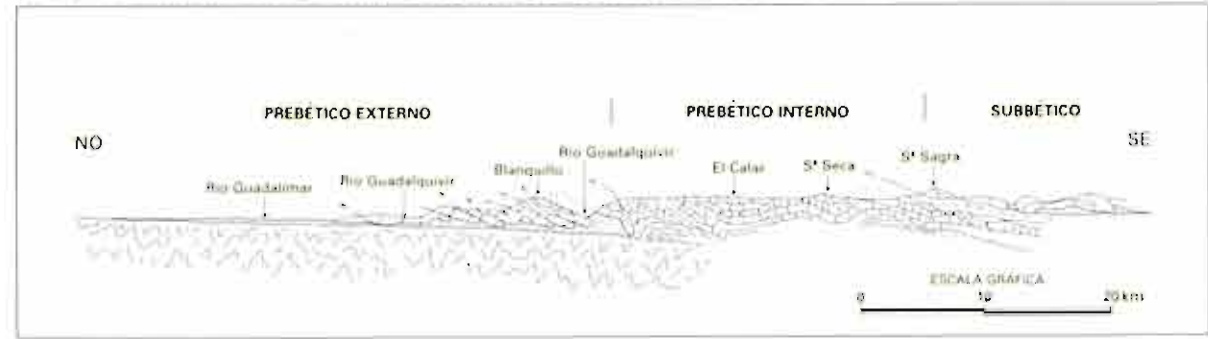


Acuíferos del Alto Guadalquivir

Porcentaje correspondiente por provincias del total afluyente del acuífero

| | 2 | 4 | 3 | 4 | | 2 | 4 | 3 | 4 |
|---------|---|---|---|---|--|---|---|---|---|
| ALMERÍA | | | | | | | | | |
| CÁDIZ | | | | | | | | | |
| CÓRDOBA | | | | | | | | | |
| GRANADA | | | | | | | | | |
| JAÉN | | | | | | | | | |
| HUELVA | | | | | | | | | |
| MÁLAGA | | | | | | | | | |
| SEVILLA | | | | | | | | | |

CORTE GEOLÓGICO ESQUEMÁTICO EN EL ALTO GUADALQUIVIR MOSTRANDO LAS PRINCIPALES ESTRUCTURAS



1. SÍNTESIS GEOGRÁFICA

Los sistemas montañosos agrupados bajo la denominación de Sierras de Cazorla y Segura, están situados en el extremo nororiental de Andalucía, en el límite de las provincias de Jaén, Granada y Albacete (acuíferos del Alto Guadalquivir). Los restantes acuíferos se alinean en una banda, de 40 km de longitud, a lo largo del límite de las provincias de Granada y Jaén: desde Zújar al este, hasta Pedro Martínez al oeste. Los elementos más meridionales de este conjunto, corresponden a relieves modestos que se elevan en el seno de la Depresión de Guadix-Baza; están incluidos en este grupo el Cerro de Jabalcón (1494 m, sector de Zújar-Baza) y los relieves de El Mencal (1477 m), La Serreta (1138 m), y la Sierra de Alicún de Ortega (1070 m), situados entre esta última población y la ya mencionada de Pedro Martínez.

Las Sierras de Cazorla y Segura, con cumbres que superan los 2000 m (Tornajuelos, 2133 m; Cabañas, 2028 m; etc.), constituyen la divisoria entre las cuencas del Guadalquivir y del Segura. De este modo, las estribaciones nororientales de la Sierra del Segura son drenadas por el río Segura y sus afluentes Madera y Frío, cuyas cuencas están reguladas por los embalses de Anchuricas y La Novia (o La Vieja). La parte noroccidental pertenece a la cuenca del Alto Guadalquivir, cuyos afluentes más importantes por la margen derecha son el Borosa, Aguasmulas y Guadalimar, y por la margen izquierda el Aguascebas, el río de la Vega y el río de Quesada; en este sector, las obras de regulación superficial más importantes son el embalse de Guadalmena en el río Guadalimar y el del Tranco de Beas en el propio curso del Guadalquivir. El borde meridional de estos importantes relieves es drenado por el Gadiana Menor, afluente del Guadalquivir, y sus afluentes por la margen derecha, que, de oeste a este, son el Ceal, el Guadalentín, el Castril, el Guardal y el Bravatas.

Los elementos más meridionales se encuentran en la cuenca del Gadiana Menor; el Jabalcón a orillas de este río, el Mencal y la Serreta en la cuenca del río Fardes y la Sierra de Alicún de Ortega a orillas del río Guadahortuna, afluentes ambos por la margen izquierda. Los embalses más importantes de este sector son el del Negratín, en el río Gadiana Menor, el de la Bolera en el Guadalentín y el de San Clemente en el río Guardal.

2. CONTEXTO GEOLÓGICO

Los acuíferos incluidos en este conjunto pertenecen a dominios geológicos muy diferentes: los de las Sierras de Cazorla y Segura representan el



Panorámica del sector septentrional de la Sierra del Segura desde el alto del Yelmo (1809 m s.n.m.), a la izquierda, el núcleo de Segura de la Sierra. (36)

Prebético (externo e interno) y las unidades carbonatadas dispersas constituyen elementos atribuibles al Subbético, si bien algunos autores han incluido al Jabalcón en el dominio de la Dorsal Bética (DURAND DELGA y FOUCAULT, 1968).

Acuíferos del Alto Guadalquivir

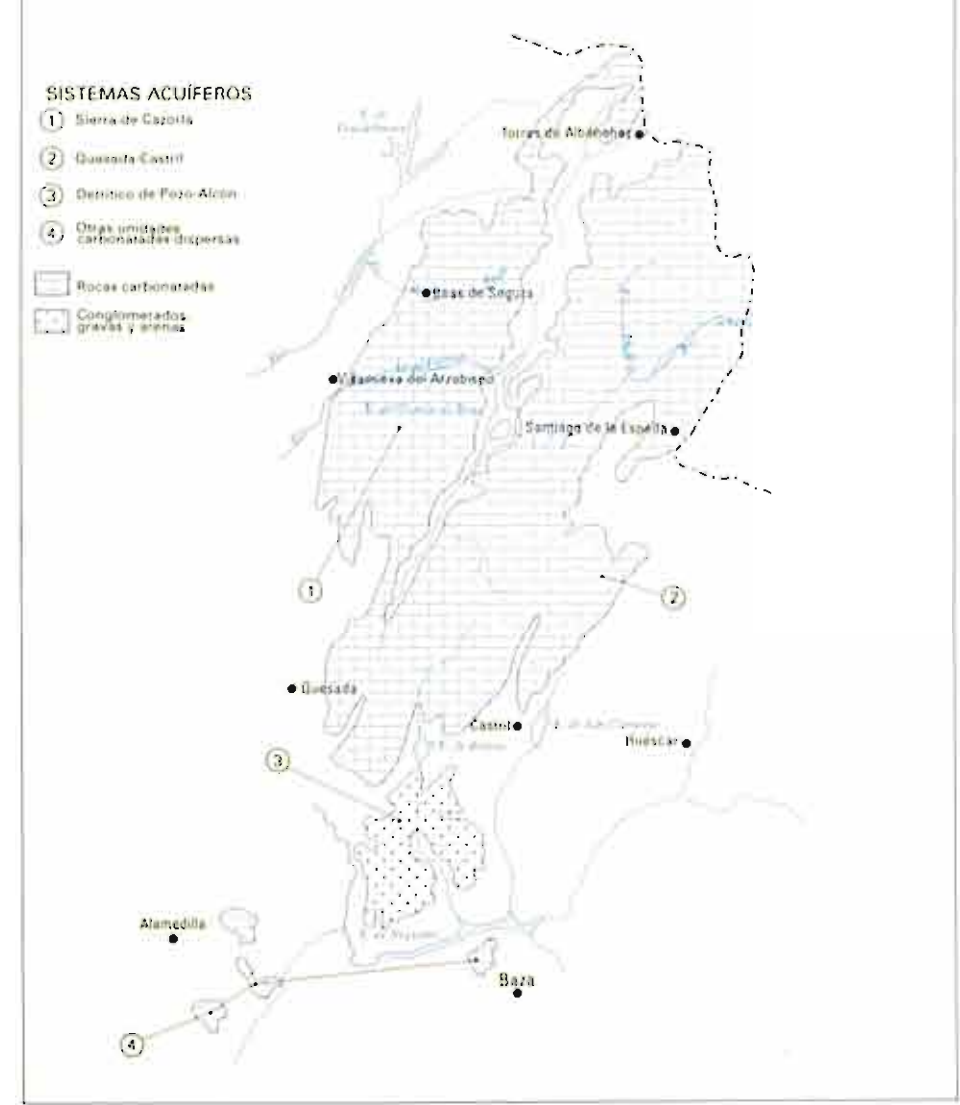
Las Sierras de Cazorla y Segura representan, respectivamente, el Prebético externo e interno.

En la Sierra de Cazorla afloran casi exclusivamente materiales jurásicos. La sucesión estratigráfica descansa sobre las arcillas y margas triásicas de la Formación Hornos-Siles y está constituida, de muro a techo, por los siguientes términos: un tramo dolomítico calizo del Lías-Dogger (180-400 m), un paquete de calizas nodulosas oxiordienses (15-20 m) y, finalmente, un conjunto de calizas, margocalizas y margas del Kimmeridgiense inferior, de hasta 100 metros de espesor. Los escasos afloramientos cretácicos corresponden a dolomías pardas del Vraconiense-Cenomaniense, que alcanzan una poten-

cia máxima de 30 metros. La Sierra de Cazorla presenta una estructura de fallas inversas (escamas), de dirección NNE-SSO y vergencia hacia el oeste.

La sucesión estratigráfica del Prebético interno es más potente y completa, sobre todo hacia el sureste, con predominio de los afloramientos cretácicos y un Paleógeno marino bien representado. El Jurásico muestra facies similares a las del Prebético externo y sólo aflora en el borde occi-

PLANO DE SITUACION GENERAL DE ACUIFEROS



dental de la Sierra de Segura. Al tránsito Jurásico-Cretácico corresponde un potente tramo dolomítico-calizo, de facies "Purbeck", que aflora extensamente en la Sierra del Pozo. El Cretácico inferior está constituido por una alternancia de niveles calizos, margosos, arenosos y dolomíticos que, hacia el sur (Sierras de Castril y Seca), presenta un cambio lateral de facies a materiales carbonatados. En el Cretácico superior predominan los materiales carbonatados: el paquete dolomítico del Cenomaniense-Turonense y las calizas, muy karstificadas, del Senoniense inferior. El Terciario pre-tectónico está constituido mayoritariamente por calizas, a menudo arenosas, y margas; en el Mioceno post-tectónico abundan los materiales detríticos. La potente sucesión del Prebético interno está afectada por pliegues de dirección N20-30E, vergentes hacia el ONO, y por importantes fallas, cuyas superficies presentan direcciones paralelas a los ejes de los pliegues, en el caso de las fallas normales e inversas, y perpendiculares a aquellos en el caso de las fallas de desgarre.

Unidades Carbonatadas dispersas

El Mencil, La Serreta y la Sierra de Alicún de Ortega constituyen estructuras en domo en las que afloran calizas y dolomías del Lías, que pertenecen al Dominio Subbético medio, rodeadas de materiales post-orogénicos de la Depresión de Guadix-Baza.

El Jabalcón presenta una situación geológica similar, pero su filiación ha sido más controvertida. Su secuencia incluye, además de calizas y dolomías jurásicas, reducidos afloramientos de materiales cretácicos y paleógenos que han sugerido a algunos autores su pertenencia a la Dorsal Bética (DURAND DELGA y FOLCAULT, op. cit.). La estructura general corresponde a un sinclinal, de dirección aproximada N-S, pero existen fallas inversas con vergencia sur.

3. CONTEXTO HIDROGEOLÓGICO

Acuíferos del Alto Guadalquivir

En la serie estratigráfica del Prebético existen varios tramos permeables, que afloran en forma de bandas alargadas en dirección NNE-SSO, de manera que hacia las partes más internas del macizo predominan los materiales más modernos.

El principal acuífero de la Sierra de Cazorla está constituido por las calizas y dolomías del Lías-Dogger, cuyos afloramientos ocupan una superficie cercana a 350 km². La estructura en escamas produce una complicada compartimentación del acuífero y da lugar a la existencia de sistemas hidrogeológicos de limitada extensión y de geometría difícil de definir. A pesar de ello, el análisis de isótopos estables sugiere una conexión hidráulica en profundidad, al menos entre determinados sistemas de la parte meridional de la unidad (ITGE-Universidad de Granada, 1990).

En la Sierra de Segura, el acuífero principal corresponde a las dolomías del Cenomaniense-Turonense que, con una potencia próxima a los 300-400 m, se presentan en afloramientos extensos. Sobre estas se sitúan, sucesivamente: a) un paquete calizo, de hasta 100 m de potencia, del Senoniense inferior, que solo aflora en las proximidades del valle del Segura, b) un tramo calizo, el Eoceno, que llega a alcanzar una potencia de 150 m en la Sierra de Guillimona, y, finalmente, c) otro paquete de calizas, del Mioceno, que sobrepasa los 100 m de espesor en los alrededores de Santiago de la Espada. Aunque en la base de los tramos carbonatados terciarios suele haber materiales detríticos, sólo en la Sierra de Guillimona

constituyen un acuífero desconectado del acuífero principal del Cretácico superior. En las Sierras de Castril y Seca existe, además, un importante nivel acuífero carbonatado, de edad Barremiense-Albiense, que llega a superar los 500 m de potencia. Otro nivel acuífero significativo, característico de la Sierra del Pozo, es el conjunto dolomítico-calizo, de edad Portlandiense-Valangiense inferior, con un espesor próximo a 400 m y afectado por importantes cambios laterales de facies.

La geometría de los acuíferos está condicionada por la tectónica de los pliegues y fallas y por el grado de desmantelamiento del relieve. Así, al norte del cauce del Segura, la erosión ha dado lugar a un relieve invertido, de manera que las elevaciones montañosas, que coinciden con los núcleos sinclinales, están modeladas en los materiales acuíferos del Cretácico superior-Terciario, que constituyen pequeños sistemas colgados. Al sur, el relieve es de tipo jurásico, de forma que los materiales acuíferos afloran extensamente en los núcleos anticlinales (relieves montañosos), lo que da lugar a la existencia de importantes reservas bajo los materiales impermeables de los núcleos sinclinales que coinciden con las áreas deprimidas.



Estación de aforo en el Mancelal de la Natividad (Macizo del Río Guardal) (37)

En las Sierras de Cazorla y Segura, la precipitación, a menudo en forma de nieve, es superior a los 1000 mm de media anual, lo que configura a esta región como una de las más húmedas de Andalucía.

El análisis de isótopos estables ha permitido evaluar la cota media del área de recarga alrededor de los 1200 m en la Sierra de Cazorla; en la Sierra de Segura, dicha cota se ha estimado en torno a 1500-1600 m (ITGE-Universidad de Granada, 1990), que coincide con la de una antigua planicie kárstica, parcialmente desmantelada por la erosión actual, y cuyo máximo exponente es la cuenca endorreica del Pinar Negro, de vital importancia en la recarga de estos sistemas.

A consecuencia de la compleja estructura de la Sierra de Cazorla, existen un gran número de manantiales (más de 500), que surgen a muy diversas cotas (entre 500 y 1400 m). Las principales áreas de descarga están situadas, en el sector meridional, entre 950 y 1100 m, en el sector central a una cota próxima a 550 m y en el norte entre 800 y 880 m.

En la Sierra de Segura, las principales surgencias se sitúan en la mitad sur, con cotas comprendidas entre 950 y 1300 m. Existen 10 importantes

manantiales con caudales medios superiores a los 250 l/s, entre los que destaca el Nacimiento del Castril (1100 l/s).



Nacimiento del río Segura (38)

Unidades carbonatadas dispersas

Los sistemas subbéticos de El Mencil, la Serreta y la Sierra de Alicún de Ortega constituyen estructuras en domo, rodeadas por materiales post-orogénicos del relleno de la Depresión de Guadix-Baza; los materiales permeables están representados por las calizas y dolomías del Lías.

La alimentación de estos sistemas corresponde a la precipitación sobre los afloramientos carbonatados. El drenaje natural conocido tiene lugar por las surgencias termales de Villanueva de las Torres y de Alicún de Ortega, que denotan un nivel piezométrico situado a una cota próxima a 800 m.

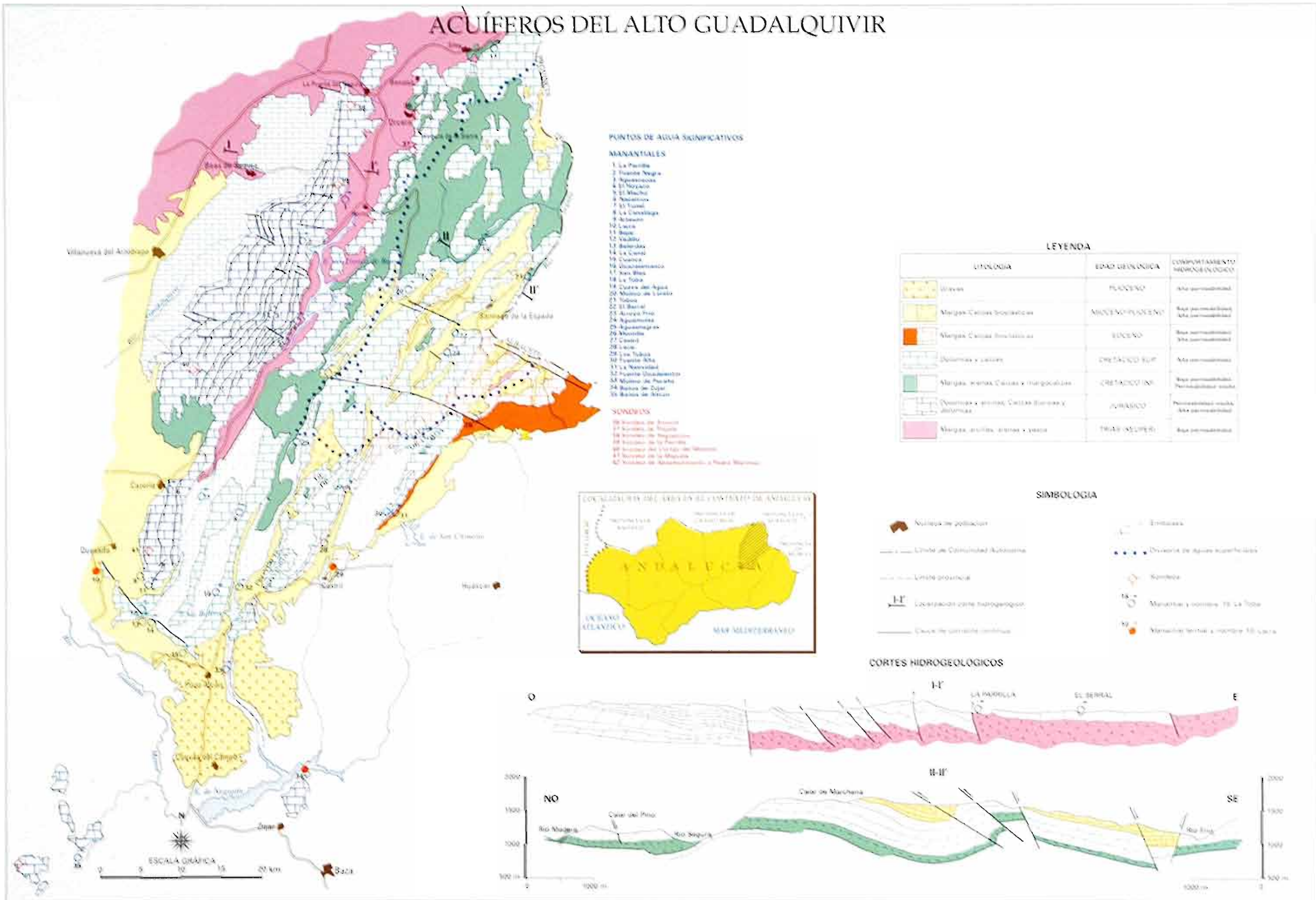
El caso del Jabalcón presenta un especial interés. La superficie ocupada por los afloramientos permeables calizas y dolomías jurásicas es de aproximadamente 5 km², a los que habría que añadir una cifra similar correspondiente a los depósitos de pie de monte acumulados en los bordes del afloramiento. La descarga del sistema no se conoce con exactitud, pero verosimilmente se realiza hacia el río Guadiana Menor, a través de materiales terciarios post-orogénicos. Los únicos manantiales que surgen en relación con materiales de este acuífero son los Baños de Zújar, la Terma Romana y Fuente Amarga, cuyas aportaciones totalizan 6 hm³/año con un marcado carácter termal (37-40°C), una alta salinidad (aproximadamente 5000 mg/l) y una facies clorurada sulfatada sódico-cálcica, lo que sugiere una recarga desde otra unidad.

4. EXPLOTACIÓN Y BALANCE

Las Sierras de Cazorla y Segura tienen una superficie superior a los 2000 km², de los que más de la mitad corresponden a afloramientos carbonatados.

Prácticamente la totalidad de los recursos proceden de la infiltración del agua de precipitación. El estudio hidrogeológico realizado recientemente

ACUÍFEROS DEL ALTO GUADALQUIVIR



PUNTOS DE AGUA SIGNIFICATIVOS

MANANTIALES

1. La Parilla
2. Fuente Negra
3. Argemones
4. El Mozato
5. El Macho
6. San Juan
7. La Catedral
8. Alcazar
9. Lucán
10. Baza
11. Válor
12. Balerías
13. La Canal
14. Cuerva
15. Guadalupe
16. San Blas
17. La Torre
18. Casas del Agua
19. Museo de la Torre
20. La Torre
21. El Barrio
22. Alcazar Prió
23. Argemones
24. Argemones
25. Argemones
26. Argemones
27. Argemones
28. Argemones
29. Argemones
30. Argemones
31. Argemones
32. Argemones
33. Argemones
34. Argemones
35. Argemones

SONDREOS

36. Argemones
37. Argemones
38. Argemones
39. Argemones
40. Argemones
41. Argemones
42. Argemones

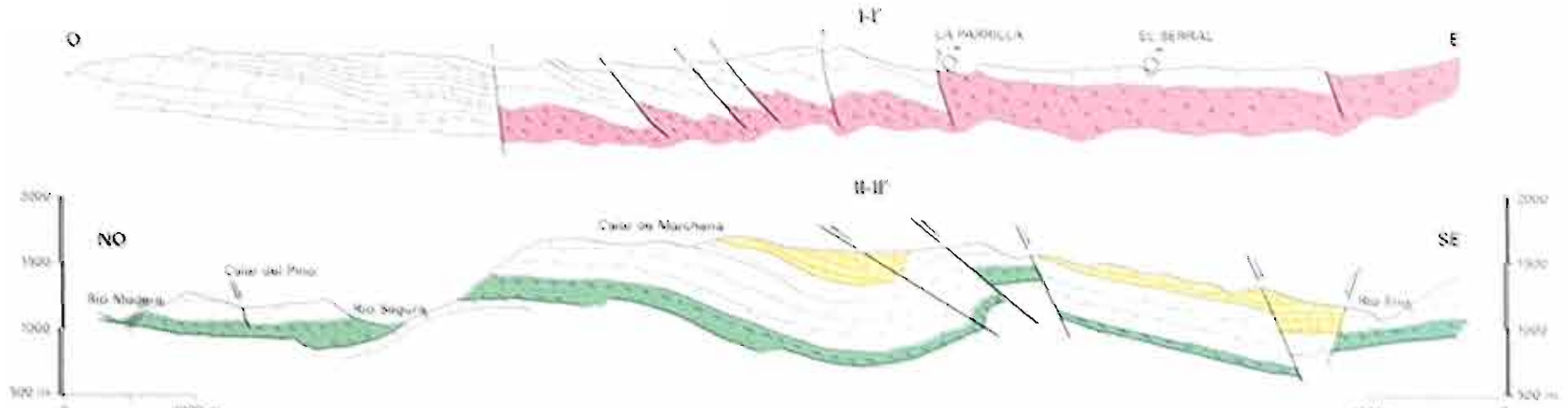
LEYENDA

| LITOLÓGICA | EDAD GEOLÓGICA | COMPORTAMIENTO HIDROGEOLOGICO |
|--------------------|---------------------|-------------------------------|
| [Yellow box] | PLACENO | Baja permeabilidad |
| [Light yellow box] | MIOCENO-PLEISTOCENO | Baja permeabilidad |
| [Orange box] | ESECO | Baja permeabilidad |
| [White box] | CRETACICO SUP. | Baja permeabilidad |
| [Green box] | CRETACICO INF. | Baja permeabilidad |
| [Pink box] | TRIAS- JURASICO | Baja permeabilidad |

SIMBOLOGIA

- Núcleo de población
- Límite de Comunidad Autónoma
- Límite provincial
- Localización zona hidrogeológica
- Límite de unidad litológica
- Entinares
- División de aguas superficiales
- Sondeo
- Manantial y sondeo: 18. La Torre
- Manantial y sondeo: 19. Lucán

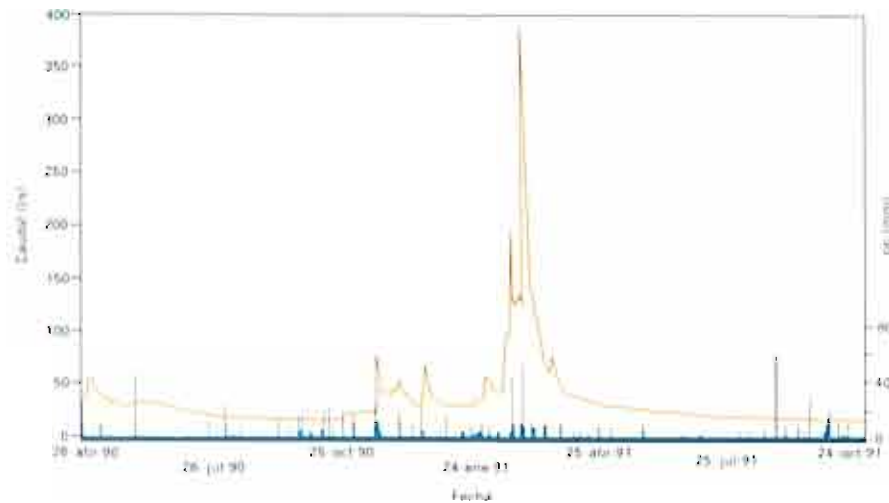
CORTES HIDROGEOLOGICOS



ESCALA GRÁFICA 0 5 10 20 km

(ITGE-Universidad de Granada, 1990)) ha permitido estimar, para los años hidrogeológicos 1989-90 y 1990-91, una precipitación anual media de 1000 mm y una lluvia útil de 500-600 mm; el control foronómico realizado en el mencionado trabajo concluye que la infiltración representa aproximadamente el 50% de la lluvia útil, lo que equivale a una recarga específica comprendida entre 0,25 y 0,30 hm³/año/km².

HIDROGRAMA DE LA FUENTE DEL TEJO, QUE DRENA LA UNIDAD KÁRSTICA DEL ESPINO, EN LA SIERRA DE SEGURA

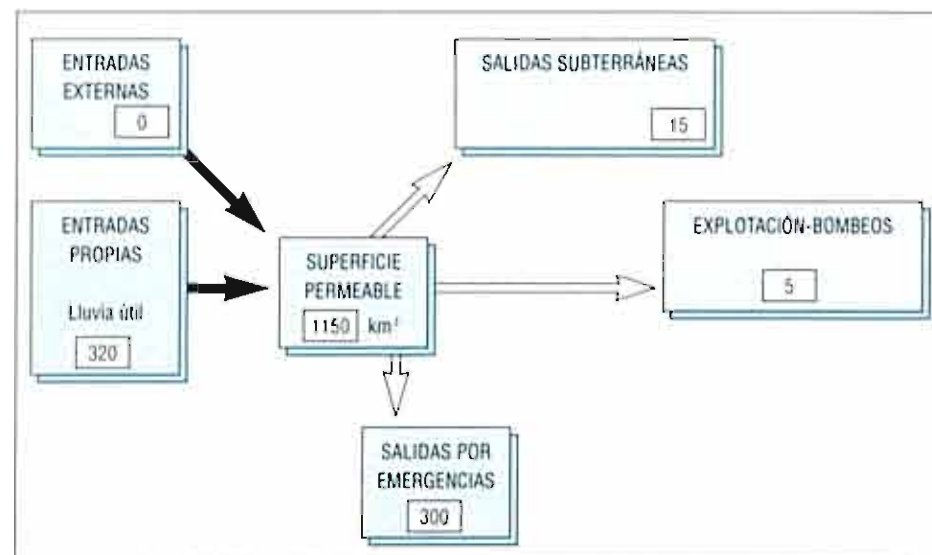


La recarga producida a partir de corrientes superficiales es poco importante. Tan sólo cabe exceptuar la alimentación del embalse de la Bolera al pequeño sistema drenado por el manantial del Molino de Peralta, cercano a la presa, que ha sido evaluada en 25 hm³/año. La situación de este sistema, al sur del borde la unidad, ha aconsejado no considerar estas cifras en el cuadro del balance adjunto.

La descarga del sistema se realiza por numerosas surgencias, cuyas aportaciones totales han sido estimadas en 300 hm³/año (excluido el citado manantial del Molino de Peralta). Las extracciones por bombeo son en conjunto poco importantes: 5 hm³/año.

Estos datos se resumen en el cuadro:

BALANCE HÍDRICO GLOBAL (hm³/año)



La superficie total de afloramientos permeables carbonatados de El Mencil, La Serreta y la Sierra de Alicún de Ortega es del orden de una veintena de kilómetros cuadrados. La recarga pluviométrica estimada es tan sólo de 2 hm³/año, habida cuenta la escasa precipitación en este sector. La explotación por bombeos es del orden de 0,5 hm³/año.

En el caso del Jabalcón, la recarga pluviométrica se ha estimado en 1 hm³/año, para una superficie de afloramientos permeables algo inferior a la decena de kilómetros cuadrados y no existe explotación.

Las surgencias termales asociadas a estas unidades carbonatadas dispersas (Baños de Alicún, Baños de Zújar, etc.) suponen unas aportaciones sensiblemente superiores a la recarga pluviométrica correspondiente y deben ser atribuidas a recursos ajenos. En el caso del Jabalcón, la cuantía de la descarga por los manantiales de los Baños de Zújar es de 6 hm³/año, procedentes posiblemente de la recarga en la Sierra de Baza, situada más al sur.

5. HIDROQUÍMICA, CALIDAD Y CONTAMINACIÓN

Las aguas subterráneas de los acuíferos carbonatados de las Sierras de Cazorla y Segura se caracterizan por su baja mineralización y la homogeneidad de sus hidroclases: bicarbonatadas cálcicas, cálcico-magnésicas y magnésico-cálcicas, según se trate de acuíferos calizos o dolomíticos. Los contenidos en constituyentes mayoritarios varían en los siguientes intervalos:

COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS (mg/l)

| IONES | VALORES |
|--------------|---------|
| Bicarbonatos | 180-500 |
| Cloruros | < 60 |
| Sulfatos | < 140 |
| Calcio | 30-120 |
| Sodio | 5-50 |
| Magnesio | < 40 |

Las aguas más cloruradas corresponden a los manantiales de carácter termal (Los Tubos y Lagra) y las concentraciones máximas de sulfatos pertenecen a sistemas con sustrato arcilloso-evaporítico del Trías germano-andaluz (Belverda, La Canal, El Berral, etc.).

La calidad química de las aguas es excelente para cualquier uso.

La naturaleza carbonatada de los acuíferos de las Sierras de Cazorla y Segura los hace potencialmente vulnerables a la contaminación de las aguas subterráneas, si bien no existen en este momento focos de contaminación significativos, excepción hecha de algún caso aislado de actividades ganaderas (Fuente del Berral) y de vertidos de aguas residuales que discurren sobre el acuífero (río Frio).

En cuanto a las unidades carbonatadas dispersas, el agua es sulfatada cálcica, con una salinidad superior a 1000 mg/l, en los sistemas de Serrezuela-Sierra de Alicún (Baños de Alicún) y bicarbonatada magnésico-cálcica, con contenidos salinos inferiores a 1000 mg/l, en el Mencil.

El agua de los Baños de Zújar es clorurada-sulfatada sódico-cálcica, con un contenido salino próximo a 5000 mg/l.

6. PROBLEMÁTICA EXISTENTE

El área de surgencias de los Baños de Zújar se ha visto inundada por la cola del embalse del Negratín con la consiguiente desaparición de los Baños. En este caso se están realizando trabajos de investigación encaminados a captar las aportaciones termales a una cota superior a la del área inundada.



Aliviadero del embalse del Aguacébal utilizado para el abastecimiento a las fincas de la Loma de Úbeda (390).

7. OPTIMIZACIÓN Y GESTIÓN

Los acuíferos carbonatados del Alto Guadalquivir presentan, en general, una buena regulación natural. A ello se añade la existencia de una red de embalses que regulan las principales cuencas superficiales. En el interior de la Sierra, las demandas son escasas y, normalmente, están satisfechas; sólo en los bordes del macizo existen problemas relacionados con la demanda urbana y agrícola (Loma de Úbeda).

En los sectores pertenecientes a la Depresión de Guadix-Baza, los nuevos sistemas de regulación permitirán satisfacer en mayor medida la fuerte demanda en un área de muy baja precipitación y escasos recursos. En el caso del embalse de San Clemente se prevee incorporar al sistema las aportaciones del Nacimiento del Castril.