuaternarios con potencias que igualan o superan los 550 m.

Por lo que se refiere al conjunto de Orce-María-detrítico de Cúllar-Baza, globalmente está constituido por materiales carbonatados jurásicos del Subbético interno con un basamento de lutitas y areniscas del Trías, un conjunto calizo-dolomítico Jurásico y una formación superior margosa del Cretácico. En el sector meridional se sitúan materiales, en algunos casos de naturaleza metamórfica, que pertenecen a los dominios Alpujárride y Maláguide de la Zona Bética s.s así como materiales terciarios de la Zona Intermedia; al norte y oeste, depósitos de origen fluvial y lacustre de la depresión Neógena de Guadix-Baza con potencias en los bordes que superan el centenar de metros (a destacar por su extensión e importancia hidrogeológica los afloramientos de conglomerados, arenas y limos).

Estructuralmente las Sierras de Orce-María se enmarcan como una unidad alóctona emplazada sobre margas del Subbético y Zona Intermedia tomando como base un cabalgamiento observable entre María y Vélez Rubio.

Entre los depósitos cuaternarios tipo conos aluviales o canchales, destaca la potencia al sur de la sierra, superior a 50 m. Enlazan con costras calcáreas y limos rojos en los páramos de Cúllar-Chirivel y Orce.



Porcentaje correspondiente por provincias del total aflorante del acuífero

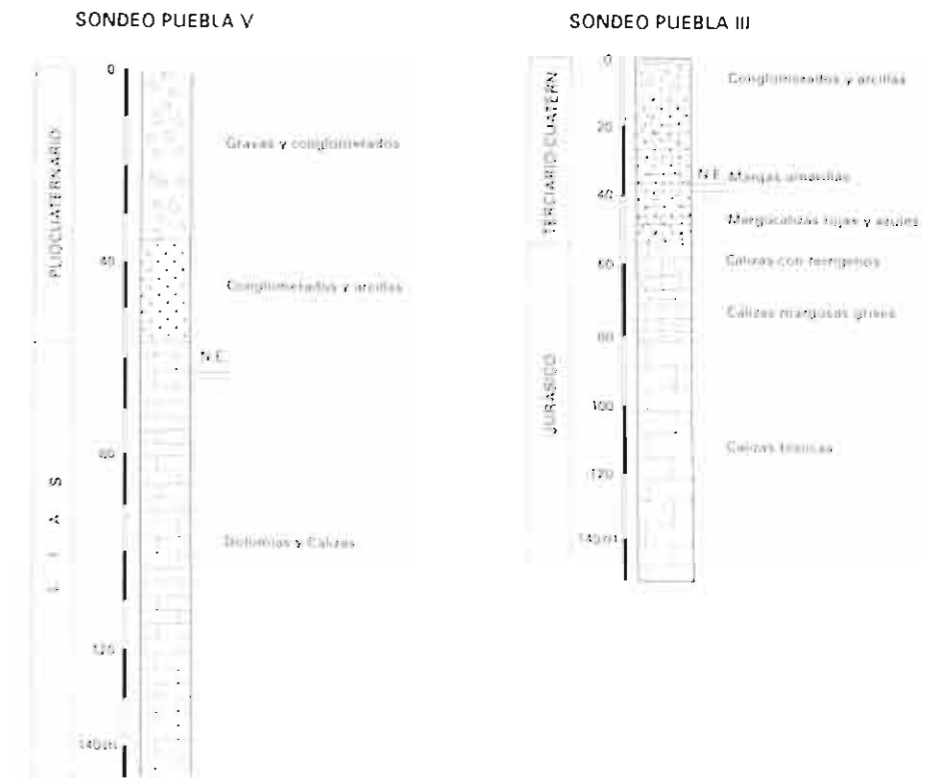
Provincia	1	2	3	4	5
ALMERÍA	1	1	1	1	1
CÁDIZ					
CÓRDOBA					
GRANADA					
JAÉN					
HUELVA					
MÁLAGA					
SEVILLA					

3. CONTEXTO HIDROGEOLÓGICO

Para los acuíferos de Duda-La Sagra es de suponer como sustrato impermeable el Trías germano-andaluz. Los límites hidrogeológicos por el oeste vienen impuestos por formaciones arcillo-margosas del Mioceno-Plioceno y margas-margocalizas cretácicas; y por el este, por materiales del Plioceno y Cuaternario. Las salidas se producen por diferentes manantiales así como aportaciones al cauce del río Guadal pudiendo diferenciarse tres acuíferos: el sector de la Sierra de Duda-Loma del Perro con salidas por manantial a cotas entre 950-980 m s.n.m. y al río Raigadas (fuentes del Piojo al norte, del Cortijo de Duda y los Ruices al sur); el sector de la Sierra de Moncayo; y el sector de la Sierra de La Sagra con la salida de la Cueva del Agua.

En Montilla-Puebla-Huéscar la conexión hidráulica entre materiales carbonatados y detríticos es manifiesta. Las descargas más relevantes se producen a través de los manantiales de Fuencaliente (350-500 l/s) y Parpacén (100-200 l/s), salidas en detríticos de borde conectados con el acuífero principal carbonatado. Los límites vienen marcados por el cabalgamiento de los materiales del Subbético interno sobre los margosos de la Zona Intermedia, esto es, el sustrato impermeable y por el contacto mecánico con materiales triásicos.

COLUMNAS LITOLÓGICAS DE LOS SONDEOS PUEBLA V Y PUEBLA III



La piezometría varía de 920 m s.n.m. en el sector meridional (manantiales de Parpacén y Fuencaliente) a 1170 m s.n.m. en el septentrional y 950-960 m s.n.m. en el Llano de La Puebla, con un gradiente hidráulico del 0,23% y una dirección de flujo norte-sur. En total se puede decir que existen unos 15 puntos en su mayoría sondeos, con extracciones significativas. Los sondeos, sin explotación actual, realizados en el Proyecto FAO-IGME pueden dar rendimientos del orden de 50 l/s para descensos entre 5 y 10 m. Puede hablarse de una transmisividad entre 5×10^{-1} y

$5 \times 10^{-2} \text{ m/s}$, un coeficiente de almacenamiento entre 10^{-4} y 10^{-2} , y una permeabilidad entre 8×10^{-4} y 10^{-1} m/s .

En el acuífero de la Zarza existe cierta conexión entre los conglomerados pliocenos, los piedemontes y el acuífero calcáreo. El sustrato debe estar constituido por materiales triásicos o en el sector nororiental por margas cretácico-terciarias. Los límites laterales estarían formados por limos, yesos y arcillas del Plioceno. Hay que señalar la presencia de dos sondeos realizados en el Proyecto del Guadalquivir (P-III y B-II) con profundidades cercanas a los 150 m, únicos existentes sobre el acuífero pero sin explotación actual. De ellos se puede desprender que las transmisividades se sitúan entre 5×10^{-2} y 10^{-1} m/s y el coeficiente de almacenamiento es del orden de 10^{-1} . La piezometría viene señalada por la cota del manantial de Bugéjar (1050 m s.n.m.).

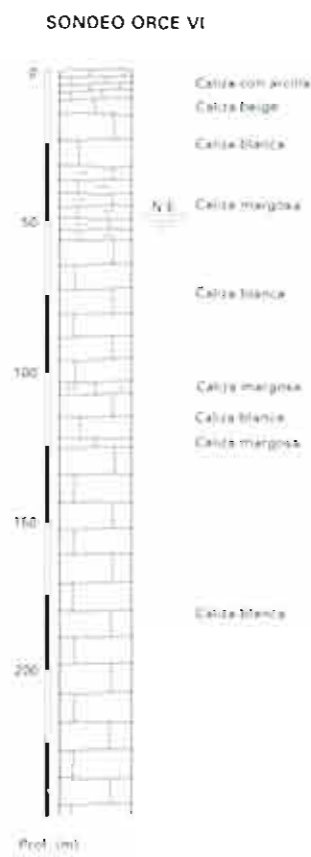
Por lo que se refiere al conjunto de Orce-María y el detrítico de Cúllar el acuífero principal lo forman los relieves carbonatados de las Sierras de Orce-María; si bien resaltar el detrítico de Cúllar-Baza-El Margen y la presencia del afloramiento detrítico de Venta Quemada a la vez que una conexión más o menos evidente del sector de Las Vertientes con el detrítico de Cúllar-Baza.

La piezometría de la zona refleja la continuidad hidráulica entre el acuífero de Cúllar-Baza y el de la Sierra de Orce así como el salto piezométrico existente entre el Cuaternario de Las vertientes (acuífero de Chirivel) y Sierra de Orce. Se sitúan diferentes divisorias hidrogeológicas que se señalan en el plano hidrogeológico adjunto. Los gradientes hidráulicos en la sierra son menores del 0,2%, en el detrítico de Cúllar-Baza oscilan entre 1,3-2% y en Chirivel son del orden del 2,5%.

La cota de la superficie piezométrica al este de Orce, en un conjunto destacado de siete sondeos, debe situarse entre 940-945 m s.n.m. La transmisividad en el sector de Orce podría estar comprendida entre 10^{-1} y 10^{-2} m/s y el coeficiente de almacenamiento cerca de 10^{-1} . En el sector de María la transmisividad podría estar, entre $8,5 \times 10^{-2}$ y $2,4 \times 10^{-1} \text{ m/s}$. Se puede hablar para el detrítico de Cúllar y el detrítico de Vertientes de transmisividades entre 169 y 276 m²/día.

La mayoría de los puntos de agua relacionados con el conjunto de Orce-María se localizan en el extremo oriental y al este de Orce. Son de destacar, en la provincia de Almería, las surgencias de Vélez Blanco con un caudal global de unos 50 l/s y en la ladera del Maimón tres manantiales que totalizan 120 l/s a cotas entre 1050-1100 m s.n.m.

En El Margen, Fuente Nueva-Venta Micena se localizan gran parte de los sondeos del conjunto acuífero; en El Margen los sondeos no llegan a superar los 100 m de profundidad y se da el caso frecuente de ser surgentes. Respecto a las salidas en evidente relación con el detrítico de los bordes de la Sierra, son de destacar los manantiales de Fuencaliente de Orce y Siete Fuentes, con caudales medios del orden de 85 y 45 l/s; y las salidas difu-



Manantial de Fuencaliente de Huéscar, principal surgencia del acuífero de Montilla-Puebla-Hués-car. (43)

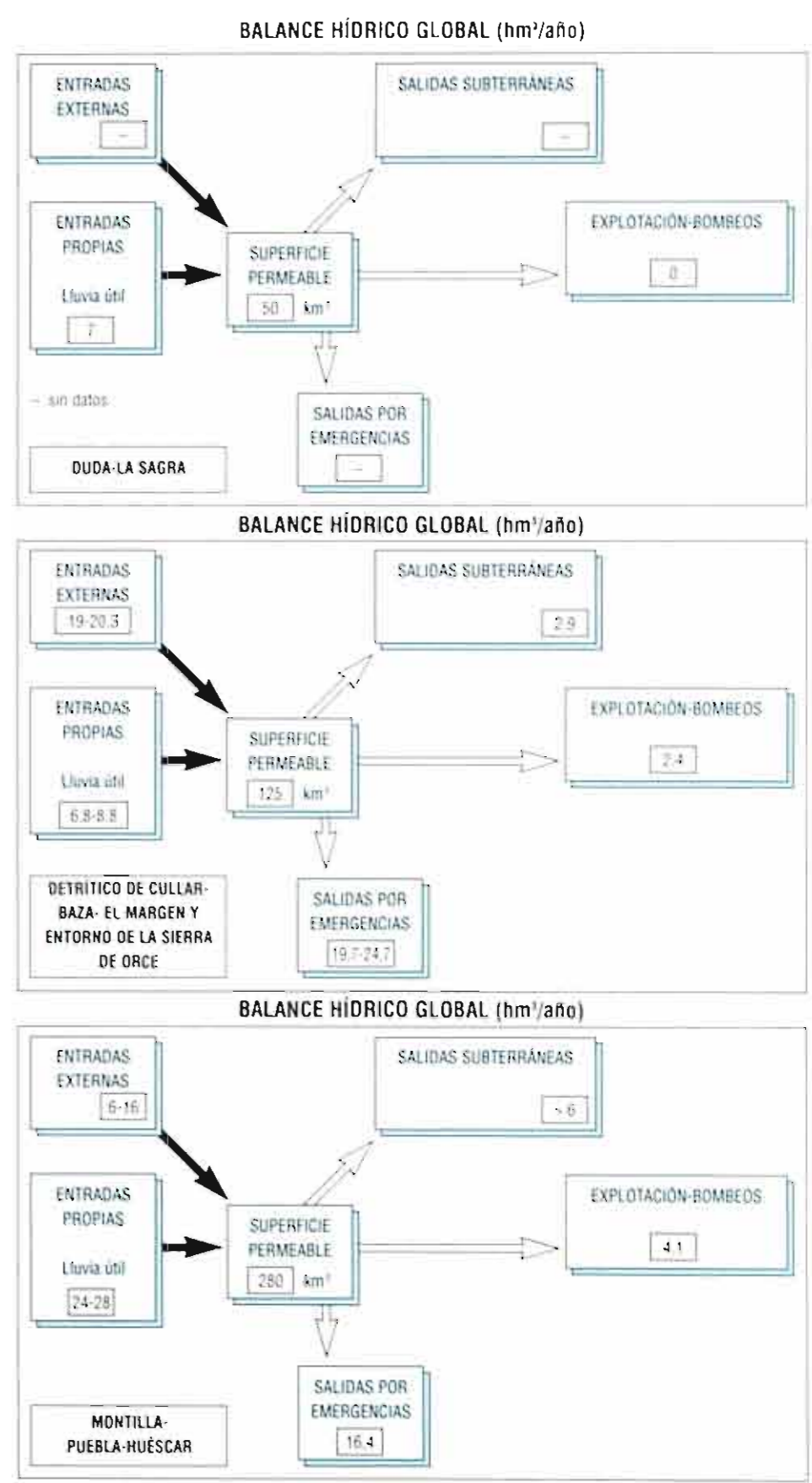


Manantial de Bugéjar, único drenas visible del acuífero de La Zarza. (44)

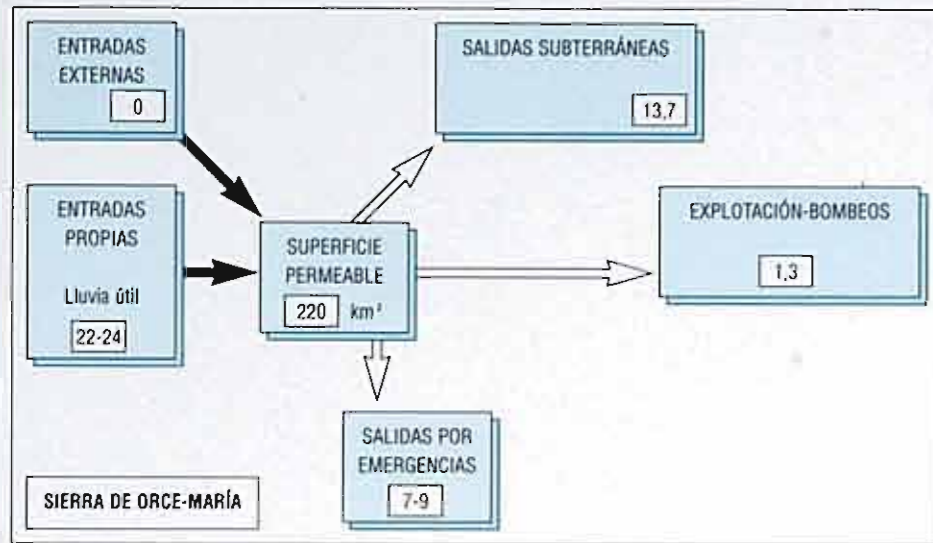
4. EXPLOTACIÓN Y BALANCE

Las entradas al conjunto de acuíferos se producen, en gran parte, a través de la infiltración del agua de lluvia. Para Duda-La Sagra la media anual se sitúa entre 450 y 1050 mm; para Montilla-Puebla-Hués-car, entre

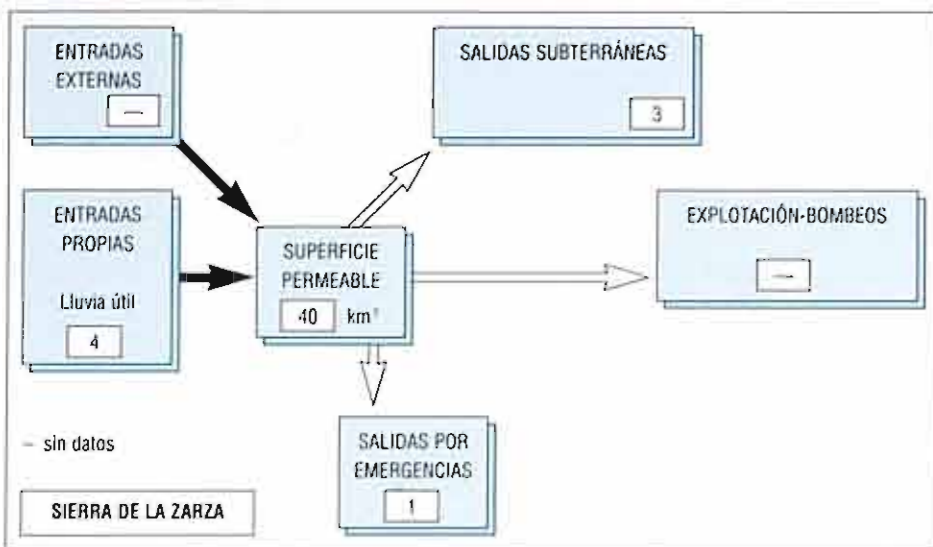
550 mm al norte de Puebla a menos de 350 mm al sur de Huéscar para La Zarza entre los 388 mm y los 336 mm; y para Orce-María-Cúllar entre los 300 mm en Las Vertientes, a superar los 450 mm en la Sierra de María (con una precipitación media del orden de 346 mm).



BALANCE HÍDRICO GLOBAL (hm³/año)



BALANCE HÍDRICO GLOBAL (hm³/año)



5. HIDROQUÍMICA, CALIDAD Y CONTAMINACIÓN

En Duda-La Sagra, las aguas son de buena calidad y su facies bicarbonatada cálcica con un contenido en sales menor de 300 mg/l.

En Montilla-Puebla-Hués-car la facies predominante es bicarbonatada cálcico-magnésica aumentando la concentración de sales de norte (salinidad menor de 250 mg/l) a sur en relación con la dirección del flujo, haciéndose sulfatadas las aguas. Así, el manantial de Parpacén presenta sólidos disueltos de 800 mg/l con una facies sulfatada-bicarbonatada magnésico-cálcica y Fuencaliente unos sólidos disueltos de 1000 mg/l con una facies parecida.

En el acuífero de La Zarza la facies es sulfatada cálcica y el residuo seco en el manantial Bugéjar alcanza el valor de 650 mg/l.

Por lo que se refiere al conjunto de Orce-María y detrítico de Cúllar-Baza podrían distinguirse tres grupos de aguas: facies bicarbonatadas a sulfatadas cálcico-magnésicas, sulfatadas-cloruradas cálcico-magnésicas y bicarbonatadas magnésicas.

En el primer grupo se sitúan las aguas del acuífero de Orce-María así como las relacionadas con calcilutitas y calizas del acuífero de Cúllar-Baza. En el extremo de facies bicarbonatadas se ubican las muestras de Sierra María, mientras que en el de facies sulfatadas se sitúan las muestras del río Orce, Venta Micena y Fuente Nueva. La facies sulfatada-clorurada-cálcico-magnésica se asocia de forma exclusiva al acuífero de Cúllar-Baza y la familia de facies bicarbonatada-magnésica corresponde a los análisis de las captaciones de Chirivel. El contenido salino de las aguas de la unidad de Orce-María alcanza valores del orden de 180 mg/l en el sector meridional a 800 mg/l en el septentrional.

6. PROBLEMÁTICA EXISTENTE Y PAUTAS PARA UNA ADECUADA OPTIMIZACIÓN Y GESTIÓN

En la unidad de Duda-La Sagra, la presencia del embalse de San Clemente regulará gran parte de las aportaciones subterráneas; si bien la regulación de algunos de los manantiales podría contribuir a mejorar, en su caso, la disponibilidad del recurso en otros sectores de la unidad.

La mayor parte de las salidas de Montilla-Puebla-Hués-car por el borde meridional, están reguladas por el embalse del Negratín. No obstante la situación estratégica de los sondeos antiguos de la FAO en el Llano de la Puebla permitirían en su caso, dotar mediante aguas subterráneas parte de una hipotética demanda de agua en la zona. Por otra parte, la información actualizada de que se dispone, permite aconsejar la remodelación de los límites de la antigua zona de control n° 9 de Orce-Hués-car (Decreto 735/71) extendiendo sus bordes hacia Almaciles, noroeste de Puebla y noroeste de Alcántin así como incluir otros sectores de la Sierra de Orce.

Por lo que se refiere a la unidad de La Zarza decir que dada la potencial demanda de riego en el Llano de la Puebla, cabe considerar la explotación de los sondeos ya existentes, que podrían alcanzar los 220 l/s. Así, si se plantearan hipotéticamente cinco meses de bombeo, las extracciones totales alcanzarían 2,8 hm³/año con lo que se podría satisfacer el riego aproximado de unas 350 ha para una dotación de 8000 m³/ha/año. Este volumen de extracciones en su caso se debería alcanzar de forma paulatina y acompañarse de un sistema de seguimiento automatizado.

La demanda para agricultura en la zona limítrofe al conjunto de Orce-María y detrítico de Cúllar Baza es notable. En la provincia de Granada los tres municipios incluidos (Orce, Galera y Cúllar) totalizan 2559 ha de regadío de las que 2200 ha se riegan con agua procedente de la Sierra de Orce-detrítico de Cúllar; si bien el riego está poco desarrollado. La demanda hídrica de la zona se cifra en 0,44 l/s/ha para una dotación unitaria de 7000 m³/ha/año según las dotaciones utilizadas en el Plan de Aprovechamiento Integral de las Aguas de la Comarca de Baza-Hués-car. En conjunto, las necesidades hídricas para uso urbano y agrícola, en clara relación con el acuífero (incluyendo la demanda de 400 nuevas hectáreas previstas en el mencionado Plan de la Provincia

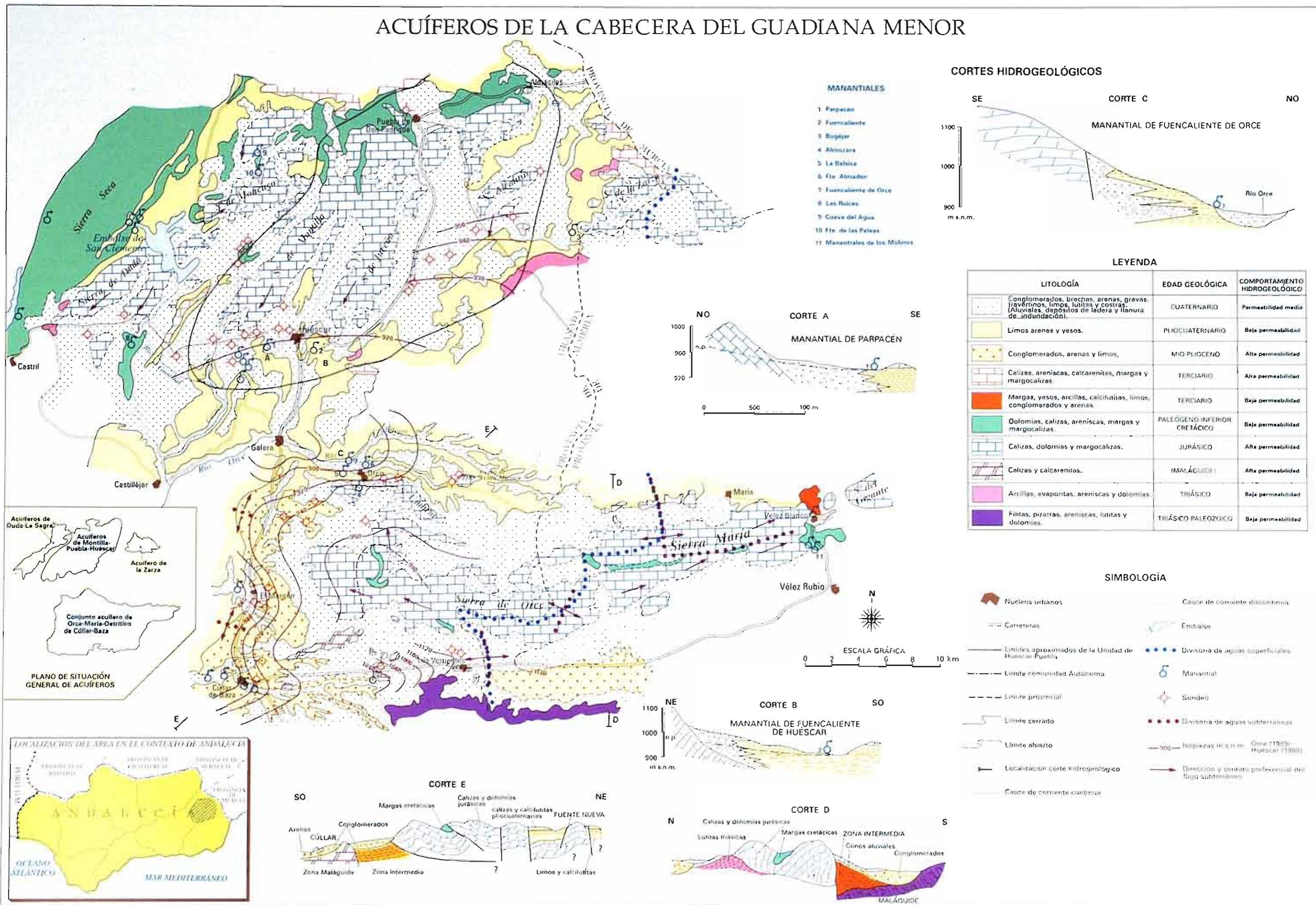
de Granada) ascenderían a 16,12 hm³/año, de los que los recursos hídricos utilizados para cubrir esta demanda alcanzan tan solo la mitad, por lo que el déficit queda cifrado en 8 hm³/año, centrados mayoritariamente en el área de nuevos regadíos y en El Margen. Del Cuadro de balances se desprende que las posibilidades de satisfacer la demanda es clara, al menos de forma parcial, con recursos subterráneos procedentes del acuífero de Orce y el detrítico de Cúllar-El Margen.



Superficies de regadío situadas en el Llano de la Puebla que utilizan aguas subterráneas procedentes del acuífero de Montilla-Puebla-Hués-car. (4)

Otro sector cuyo desarrollo agrícola dependerá de la explotación a que se vea sometida la unidad, es la Comarca de Los Velez declarada como Reforma Agraria. La comarca con una superficie con estructura de riego de unas 2223 ha depende en la actualidad de la descarga en forma natural de una serie de manantiales entre los que destaca la Fuente de Los Molinos (Maimón). En concreto, en el sector de la rambla de Chirivel se concentra la mayor demanda para riego por lo que se han desarrollado diferentes estudios hidrogeológicos dentro del Plan de actuaciones previsto en el Convenio de Colaboración IARA-ITGE. En concreto para la rambla de Chirivel se ha estudiado la posibilidad de utilizar el acuífero detrítico como regulador natural de las aportaciones de la cuenca y de la formación aluvial, realización de pantallas impermeables en la rambla que provoquen una recarga inducida, estudio de la regulación del manantial de Los Molinos, etc.

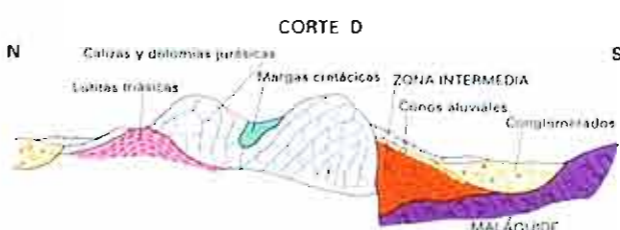
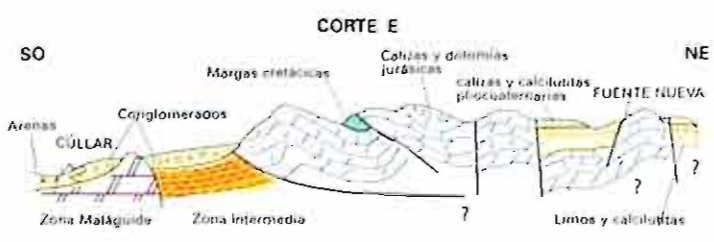
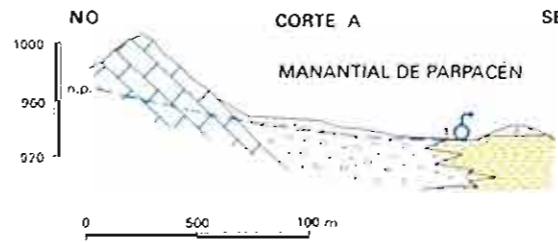
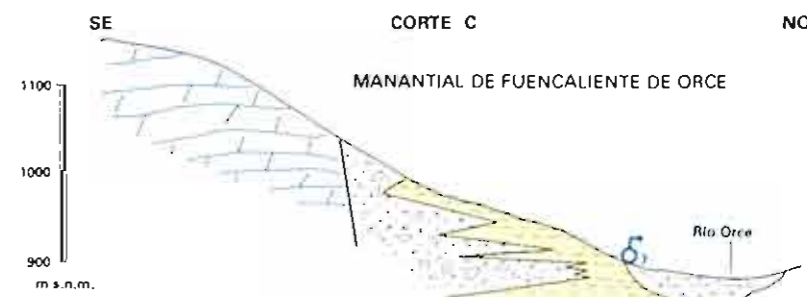
ACUÍFEROS DE LA CABECERA DEL GUADIANA MENOR



MANANTIALES

- 1 Parpacén
- 2 Fuencaliente
- 3 Bugéjar
- 4 Almozara
- 5 La Balusa
- 6 Fte. Almadén
- 7 Fuencaliente de Orce
- 8 Les Rubices
- 9 Cueva del Agua
- 10 Fte. de las Paleas
- 11 Manantiales de los Molinos

CORTES HIDROGEOLOGICOS



LEYENDA

LITOLÓGIA	EDAD GEOLÓGICA	COMPORTAMIENTO HIDROGEOLOGICO
Conglomerados, brechas, arenas, gravas (arvénicos, limps, lutitas y costras) (Aluviales, depósitos de ladera y llanura de inundación).	CUATERNARIO	Permeabilidad media
Limos arenas y yesos.	PLIOCUATERNARIO	Baja permeabilidad
Conglomerados, arenas y limos.	MIO PLOCENO	Alta permeabilidad
Calizas, areniscas, calcarenitas, margas y margocalizas.	TERCIARIO	Alta permeabilidad
Margas, yesos, arcillas, calcilutitas, limos, conglomerados y arenias.	TERCIARIO	Baja permeabilidad
Dolomías, calizas, areniscas, margas y margocalizas.	PALEÓGENO INFERIOR CRETÁCICO	Baja permeabilidad
Calizas, dolomías y margocalizas.	JURÁSICO	Alta permeabilidad
Calizas y calcarenitas.	IMALÁGUIDE	Alta permeabilidad
Arcillas, evaporitas, areniscas y dolomías.	TRIÁSICO	Baja permeabilidad
Fuirtas, pizarras, areniscas, lutitas y dolomías.	TRIÁSICO PALEOZOICO	Baja permeabilidad

SIMBOLOGÍA

- Núcleos urbanos
- Carreteras
- Límites aproximados de la Unidad de Huescar-Puente
- Límite comunidad Autónoma
- Límite provincial
- Límite cerrado
- Límite abierto
- Localización corte hidrogeológico
- Cauce de corriente continua
- Cauce de corriente discontinua
- Enchufe
- División de aguas superficiales
- Manantial
- Sondeo
- División de aguas subterráneas
- Isoetas m s.n.m. Orca (1959) Huescar (1988)
- Dirección y sentido preferencial del flujo subterráneo

