

Acuíferos carbonatados de Sierra Morena y Mioceno transgresivo de Base en Córdoba y Sevilla

Acuíferos carbonatados de Sierra Morena

1. SÍNTESIS GEOGRÁFICA

A lo largo de Sierra Morena existen una serie de acuíferos discontinuos, entre los que destacan las barras carbonatadas, que se han agrupado en una unidad hidrogeológica. Si bien los acuíferos ocupan una superficie reducida, las comarcas afectadas alcanzan los 2000 km². La zona es eminentemente montañosa pero de relieves suaves y cotas no muy elevadas (Erillas 896 m, Gibarrayo 749 m, Tiesa 673 m).

Los ríos que cruzan la zona son los afluentes de la margen derecha del Guadalquivir: Guadalmellato, Guadiato, Bembezar, Retortillo, Viar y la Rivera de Cala, algunos de ellos regulados mediante embalses importantes bien construidos o en ejecución.

Sin considerar Córdoba, la densidad de población es muy baja, del orden de los 15 hab/km², las poblaciones más importantes son Constantina y Cazalla de la Sierra y todos los municipios presentan una tendencia demográfica regresiva.

2. CONTEXTO GEOLÓGICO

La zona corresponde al borde sur (Sierra Morena) de la unidad estructural de la Meseta. Se trata de un conjunto montañoso peniplanizado conformado por una larga serie de materiales cuya edad va desde el

Precámbrico hasta el Pérmico, entre los que se intercalan importantes batolitos graníticos. Predominan los materiales de tipo metamórfico (pizarras, mármoles y cuarcitas) con frecuentes intercalaciones de rocas volcánicas.

En general se constata un aumento de intercalaciones arcillosas en sentido este por lo que las zonas de mayor interés hidrogeológico son las que se ubican al oeste del río Retortillo.

Los tramos de cierta permeabilidad que deben tenerse en cuenta en la cartografía son los siguientes:

EDAD	LITOLOGÍA	PERMEABILIDAD
CUATERNARIO	Aluviales	Media-Alta
MIOCENO	Calizas y areniscas	Media
CARBONIFERO-CÁMBRICO	Pudings, areniscas, arcosas	Media
CÁMBRICO	Calizas bioclásticas	Media-Alta
CÁMBRICO	Calizas y dolomías con pizarras	Media
PRECÁMBRICO-CÁMBRICO	Metavulcanitas ácidas: Tobas	Media-Alta
PRECÁMBRICO-CÁMBRICO	Mármoles calizos y dolomíticos	Media-Alta

3. CONTEXTO HIDROGEOLÓGICO

Los materiales predominantes son de baja permeabilidad: granitos, pizarras y esquistos paleozoicos del borde sur de la meseta. Los acuíferos de cierto interés corresponden a calizas y mármoles, de edad generalmente cámbrica o precámbrica. Menor importancia tienen algunos afloramientos del Cuaternario con cierta permeabilidad: coluviones, travertinos y pequeños aluviales.

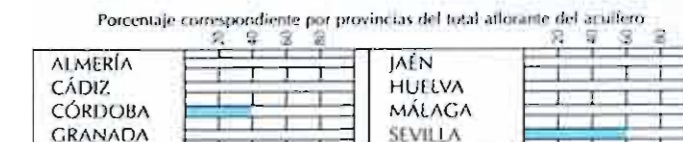
Las potencias de los distintos afloramientos de rocas carbonatadas son variables: desde unos pocos metros a más de 500, con la salvedad de que los tramos karstificados más permeables rara vez sobrepasan los 60 m. En el resto de la serie son frecuentes las intercalaciones arcillosas.

Se trata de acuíferos de carácter libre aunque no se descarta que puedan localizarse también en profundidad con carácter confinado.

ACUÍFEROS EN SIERRA MORENA

DENOMINACION	SUPERFICIE PERMEABLE (km ²)	LITOLOGÍA	OBSERVACIONES
Almadén de la Plata	25	Calizas	Varios acuíferos
Guadalcanal-San Nicolás	160	Calizas, mármoles y arcosas	Potencia superior a los 800 m
Constantina-Cazalla	74	Calizas cristalinas	Intercalaciones pizarrosas muy frecuentes
Puebla de Los Infantes	29	Calizas	Conexiones a través del Mioceno detrítico
Las Navas-Hornachuelos	90	Calizas y dolomías	Varios pliegues paralelos
Peñones-Castaño	60	Calizas y arcosas	Fracluración intensa
Sta. María de Trassierra-Córdoba	118	Calizas, dolomías y arcosas	Posible prolongación del acuífero por el norte

El funcionamiento hidrogeológico de todos los acuíferos es similar. La recarga se produce por infiltración de las precipitaciones caídas en las



cuenas de los afloramientos permeables. La descarga natural se produce de forma puntual por manantiales y de forma difusa en los cauces de los ríos cuando se encuentran a menor cota que la piezometría del acuífero.

La circulación del agua subterránea viene también condicionada por las líneas principales de fracturación y, en su caso, de karstificación. En general la dirección es paralela a los ejes longitudinales de los afloramientos y el sentido hacia los cauces que determinan el drenaje. Se ha constatado la existencia de dos grandes periodos de karstificación que se reflejan en la distribución y en la organización de surgencias, generalmente una hacia el sur (Guadalquivir) y otra hacia el norte y noreste (afluentes) (RECIO et al., 1991).

El zócalo impermeable lo constituyen siempre las pizarras y esquistos paleozoicos. Los acuíferos definidos y sus características principales se resumen en el cuadro.

Hay pocos datos referentes a parámetros hidrogeológicos. Las transmisividades calculadas son muy variables pero las más frecuentes oscilan entre 10 y 200 m²/día.

La precipitación en la zona oscila entre los 850 mm y los 750 mm en función de la altitud. A partir del mapa de isoyetas (período 1942-75) (CHG 1983) se ha calculado la precipitación caída sobre cada unidad. La "lluvia útil" variaría entre 340 y 300 mm para el mismo período.

4. EXPLOTACIÓN Y BALANCE

En el cuadro siguiente se resumen los datos de recursos y explotación estimados para cada uno de los acuíferos (ITGE, 1985).

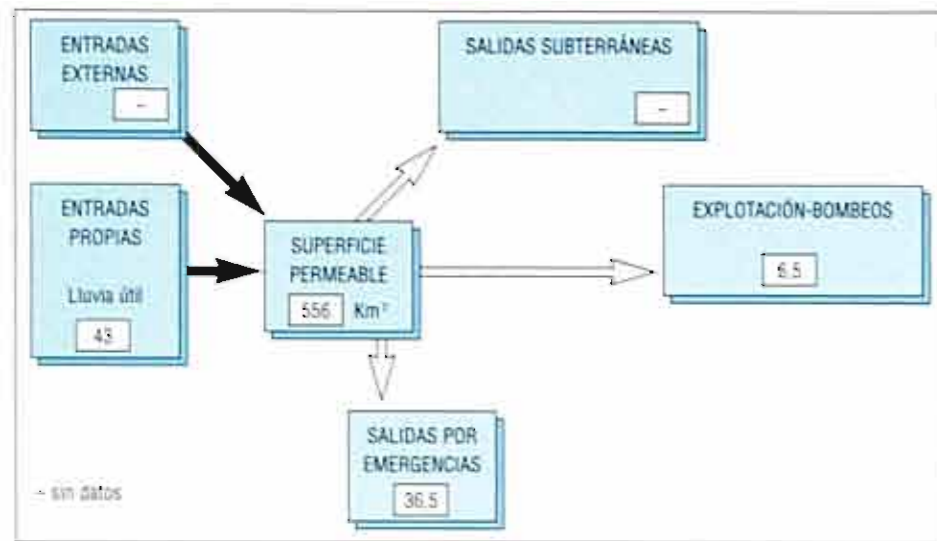
ACUÍFERO	SUPERFICIE (km ²)	PRECIPIT. MEDIA (hm ³ /año) (1942-75)	LLUVIA UTIL (hm ³ /año)	RECURSOS MEDIDOS (hm ³ /año)	BOMBEOS (hm ³ /año)
Almadén de la Plata	25	20	10	3	0,5
Guadalcanal-San Nicolás	160	133	70	15	2,5
Constantina-Cazalla	74	61	34	9	1
Puebla de los Infantes	29	22	11	2	0,25
Las Navas-Hornachuelos	90	69	37	2	1
Peñones-Castaño	60	44	23	5	0,25
Sta. María de Trassierra-Córdoba	118	92	47	7	1
TOTAL	556	441	232	43	6,50

5. HIDROQUÍMICA, CALIDAD Y CONTAMINACIÓN

Las facies químicas presentan una gran uniformidad. Son aguas bicarbonatadas cálcicas de muy buena calidad pues el residuo seco no supera nunca los 700 mg/l y los contenidos en cloruros son siempre inferiores a 100 mg/l. La dureza es media y la mineralización ligera.

En algunos casos hay que destacar una cierta presencia de nitratos, por debajo de 50 mg/l, por efecto de las prácticas agrícolas en los alrededores de las poblaciones. En todos los casos se trata de aguas potables aptas para abastecimiento para regadío.

BALANCE HÍDRICO GLOBAL (hm³/año)



Desde el punto de vista de la vulnerabilidad todos los acuíferos, por su carácter libre y superficial, se encuentran desprotegidos ante cualquier posible foco contaminante que se sitúe sobre los afloramientos permeables.

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

La explotación principal tiene lugar a partir de innumerables manantiales, en general poco importantes, pero que en algunos casos pueden llegar a tener un caudal medio de 30 l/s. Dado que los manantiales presentan un acusado descenso de caudal durante los estiajes, cada vez con más frecuencia el agua subterránea se extrae a base de pozos abiertos, con o sin taladros horizontales, y de sondeos con profundidades que rara vez llegan a los 100 m.

El uso principal es el abastecimiento de núcleos urbanos y de la población diseminada, y en menor medida pequeños regadíos y huertos unifamiliares.

En función de ello es necesario evitar la instalación sobre los afloramientos permeables de vertederos de residuos sólidos, cementerios y otros focos contaminantes y, desde luego, desviar los puntos de vertido de los saneamientos de las poblaciones y de las pequeñas industrias de la zona.

Los recursos medios no explotados se cifran en 43 hm³/año, que se regulan parcialmente en embalses situados aguas abajo y que sirven las demandas de otras zonas.

La explotación "in situ" de estos recursos podría destinarse a mejorar los abastecimientos de las poblaciones del entorno y a incrementar los regadíos. Este aprovechamiento, escalonado en el tiempo y con los necesarios controles de niveles piezométricos y caudales permitiría acotar con más precisión los volúmenes idóneos para la explotación de cada uno de los acuíferos.

Los acuíferos con mejores características para su explotación son los de Guadalcanal-San Nicolás con más de 10 hm³/año y los de Constantina-Cazalla y Santa María de Trassierra-Córdoba con más de 5 hm³/año. Los demás presentan unos recursos disponibles menores de 4 hm³/año. En todos los casos son datos conservadores, siendo necesario señalar que la principal dificultad en este tipo de acuíferos es la ubicación y el diseño idóneos de los sondeos, para lo cual son necesarias labores de prospección previas al inicio de las obras.

Mioceno transgresivo de Base (Niebla-Posadas)

1. SINTESIS GEOGRÁFICA

Los acuíferos corresponden a una banda situada entre el borde meridional de la meseta y el río Guadalquivir, entre las localidades de Gerena en la provincia de Sevilla y Posadas en la de Córdoba.

La economía de la zona es fundamentalmente agraria y la densidad de población algo superior a la media andaluza, si consideramos la presencia de núcleos de cierta importancia como Cantillana y Lora del Río, entre otros.

La superficie total de la unidad es difícil de determinar, puesto que los acuíferos tienen mayoritariamente carácter confinado. La superficie permeable aflorante es de tan sólo 225 km².

2. CONTEXTO GEOLÓGICO

La unidad hidrogeológica corresponde a la zona que abarcan las facies detríticas permeables del Mioceno transgresivo, situadas discordantemente sobre el zócalo paleozoico de Sierra Morena, de naturaleza impermeable.

El acuífero está constituido por conglomerados basales, arenas con fósiles, areniscas y calizas detríticas y orgánicas. Los cambios laterales de facies condicionan la permeabilidad de las distintas zonas. El acuífero se hunde progresivamente en dirección sur con pendientes suaves (2-6%) hasta alcanzar la línea de flexión del zócalo a distancias comprendidas entre 5-6 km en los extremos (Gerena y Posadas) y 9 km en el centro (Burguillos). Por encima se sitúan, cada vez con mayor potencia, los materiales miocenos margosos e impermeables.

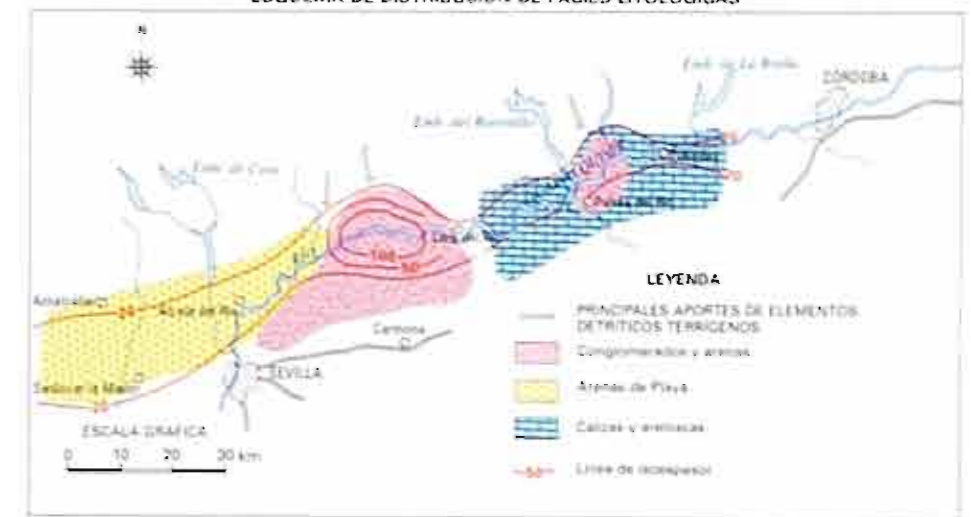
3. CONTEXTO HIDROGEOLÓGICO

Se trata de un único acuífero con distintos espesores y facies. En función de ello y de la disposición estructural, su potencialidad es muy variable.

Las facies carbonáticas (calizas, detríticas y areniscas) corresponden a la región de Lora del Río-Posadas, las arenas de playa en Alcalá del Río y los conglomerados en las regiones de Hornachuelos y Villanueva de las Minas. La potencia aumenta en la zona central (80 m en Hornachuelos y Villanueva) desde unos 30-40 m en las zonas de Cantillana y Posadas.

Además de los pozos y sondeos situados en las superficies aflorantes (acuífero libre) y en las áreas confinadas, que son las más extensas, los sondeos rara vez superan los 170 m de profundidad. Los caudales de explotación más frecuentes son de 1 a 10 l/s, si bien existen otros entre 20 y 30 l/s y, en determinadas zonas, se alcanzan hasta 80 l/s. Los caudales específicos generalmente están comprendidos en una banda entre 0,1 y 2,5 l/s/m y, ocasionalmente, llegan hasta 6 l/s/m.

ESQUEMA DE DISTRIBUCIÓN DE FACIES LITOLÓGICAS



Los valores de transmisividad del acuífero son en general del orden de 100 m²/día; aunque se dan todos los valores extremos, desde 2 m²/día hasta 1000 m²/día. El coeficiente de almacenamiento varía desde las zonas libres (10⁻¹) hasta valores propios de acuíferos confinados (10⁻² a 10⁻³). Debido al confinamiento del acuífero en las zonas deprimidas del Valle del Guadalquivir los sondeos generalmente son surgentes, si bien el caudal, e incluso el carácter surgente, está muy influenciado por las series pluviométricas adversas.

La superficie piezométrica tiene un gradiente bastante homogéneo entre 25 ‰ en Hornachuelos a 12 ‰ en Guillena y a 8 ‰ en Cantillana. Las cotas absolutas son decrecientes en sentido SO desde el rango 150 a 75 m en Posadas a 70 a 20 m en la provincia de Sevilla.

El funcionamiento hidrogeológico es sencillo. La recarga se produce por infiltración del agua de la lluvia y de la escorrentía superficial sobre los afloramientos permeables. Las salidas se deben mayoritariamente a bombeos, y en las zonas no confinadas al drenaje en el contacto del acuífero con el impermeable del techo a través de manantiales o de forma difusa a los ríos.

ACUÍFEROS CARBONATADOS DE SIERRA MORENA Y MIOCENO TRANSGRESIVO DE BASE EN CÓRDOBA Y SEVILLA

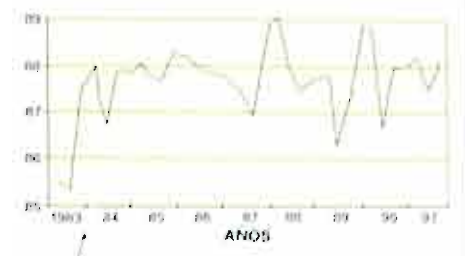
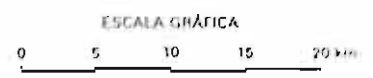


- PLANO DE SITUACIÓN GENERAL DE ACUÍFEROS
1. Acuífero de Almadén de la Plata
 2. Acuífero de Guadalupe-San Nicolás
 3. Acuífero de Constantina-Cazalla
 4. Acuífero de Puebla de los Infantes
 5. Acuífero de Las Navas-Hormachuelos
 6. Acuífero de San Nicolás del Puerto
 7. Acuífero de Sta. María de Trassierra-Garibay

LEYENDA

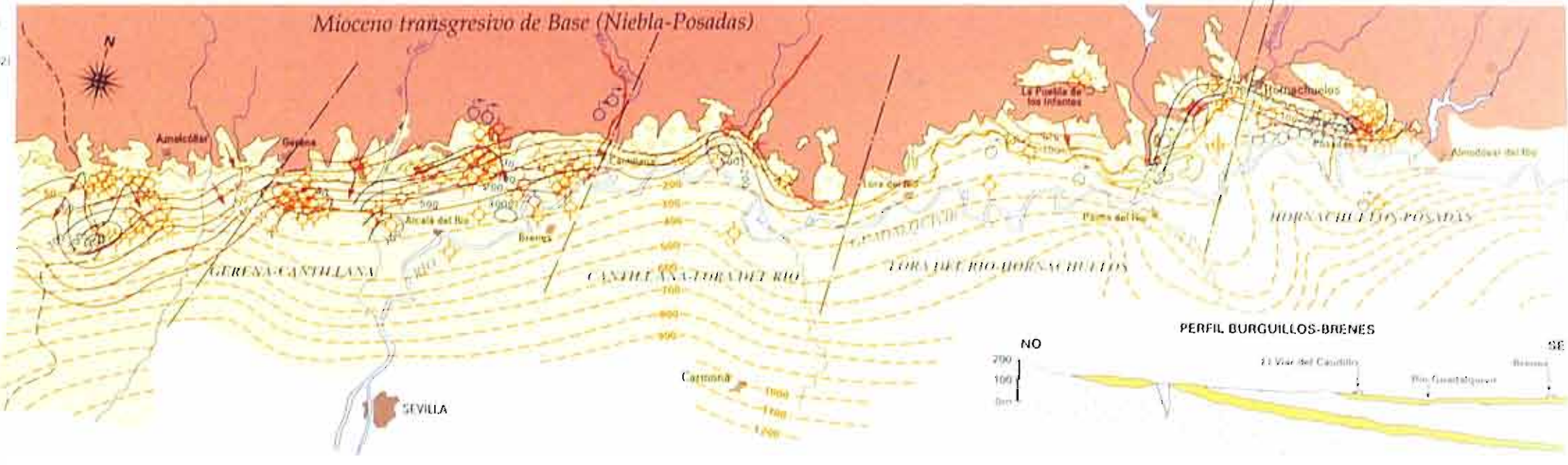
LITOLOGÍA	EDAD GEOLÓGICA	COMPORTAMIENTO HIDROGEOLÓGICO
Calizas, areniscas y mármoles	PALEOZOICO	Alta permeabilidad

- SIMBOLOGÍA
- Núcleos de población
 - Carrteras
 - Límite Comunidad Autónoma
 - Límite provincial
 - Límite de divisiones de zona
 - Cortes hidrogeológicos
 - Cauce de corriente continua
 - Embalses
 - 50 isoclinas (mg/l)
 - Marginal
 - Canales
 - Sondeo
 - Piezómetro
 - 400 isobatas del techo del Paleozoico (m)
 - Dirección y sentido preferencial del flujo subterráneo
 - 50 isoplezas m/s en octubre 1992



LEYENDA

LITOLOGÍA	EDAD GEOLÓGICA	COMPORTAMIENTO HIDROGEOLÓGICO
Margas, limos, arenas y arcillas	MIOCENO SUPERIOR (CUATERNARIO)	Baja permeabilidad
Conglomerados arenas, arcillas y calizas	MIOCENO DE BASE	Permeabilidad media-Alta permeabilidad
Pizarras, esquistos, carbón, gránulos, areniscas y calizas	PALEOZOICO	Baja permeabilidad



Los valores de precipitación sobre los afloramientos oscilan entre 600 y 650 mm, llegando a 750 mm en la región de Hornachuelos y hasta 900 mm en las cabeceras de los ríos de Sierra Morena. La lluvia útil varía de entre 40-50 mm en el Valle del Guadalquivir hasta un mínimo de 125 mm en la Sierra.

4. EXPLOTACIÓN Y BALANCE

Las extracciones de agua del acuífero en el año 1981-82 fueron del orden de 16 hm³/año, los cuales se utilizaron en un 75% para regadío y en un 25% para abastecimiento de núcleos urbanos.

En función de la disposición estructural se puede dividir la unidad en 4 grandes zonas de comportamiento diferenciado.

Los datos del año 1981/82 que ha servido de base (ITGE, 1987, y la extrapolación a un año medio, se resumen en el cuadro para cada una de las zonas. Los datos globales son los siguientes:

ZONA	SUPERFICIE DE AFLORAMIENTO (km ²)	RECURSOS 1981-82 (hm ³ /año)	EXTRACCIONES 1981-82 (hm ³ /año)	BALANCE 1981-82 (hm ³ /año)	RECURSOS MEDIOS (hm ³ /año)	BALANCE MEDIO (hm ³ /año)
Gerena-Cantillana	54	5,5 a 6,5	6	-0,5 a 0,5	7 a 8,5	1 a 2,5
Cantillana-Lora del Río	52	5 a 5,5	4,7	-0,3 a 0,8	7 a 8	2,3 a 3,3
Lora del Río-Hornachuelos	84	7,5 a 9,5	1,6	5,9 a 7,9	9 a 10	7,4 a 8,4
Hornachuelos-Posadas	33	3,5 a 4	3,5	0 a 0,5	4 a 5	0,5 a 1,5
TOTAL	223	21,5 a 25,5	15,8	4,7 a 9,7	27 a 31,5	11,2 a 15,7

Entre las poblaciones más importantes abastecidas mayoritariamente con aguas subterráneas de este acuífero figuran: Gerena, Aznalcóllar, Cantillana, Brenes, Villanueva del Río y Minas, Alcolea, Tocina, Lora del Río.

5. HIDROQUÍMICA, CALIDAD Y CONTAMINACIÓN

La calidad química del agua del acuífero, en general, es buena y con límites que la hacen apta tanto para el consumo urbano como para regadíos.

En zonas próximas a los afloramientos la facies del agua es bicarbonatada cálcica (magnésica), con valores de residuo seco no superiores a los 500 mg/l y durezas de tipo medio. El agua que se encuentra en zonas del acuífero a mayor profundidad (mayor distancia de los afloramientos), presenta en ocasiones facies mixtas o cloruradas-sódicas, con valores de residuo seco de 500 a 800 mg/l.

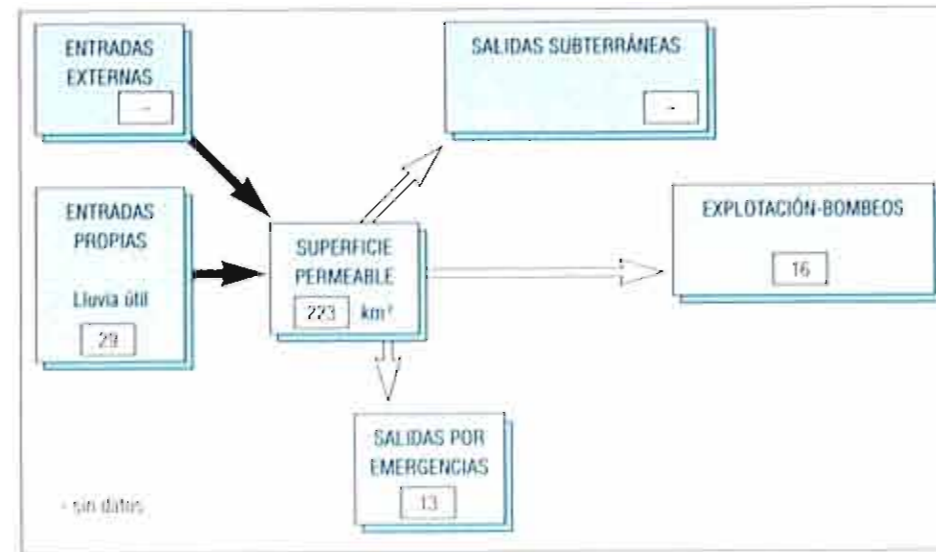
Destacan las zonas de Villanueva de las Minas y Brenes-Alcalá del Río, donde el agua presenta elevada salinidad con facies cloruradas-sódicas, máximas durezas y valores del residuo seco de hasta 6,2 g/l. Dicha contaminación es puntual y puede tener su origen en aguas congénitas deposi-

tadas en terrenos sedimentarios de origen marino y naturaleza más arcillosa que el resto del acuífero.

tir de una batería de sondeos en la vega de Gerena, que permite extraer hasta 200 l/s durante los meses de estiaje (hasta 4 hm³/año) (ITGE, 1981).

- Una dificultad añadida es la salinidad del agua del acuífero confinado en algunas zonas, con una génesis no bien conocida. Puede tratarse de salinidad congénita o influencia de posibles materiales triásicos con efectos añadidos por la profundidad. En este sentido y para mejorar la gestión sería interesante la realización de un estudio completo fundamentado en datos de subsuelo.

BALANCE HÍDRICO GLOBAL (hm³/año)



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

Los balances efectuados se han hecho sobre un año de pluviometría inferior a la media (1981-82) por lo que la extrapolación pudiera no ser correcta. Aún así los datos globales por zonas se consideran suficientemente válidos para establecer las siguientes consideraciones:

Las extracciones se podrían incrementar en cada zona con las siguientes magnitudes:

Zona Gerena-Cantillana 1 - 2 hm³/año

Zona Cantillana-Lora del Río 2 - 3 hm³/año

Zona Lora del Río-Hornachuelos 7 - 8 hm³/año

En la zona Hornachuelos-Posadas las extracciones pueden estar al límite de los recursos por lo que no se deben incrementar a no ser que nuevos estudios permitan una mejor cuantificación del balance compatible con un aumento de los bombeos.

La utilización del agua subterránea además de extender y completar regadíos particulares, es fundamental para el abastecimiento de un buen número de núcleos urbanos de importancia variable; tal como ocurre con el abastecimiento de la Mancomunidad del Aljarafe a par-