

LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS Y EL ABASTECIMIENTO DE MADRID

Ricardo DOMÍNGUEZ BAUTISTA*

(*) Director del Canal de Isabel II

Presidente de la Asociación Española de Abastecimientos de Agua y Saneamiento.

RESUMEN

El Canal de Isabel II es una empresa pública, adscrita a la Comunidad de Madrid, que abastece a la práctica totalidad de la población, es decir, a casi cinco millones de habitantes.

En el presente trabajo se expone la participación de las aguas subterráneas en dicho abastecimiento y los objetivos del Canal en relación con estos recursos, que pasan por alcanzar una capacidad de bombeo apta para proporcionar 120 hm³ en un año seco, dejando recuperar el acuífero durante periodos del orden del doble a cuatro veces los de bombeo.

INTRODUCCIÓN

Ahora, que no nos encontramos presionados por la urgencia de atender problemas agudos de abastecimiento motivados por la sequía, resulta momento oportuno para tratar, con profundidad y serenidad, los temas de las aguas subterráneas.

Han sido muy numerosas las reuniones científicas y técnicas que se han celebrado (y se vienen celebrando en los últimos años) sobre planificación, aprovechamiento, protección y gestión de los recursos hídricos del subsuelo.

Como antecedente de las actuales Jornadas, en el mismo marco, se celebraron en 1986 las "Jornadas sobre la explotación de las aguas subterráneas en la Comunidad de Madrid", que pueden constituir una buena referencia para comparar los planteamientos de entonces con las realidades de hoy y extraer las oportunas enseñanzas.

No obstante, la problemática específica de las aguas subterráneas en los abas-

tecimientos, incluyendo las enseñanzas de las últimas sequías y el planteamiento de la Unión Europea sobre políticas del agua, a través de la Directiva Marco (aún en fase de debate), no ha sido tratada de forma monográfica en unas jornadas dedicadas a dichos temas.

Por ello, parece muy adecuada la iniciativa del Club del Agua Subterránea de celebrar las presentes Jornadas, a las que han prestado su desinteresada colaboración la Dirección General de Obras Hidráulicas y Calidad de las Aguas, el Instituto Tecnológico Geominero de España, la Federación Española de Municipios y Provincias, la Asociación Española de Abastecimientos de Agua y Saneamiento y la Fundación Gómez Pardo.

Se desarrollan estas Jornadas coincidiendo con una efemérides que estimo oportuno resaltar. Está próximo a celebrarse el 150 aniversario del Instituto Tecnológico Geominero de España. En 1849, se creó la Comisión del Mapa Geológico, que en 1910 se transforma en el Instituto Geológico, antecesores del actual Instituto. Ya desde sus inicios figuraron entre sus actuaciones los temas relacionados con las aguas subterráneas.

Por otra parte, el 10 de marzo de 1848 (acaban de transcurrir 150 años), el entonces Ministro de Comercio, Instrucción y Obras Públicas, D. Juan Bravo Murillo, firmaba una Real Orden por la que se comisionó a los ingenieros Juan Rafo y Juan Ribera para que informasen de los distintos proyectos realizados hasta entonces para traer agua a Madrid. Fruto de estos trabajos, se crea, en 1851, el Canal de Isabel II, que toma el nombre de la Reina Gobernadora que impulsa la empresa.

Hasta la llegada a Madrid, el día de San Juan de 1858, de las aguas del río madrileño por excelencia, el Lozoya, la capital se había venido abasteciendo durante varios siglos de las aguas subterráneas por medio de los *qanats* de origen árabe, llamados en Madrid “viajes de agua”, que habían ido quedando insuficientes.

Ciento cincuenta años después de aquellos impulsos, dirigido uno al desarrollo de las aguas subterráneas, y otro al abastecimiento de la capital, las aguas subterráneas vuelven a jugar un papel interesante en el abastecimiento de la Comunidad de Madrid; a ello dedicaré la exposición que sigue en la que, primero, les daré unas pinceladas sobre el sistema del abastecimiento de la Comunidad y después sobre las actuaciones del Canal de Isabel II en aguas subterráneas hasta estas fechas.

BREVE RESEÑA DEL ABASTECIMIENTO DE AGUA A LA COMUNIDAD DE MADRID

El Canal de Isabel II es una empresa pública, adscrita a la Comunidad de Madrid, en virtud del Real Decreto 1873 de 26 de septiembre de 1984. Siglo y medio después de su creación, abastece a la práctica totalidad de la población de la Comunidad, es decir, a casi cinco millones de madrileños. Asimismo depura las

aguas residuales de sus pueblos.

En síntesis y en cifras, las infraestructuras principales con que cuenta son las siguientes (a 31 de diciembre de 1997):

- 14 embalses, que regulan los volúmenes superficiales aportados por un amplio arco de la Sierra de Guadarrama, con una capacidad total de almacenamiento de 946 hm³.
- 122 sondeos, con una capacidad nominal máxima de bombeo de 5 m³/s.
- 22 grandes canales y arterias, que suman un total de 529 km de longitud, con capacidades de transporte entre 3 y 16 m³/s.
- 12 estaciones de tratamiento, con una capacidad máxima de 43 m³/s (3,7 hm³/d).
- 22 depósitos reguladores, con una capacidad total máxima de 2,67 hm³.
- 18 estaciones de elevación, con una capacidad máxima total de bombeo de 27 m³/s y una potencia instalada de 78.000 kW.
- 8.064 km de longitud de la red de distribución, con diámetros que oscilan entre 40 y 2.000 mm.
- 62 estaciones depuradoras, con una capacidad máxima total de depuración de 618.000 m³/d, correspondientes a 3,4 millones de habitantes equivalentes.
- 7 centrales de producción de energía hidroeléctrica, con 39.200 kW de potencia instalada.

La población abastecida en 1997 alcanzó la cifra de 4,78 millones de habitantes, a través de 548.388 contratos.

El volumen derivado de embalses y captaciones fue de 492 hm³, quedando a 31 de diciembre 773 hm³ almacenados en los embalses.

El desglose del área abastecida por el Canal de Isabel II, por usos de consumo, es el siguiente:

Usos domésticos	69,7%
Usos industriales y comerciales	19,2%
Otros usos	11,1%

Con respecto a la distribución geográfica, Madrid capital supera el 59% del consumo, frente al 41% del resto de los municipios de la Comunidad de Madrid sumi-

nistrados por el Canal.

Durante 1997 la contribución de las aguas subterráneas al abastecimiento ha sido muy reducida (1,2 hm³) por tratarse de un año muy húmedo. La aportación de los ríos a los embalses ha sido de 1.033 hm³ (132% de la aportación media inter-anual), situándose el volumen almacenado a 31 de diciembre en el 81,7% de la capacidad máxima disponible. Ello ha permitido, por otra parte, la recuperación de los niveles piezométricos de los acuíferos, que se han situado a cota análoga a la registrada en el período anterior a los comienzos de la última sequía (1992).

Como comparación, en 1995, último año que estuvieron en marcha, durante 10 meses, las captaciones subterráneas entonces existentes, su contribución al abastecimiento fue del 9,5% del total de los 496 hm³ derivados aquel año. Dejando aparte la cuenca del Lozoya, verdadera despensa hidráulica del suministro de Madrid, que aportó algo más de la mitad del total, las aguas subterráneas vinieron a contribuir con un volumen próximo al aportado por cada uno de los sistemas del Jarama, del Guadarrama y del Manzanares; es decir, constituyó un sistema apreciable de contribución al abastecimiento de la Comunidad en períodos secos.

ACTUACIONES DEL CANAL DE ISABEL II EN AGUAS SUBTERRÁNEAS

En las *figuras 1 y 2* se recogen la situación y principales características del inventario de pozos y sondeos del Canal de Isabel II en 1998, agrupados en sistemas generales y sistemas locales.

En la *figura 2* se indica la situación en que se encuentran los diversos campos de pozos: a) en funcionamiento completo; b) en funcionamiento parcial; c) en construcción o sin servicio. Las distintas circunstancias en que se encuentran los campos de pozos ponen de manifiesto que se trata de una actividad que se encuentra aún en fase de desarrollo. Por otra parte, también recoge la distinta problemática de los pozos de las poblaciones que pasan a abastecerse de las redes generales del Canal, en virtud de los convenios suscritos con los respectivos Ayuntamientos.

Se recogen en la *figura 3* las distintas estrategias de utilización de los campos de pozos pertenecientes a los sistemas generales y a los sistemas locales.

Las cifras que aparecen en el cuadro del inventario de pozos (*figura 2*) indican el caudal nominal o máximo que pueden proporcionar las captaciones. En el caso de una explotación continuada dichos caudales deben de reducirse, por medio de un coeficiente de uso, en razón a tener en cuenta las diversas contingencias derivadas de la explotación (labores de mantenimiento; incidencias en líneas eléctricas, equipos electromecánicos y tuberías de conexión; exigencias de la explotación de las infraestructuras generales del suministro, etc). Asimismo son reseñables un conjunto de circunstancias que limitan en la práctica la aportación de los sistemas locales: poblaciones cuya demanda permanente o estacional es inferior a la capacidad

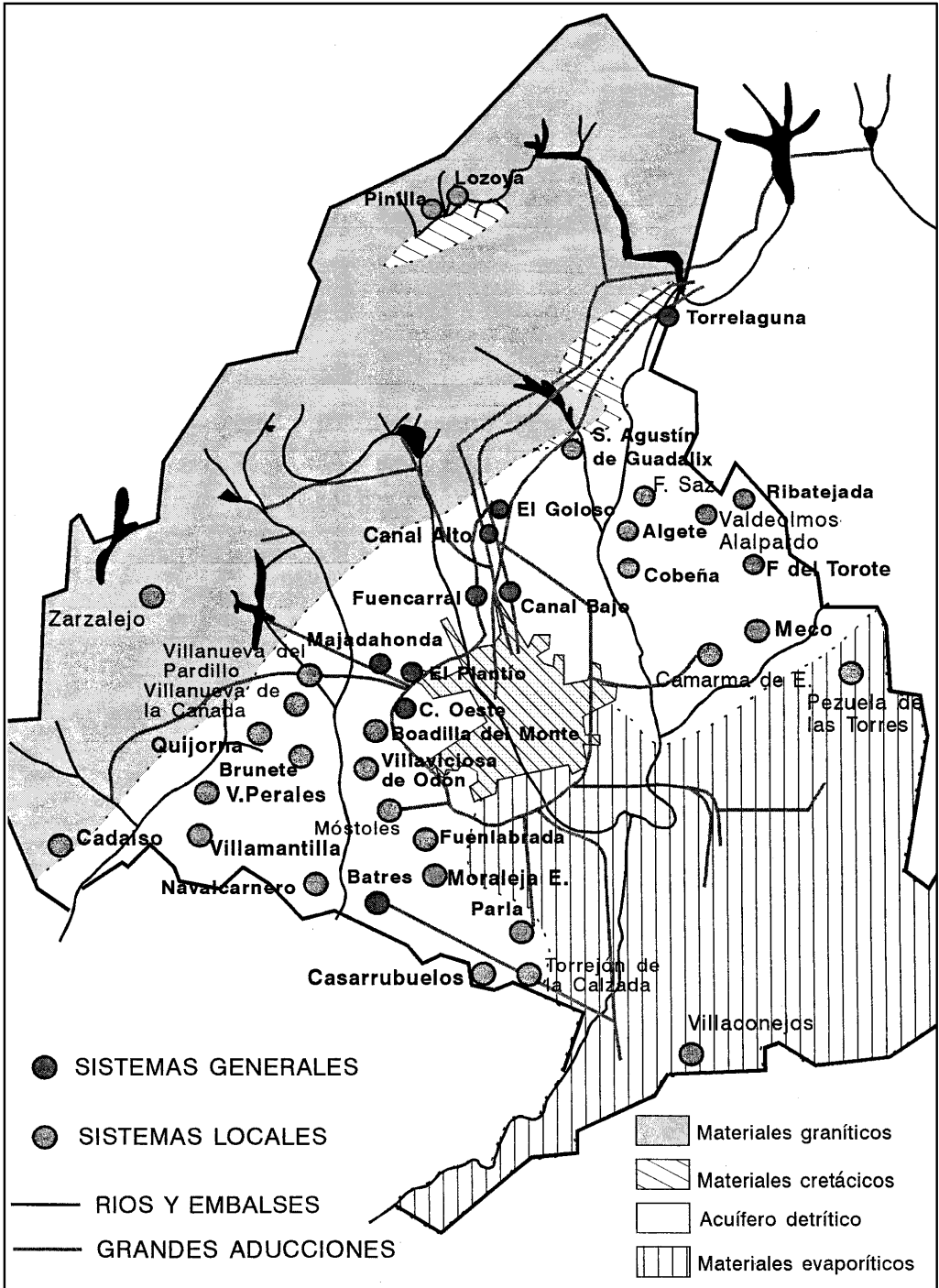


Figura 1. Localización de campos de pozos del Canal de Isabel II.

**CAMPOS DE POZOS DE ABASTECIMIENTO
DE LA COMUNIDAD DE MADRID**

SISTEMAS GENERALES

DENOMINACION	NUMERO DE UNIDADES	CAUDAL MAXIMO (l/s)	APORTACION EN:
Torrelaguna (a,c)	8	890	Canal de La Parra y C. Bajo
Fuencarral (a)	9	620	Depósito de El Goloso
Batres (a,c)	6	260	Depósito de Grifón
Canal del Oeste (a)	7	370	Canal del Oeste
Plantío (a)	3	270	Depósito de El Plantío
Majadahonda (a)	2	140	Depósito de Majadahonda
Canal Bajo (a)	12	760	Canal Bajo
Canal Alto (a, c)	4	180	Canal Alto
El Goloso (a)	3	80	Depósito de El Goloso

TOTAL SISTEMAS GENERALES	54	3.570
--------------------------	----	-------

SISTEMAS LOCALES

DENOMINACION	NUMERO DE UNIDADES	CAUDAL MAXIMO (l/s)	APORTACION EN:
Móstoles (a,c)	10	265	Dep. Princesa, Antusana y Covimar
Fuenlabrada (a,c)	4	100	Dep. C. Francia
Parla (c)	7	123	Depósito Municipal
Villaviciosa de Odón (b)	3	80	Depósito Municipal
Villanueva de la Cañada (a, c)	3	70	Depósito Municipal
Villanueva del Pardillo (c)	2	35	Depósito Municipal
Brunete (a, c)	3	120	Depósito Municipal
Quijorna (c)	1	15	Depósito Municipal
Boadilla del Monte (a, c)	1	50	Depósito Municipal
Algete (c)	1	80	Depósito Municipal
Navalcarnero (a,c)	4	177	Depósito Municipal
Cobeña (c)	2	10	Depósito Municipal
Ribatejada (c)	2	7	Depósito Municipal
Lozoya del Valle (a)	2	25	Depósito Municipal
Pinilla del Valle (a)	1	20	Depósito Municipal
S. Agustín Guadalix (a)	1	18	Depósito Municipal
Meco (a)	1	20	Depósito Municipal
Pezuela de las Torres (a)	2	10	Depósito Municipal
Cadalso de los Vidrios (a)	1	22	Depósito Municipal
Valdeolmos-Alalpardo (c)	2		Depósito Municipal
Fuente el Saz (c)	1	18	Depósito Municipal
Villaconejos (a)	2	40	Depósito Municipal
Zarzalejo (c)	2	15	Depósito Municipal
Villamantilla (a)	2	23	Depósito Municipal
Villanueva de Perales (a, c)	2	12	Depósito Municipal
Fresno de Torote (c)	1	8	Depósito Municipal
Moraleja de Enmedio (b)	1	25	Depósito Municipal
Torrejón de la Calzada (c)	2	22	Depósito Municipal
Camarma de Esteruelas (c)	2	16	Depósito Municipal

TOTAL SISTEMA LOCAL	68	1.426
---------------------	----	-------

TOTAL GENERAL	122	4.996
---------------	-----	-------

Figura 2. Denominación, número de sondeos y caudales máximos de Los Campos de Pozos del Canal de Isabel II.

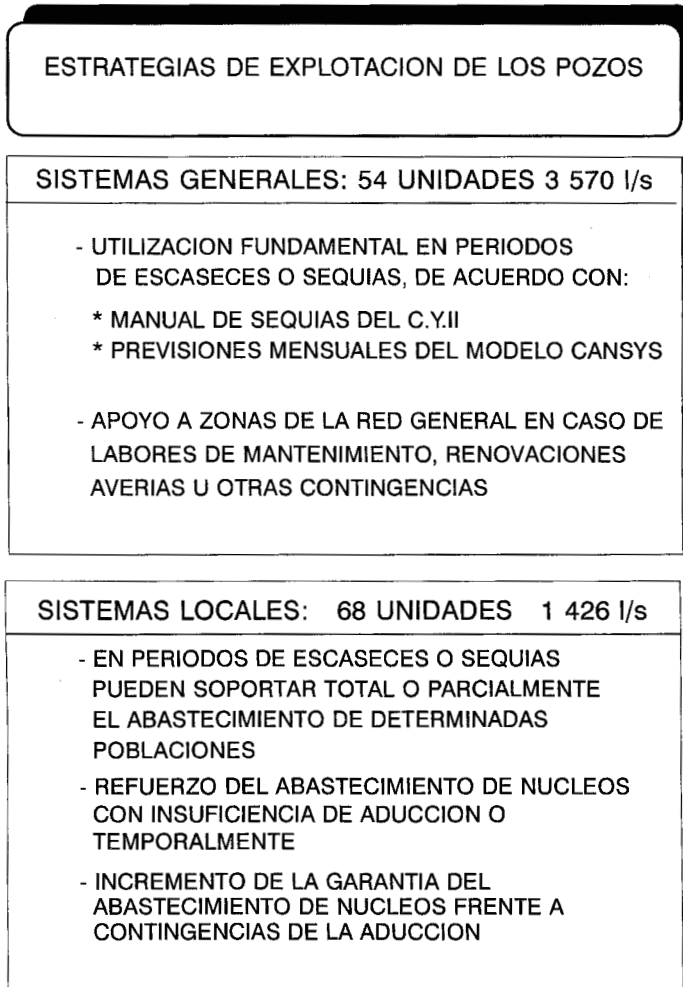


Figura 3. Estrategias de explotación de agua subterránea.

de los pozos; obsolescencia de los equipos y cuadros eléctricos de estas instalaciones, que requieren su sustitución antes de su nueva entrada en servicio; cambios en el sistema de abastecimiento, que exigen un reequipamiento de las captaciones, al tener que conectarse directamente a la red de distribución, por haberse prescindido de los depósitos municipales; etcétera.

Con objeto de obtener una estimación realista de las posibilidades de aportación de los campos de pozos existentes hay que establecer, por tanto, unas hipótesis de funcionamiento razonables.

Los sistemas generales tienen una capacidad operativa de 3 m³/s, que debe reducirse por medio de un coeficiente de uso de 0,7-0,8, según la experiencia adquirida por el Canal. En esas condiciones, el volumen aportado en el período de un año vendría a ser de 66 a 76 hm³/año. En cuanto a los sistemas locales, debido a su variada problemática, puede considerarse operativa una capacidad del orden de 0,75 m³/s. Aplicando análogo coeficiente de uso, el volumen anual que podría aportar se sitúa en 17-19 hm³.

En resumen, la disponibilidad de los sistemas de aguas subterráneas del Canal, en la situación actual (1998), puede fijarse en 83-95 hm³ durante un año de cada cuatro o cinco, en promedio.

La potencia instalada en la actualidad, para los equipos de bombeo, se sitúa en unos 15.000 kW (potencia contratada).

De cara al futuro, los objetivos estratégicos del Canal de Isabel II, en materia de aguas subterráneas, se reflejan en la *figura 4*. Se trata de alcanzar una capacidad de bombeo apta para proporcionar 120 hm³ en un año seco, dejando recuperar el acuífero durante períodos del orden del doble a cuatro veces los de bombeo. Con ello se asegura la sostenibilidad de los acuíferos, y se compatibiliza este uso estratégico con las extracciones que llevan a cabo los particulares, estimadas en unos 60-70 hm³ en 1997.

Para alcanzar dicho objetivo, se prevé aumentar la capacidad de extracción hasta 6 m³/s y la potencia instalada hasta 25.000 kW. Para ello se dispone de programas de construcción y conexión de nuevos campos de pozos, ampliación de la capacidad productiva de los campos existentes y reposición de las unidades obsoletas o poco productivas.

Por último, en la *figura 5* se recogen los principales datos del acuífero del Terciario detrítico, que constituye la principal pieza hidrogeológica de la Comunidad, y en el que se sitúan los campos de pozos más importantes.

La cifra de la recarga media del acuífero, equiparable a sus recursos renovables en el ciclo medio anual (habiéndose descontado los flujos hipodérmicos que alimentan pequeños manantiales, no afectados por las extracciones de los pozos profundos, que captan el agua de debajo de 100 m de profundidad), se sitúa con las mejores evaluaciones efectuadas hasta la fecha en una cantidad de 130-150 hm³/año. Además, el acuífero cuenta con unas reservas utilizables, de forma técnica y económicamente viable estimadas en 2.000-4.000 hm³.

La comparación de los recursos renovables del acuífero, frente a las extracciones previstas, pone de manifiesto la sostenibilidad de la propuesta. En efecto, frente a los 130-150 hm³/año de recursos medios (cifra del lado de la seguridad), las

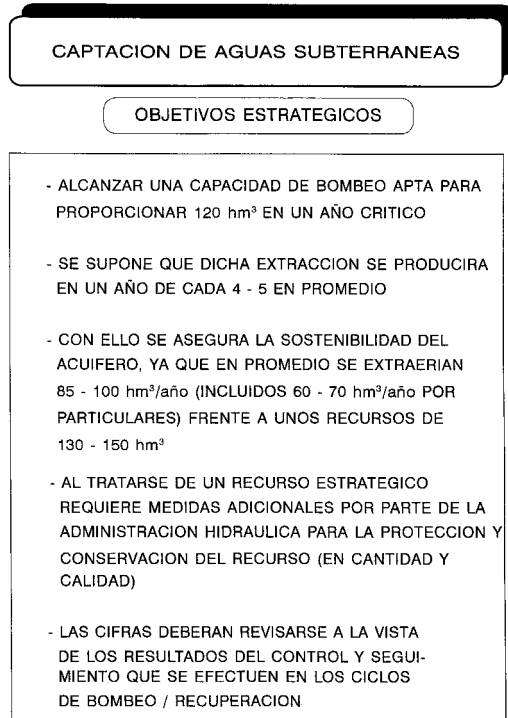


Figura 4. Objetivos estratégicos en materia de aguas subterráneas del Canal de Isabel II.

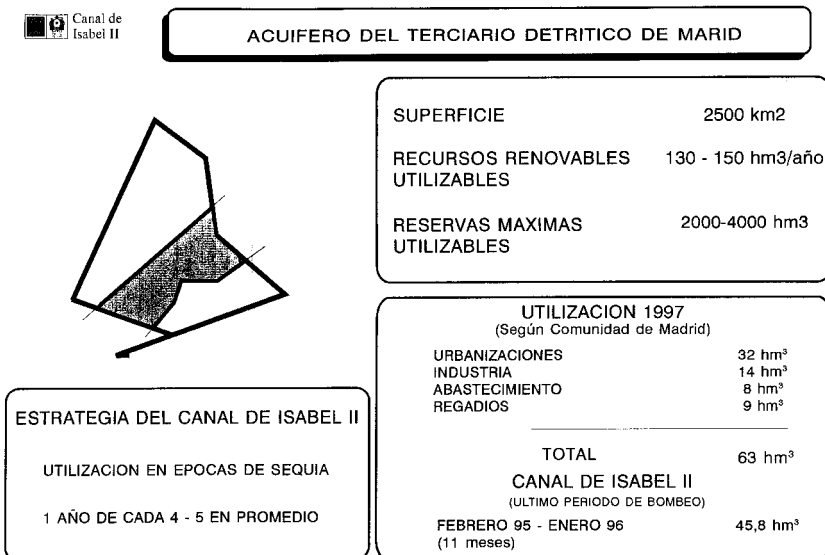


Figura 5. Principales datos del acuífero del Terciario detrítico de Madrid.

extracciones se situarían a lo sumo en 85-100 hm³/año (60-70 por los particulares más 120 hm³ por el Canal en un año de cada cuatro o cinco). Las reservas constituirán el volante regulador para absorber las diferencias de recarga entre los distintos años.

La consecución de los objetivos señalados exige, además, un conjunto de actuaciones encaminadas a incrementar el conocimiento de dicho acuífero, y a establecer un proceso de seguimiento del mismo. En dicha línea se han realizado ya, o están en fase de realización, una serie de estudios, entre los que cabe reseñar: Convenios de colaboración con el Instituto Tecnológico Geominero de España sobre la calidad y riesgos de contaminación; Convenio de colaboración con la Universidad Politécnica de Madrid sobre conocimiento geológico y geofísico del medio subterráneo y control de sondeos de captación; Convenio de colaboración con la Universidad Autónoma de Madrid sobre isótopos ambientales; estudio de perímetros de protección; modelos de flujo para analizar distintas estrategias de