

EXPLOTACIÓN Y CONTROL DE AGUAS SUBTERRÁNEAS URBANAS EN EL MUNICIPIO DE MURCIA

Javier FÁBREGAS GONZÁLEZ*

(*) Jefe del Departamento de Hidrogeología. Aguas de Murcia.

RESUMEN

El extraordinario papel que pueden jugar las aguas subterráneas urbanas en usos municipales que no requieren la calidad de agua potable, ha originado que la Empresa Municipal de Aguas y Saneamiento, Aguas de Murcia, haya procedido a la explotación y control hidrogeológico de las mismas para:

- garantizar el suministro de agua a los jardines, evitando el consumo de agua potable y liberando recursos para consumo humano, y
- detectar posibles contaminaciones, infiltraciones, afecciones o mezclas, así como obtener información para mejorar el nivel de conocimiento del acuífero. Con ello se pretende igualmente una correcta protección de las aguas subterráneas y del medio urbano de Murcia, íntimamente relacionados.

Estas aguas subterráneas, localizadas bajo las áreas de demanda, se han captado mediante pequeños sondeos, de unos 30 m de profundidad media, y se han conectado a una nueva Red Urbana de Riego (RUR), que distribuye, a la demanda, el agua que precisan las áreas verdes municipales de Murcia y los Servicios de Limpieza Vial.

En la actualidad, el 100% de la demanda de agua de limpieza y más del 80% de la superficie de riego municipal se encuentra abastecida con aguas subterráneas urbanas. Existen 49 sondeos en explotación, y el volumen total extraído asciende a unos 700.000 m³/año (aproximadamente, unos 0,45 l/s por sondeo, de caudal continuo).

INTRODUCCIÓN

En una población se acostumbra a entender que las aguas se utilizan para consumo humano y que, por tanto, su calidad debe ser la adecuada para tal fin. Sin embargo, el volumen de agua aprovechada para bebida y elaboración de alimentos es mínimo, frente al destinado a otros usos que se podrían satisfacer íntegramente con agua no potable, como pueden ser limpieza de viales, riego de áreas verdes, abastecimiento industrial, e incluso otros existentes dentro de las viviendas, como son limpieza de utensilios y ropa, sanitarios, higiene personal, etc.

La creciente demanda de agua potable de una población en alza como la de Murcia, unida a las frecuentes épocas de sequía que padece la región, a los grandes costes económicos que gravan dichos recursos y a cuestiones de prioridad de usos, han originado que la Empresa Municipal de Abastecimiento y Saneamiento Aguas de Murcia, a través de su Departamento de Hidrogeología, afronte la desconexión definitiva de la limpieza urbana y el riego de las áreas verdes de la red de agua potable, con el fin de liberar dichos recursos para consumo humano y poder dotar adecuadamente los citados usos, garantizándoles el suministro incluso en las épocas de sequía.

En poco tiempo los jardines de Murcia han experimentado, como su desarrollo social, un aumento espectacular de 100.000 a 2.000.000 de metros cuadrados de superficie verde. Labor que ha venido necesariamente acompañada de severas medidas de ahorro y reducción de consumo basadas en la automatización y nocturnidad del riego, en la disminución de tandas y la implantación de especies más resistentes a la falta de agua, en el empleo de aguas embalsadas en estanques



Figura 1. Riego de jardines con agua subterránea urbana.

ornamentales y, sobre todo, en la obtención de recursos hídricos subterráneos urbanos próximos a las áreas de demanda, y en la creación de una nueva red de abastecimiento independiente RUR que los distribuya hasta las tomas de los jardines y las bocas de carga para la limpieza vial.

Con esta medida, cuyo objetivo fundamental fue el ahorro de agua potable, se han reducido notablemente los costes económicos y medio-ambientales de explotación (ya no es preciso captar agua del Tajo ni transportarla, ni potabilizarla, para cubrir las necesidades de los jardines de Murcia); se ha mejorado ampliamente la garantía de suministro de estas áreas verdes, frente a los frecuentes períodos de sequía que padece nuestra región, cuando, por prioridad de usos, el agua potable debe restringirse al consumo humano (existía orden expresa de la Confederación Hidrográfica del Segura de no regar con agua potable); se ha reducido notablemente el consumo gracias a las medidas de ahorro adoptadas y, por añadidura, se ha solucionado igualmente el suministro relacionado con la limpieza urbana.

DATOS SOBRE EL ORIGEN DEL AGUA

Se trató, en suma, de utilizar recursos subterráneos, de los denominados urbanos, que, afortunadamente, se encuentran en el subsuelo de Murcia. Dichas aguas proceden, en su mayor parte, del retorno de las aguas de riego; y aunque no presentan la calidad de los costosos recursos superficiales empleados en el entorno geográfico que ocupan, su utilización es adecuada para el regadío de los jardines municipales de Murcia.

El agua extraída se ubica en la Unidad Hidrogeológica de las Vegas Media y Baja del Segura

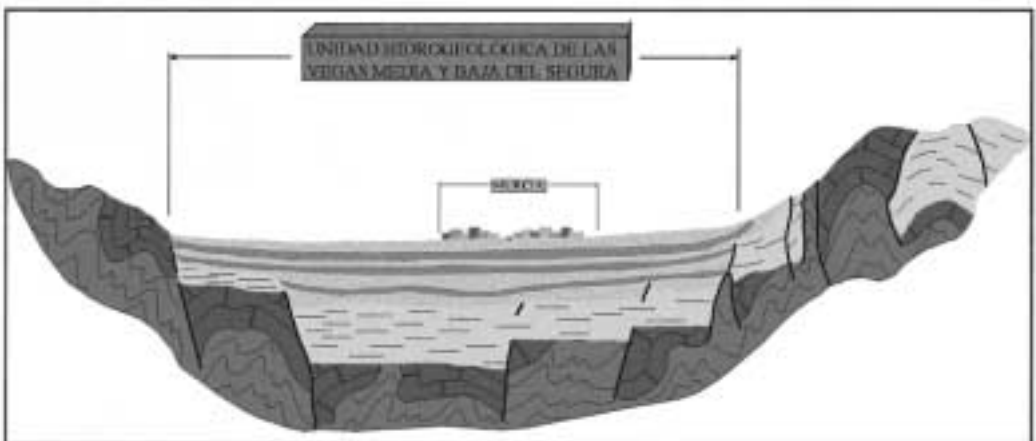


Figura 2. Corte esquemático Norte-Sur.

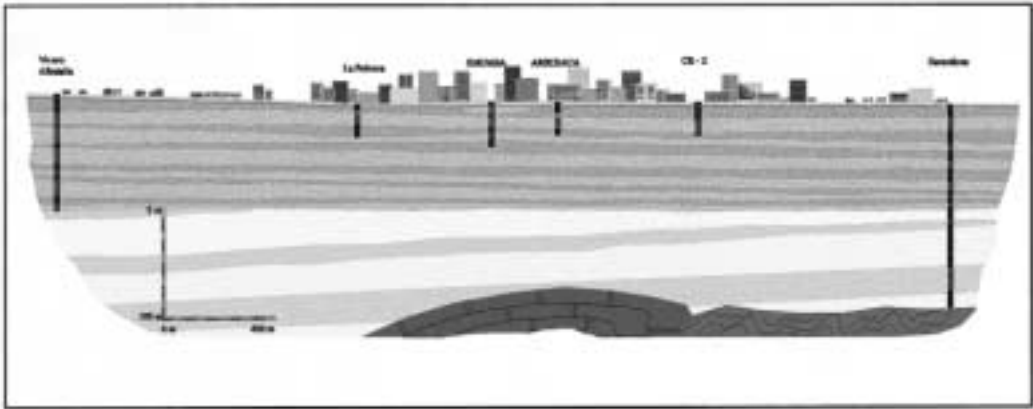


Figura 3. Corte real del terreno bajo el casco urbano de Murcia.

del Segura, cuyos límites se extienden entre las provincias de Murcia y Alicante. La superficie de esta Unidad es de unos 450 km², y se encuentra integrada totalmente dentro de la cuenca hidrográfica del Segura.

Se trata de un acuífero multicapa, constituido por materiales detríticos fluviales, que se han desarrollado en una depresión intramontañosa o fosa tectónica, donde los bordes actúan como área de procedencia de los sedimentos que secuencialmente han inundado la Vega del Segura que, como se muestra en las *figuras 2 y 3*, presentan gran continuidad lateral.

En la *figura 3* se detectan cinco episodios de gravas fluviales y otros tantos intercalados de material semipermeable, generalmente arcillas, limos y arenas, que provocan, prácticamente, la desconexión hidráulica vertical de los diferentes tramos permeables. No obstante, aguas arriba de Murcia, esta secuencia de materiales cambia lateralmente hacia otra, donde predominan las gravas sobre los materiales detríticos finos, y el acuífero se comporta como si se tratara de un sólo tramo, en estado libre, donde se produce la conexión hidráulica de los tramos acuíferos que se diferencian aguas abajo de Murcia.

La disponibilidad de estos recursos es muy alta, ya que el citado acuífero aluvial presenta unos recursos naturales que alcanzan los 70 hm³/año, que se basan esencialmente en los excedentes de riego, la lluvia y las pérdidas producidas en la red de acequias.

Por otra parte, las reservas existentes en los primeros 100 metros de acuífero se han estimado en unos 3.000 hm³, en base a las siguientes hipótesis:

- * Superficie media 300 km²
- * Espesor medio de material permeable 50 m
- * Espesor medio de material semipermeable 50 m
- * Porosidad eficaz (permeable) 20%
- * Porosidad eficaz (semipermeable) 5%



Figura 4. Evolución del nivel de un piezómetro situado 4 km al Oeste de Murcia.

Las salidas se han originado a través del drenaje del río y azarbes, y por los escasos bombeos que se realizaban en los numerosos pozos y sondeos (de 2 a 5 hm³/año). En este sentido, la *figura 4* resulta ilustrativa de la existencia de variaciones estacionales, que coinciden con la intensidad de los riegos. En verano, cuando más agua se utiliza en este uso, los niveles alcanzan la máxima altura, y en invierno ocurre lo contrario. Estas diferencias estacionales pueden llegar a producir una oscilación de niveles entre máximos y mínimos de 1 a 5 m, aunque normalmente esta evolución es menos acentuada y la media de variación estacional suele ser de 1 m.

Se aprecia igualmente que, durante el periodo 1975-82, el acuífero se encontraba lleno, dado que las extracciones eran inferiores a la alimentación y, por ello, no presentó descensos anuales. Sólo se apreciaron variaciones estacionales provocadas por el riego y el drenaje de los azarbes. Sin embargo, en los periodos 1982-84 y 1992-96, coincidiendo con épocas de sequía, en las que las lluvias y el riego prác-

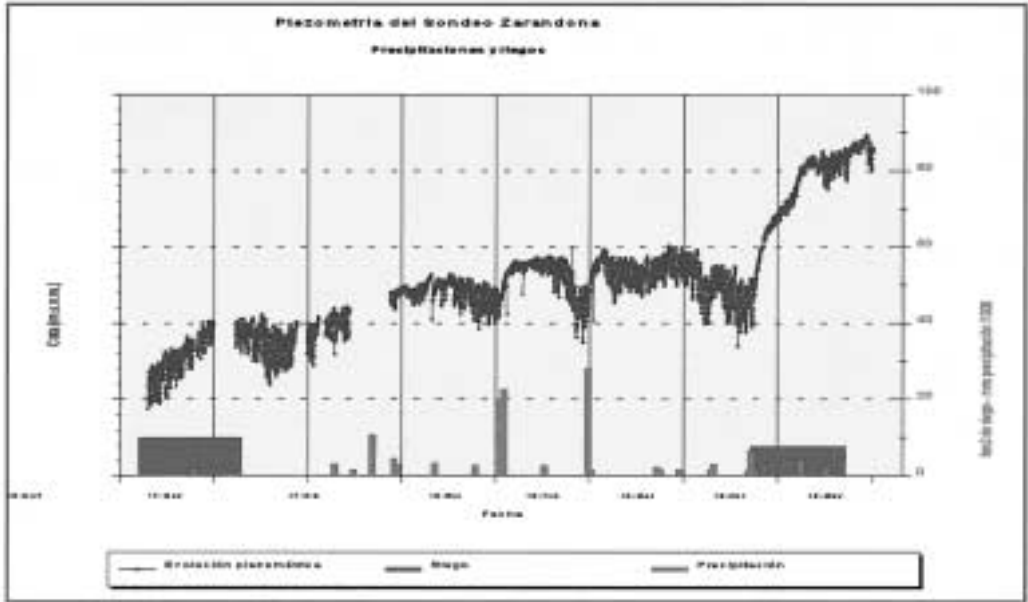


Figura 5. Recarga, extracciones y evolución piezométrica del acuífero.



Figura 6. Evolución piezométrica diaria y semanal.

ticamente desaparecen, la unidad hidrogeológica de las Vegas Media y Baja del Segura se emplea para cubrir el déficit de recursos existente, aprovechando sus cuantiosas reservas.

La figura 5 muestra que la piezometría del acuífero es el resultado del balance

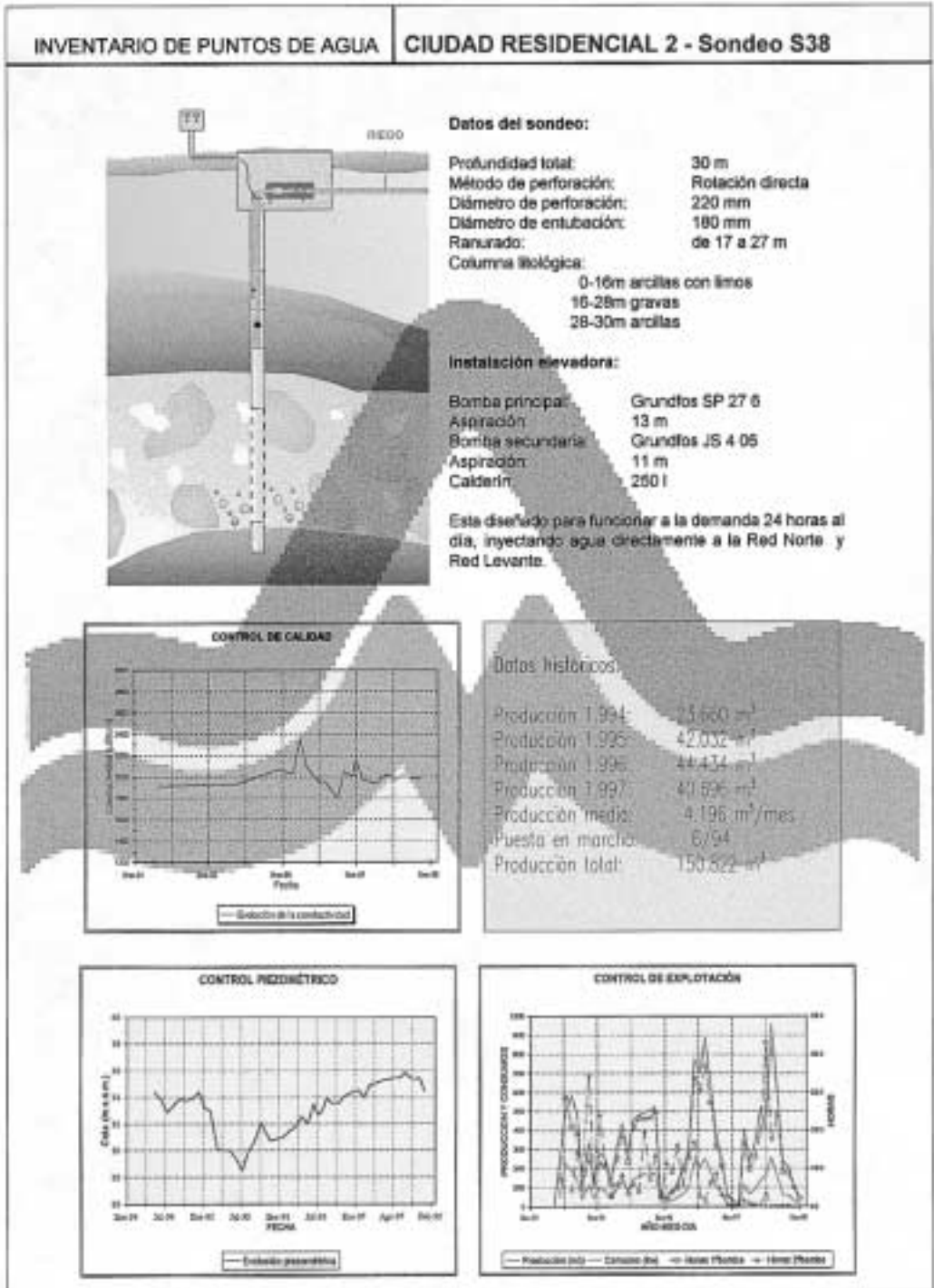


Figura 7. Ficha de inventario de puntos de agua.

entre las entradas, por riego y pluviometría, y las salidas, por bombeo, en pozos y sondeos.

A nivel diario, en la *figura 6* se aprecia cómo se inician las extracciones a partir de las 7 de la mañana, se reducen entre las 2 y 3 del mediodía, y finalizan a las 5 de la tarde.

A nivel semanal, la explotación de agua subterránea sólo sufre variaciones al lle-

CONTROL	INTERVALO DE MEDIDA
volumétrico	mensual
energético	mensual
de calidad	mensual (conductividad) semestral (balance iónico)
piezométrico	horario (1 sondeo) diario (5 sondeos) quincenal (resto de sonde-

gar el domingo, donde se detecta que las extracciones se reducen considerablemente, aunque con el mismo reparto horario que en los días laborables.

Se observa igualmente que la explotación diaria disminuye drásticamente con la lluvia, y de forma progresiva con el riego, procedente tanto del Trasvase como del río Segura.

LAS REDES DE CONTROL

Todos estos datos forman parte de las redes de observación, que se han establecido para el control volumétrico, energético, piezométrico y de calidad orientadas, tanto a la evaluación global del sector de acuífero captado, como a la correcta explotación y mantenimiento de las captaciones e instalaciones existentes, contribuyendo decisivamente al conocimiento de la Unidad Hidrogeológica de las Vegas Media y Baja del Segura y, más concretamente, del subsuelo urbano sobre el que se asienta la ciudad de Murcia.

El control efectuado nos permite la confección de fichas de explotación de cada uno de los puntos de agua existentes, así como la realización de planos de líneas de igual piezometría o igual contenido iónico que se muestran a continuación.

En lo que se refiere a la superficie piezométrica (*figura 8*), el gradiente hidráulico coincide con el sentido de circulación del río que, generalmente, actúa como eje drenante hasta las proximidades de Orihuela.

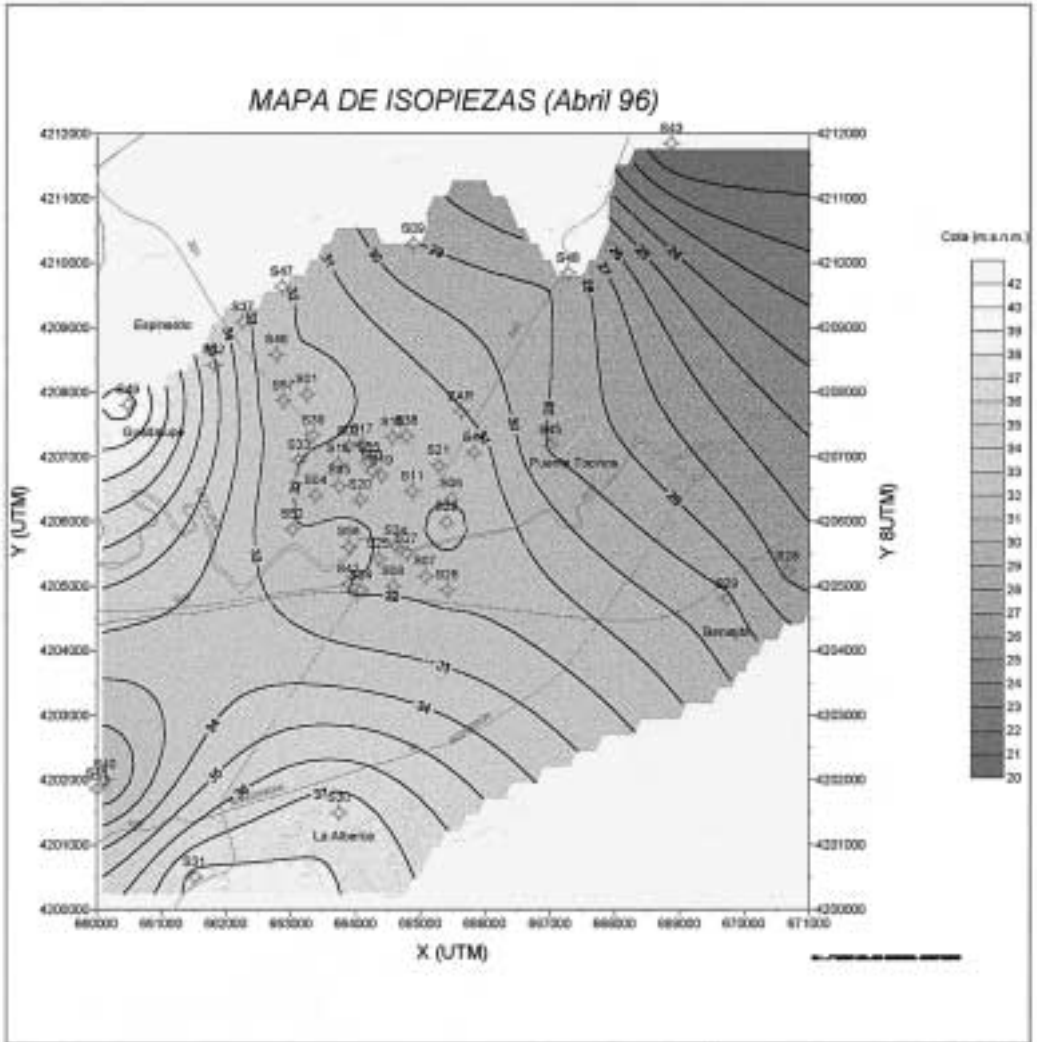


Figura 8. Mapa de isopiezas del acuífero.

El agua de la Unidad hidrogeológica de las Vegas Media y Baja del Segura presenta una calidad variable, tal y como se esboza en la figura 9. La salinidad oscila entre 2 y 3 gr/l, en la Vega Media, y más de 10, incluso 20 gr/l, entre Los Dolores y Guardamar.

En lo que se refiere al entorno del casco urbano de Murcia, todos los parámetros analizados varían espacialmente de forma similar, y muestran los mejores resulta-

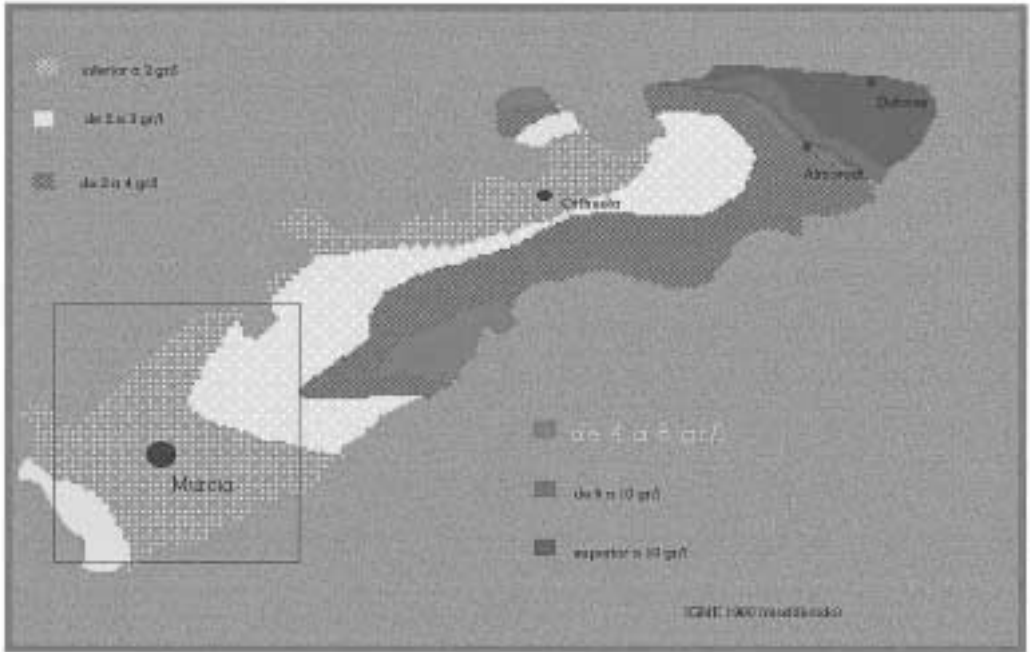


Figura 9. Zonificación de la calidad del agua.

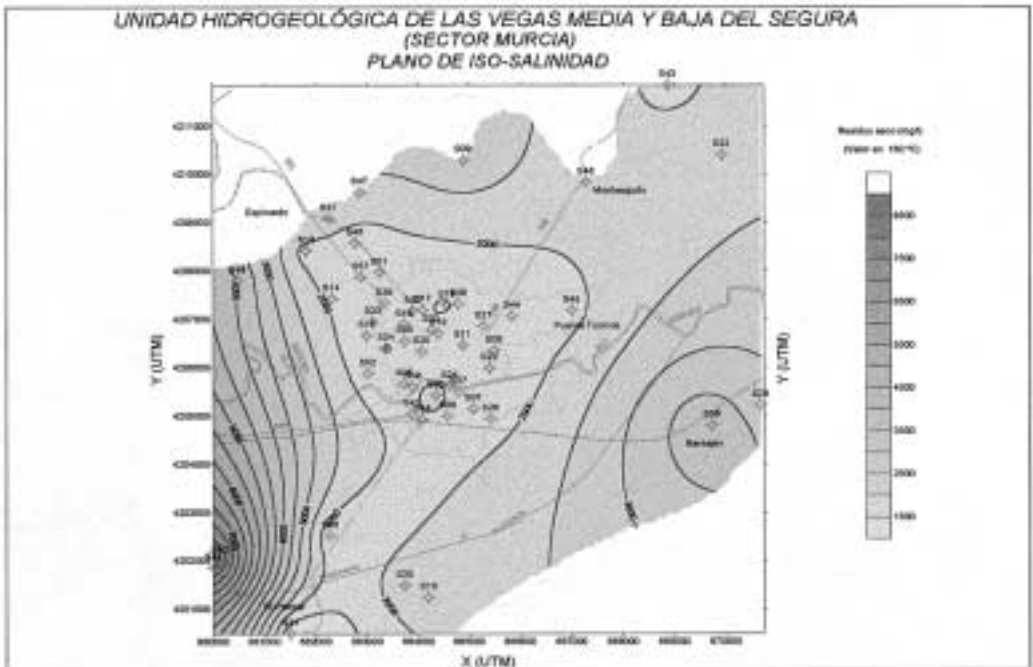


Figura 10. Líneas de isosalinidad del acuífero.

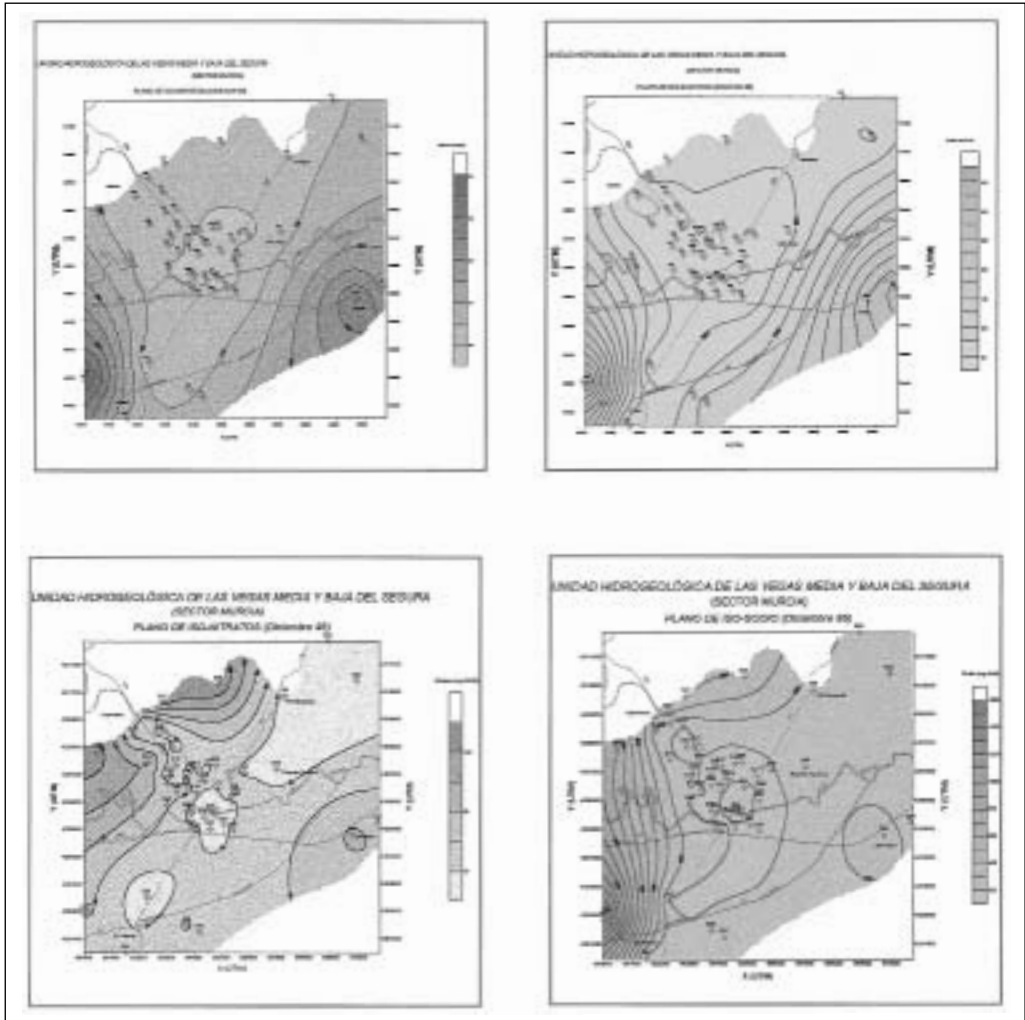


Figura 11. Líneas de isocontenidos en Mg^{++} , SO_4^- , NO_3^- y Na^+ .

dos en la franja central de la Vega Media, en un sector, entre Aljucer y Puente Tocinos, alejado de las Costeras Norte y Sur, y de la entrada de agua salobre del Valle del Guadalestín, por el oeste.

En la figura 11 se observa que el contenido en sulfatos y magnesio aumenta hacia la Costera Sur y Valle del Guadalestín, mientras que el contenido en nitratos y sodio se encuentra más influenciado por el límite norte, entre Espinardo y El Puntal.

Por otra parte, a raíz de estos trabajos de control hidrogeológico del acuífero

superficial de la Vega Media del Segura, en el que se asienta la ciudad, se han ido constatando, de forma clara, las influencias que tienen lugar entre el medio urbano y el acuífero. Estas experiencias, realizadas desde 1994, están contribuyendo a mejorar el conocimiento del entorno subterráneo de Murcia, para poder realizar una correcta gestión del acuífero y una correcta protección medioambiental.

En efecto, el agua del subsuelo en sus evoluciones cíclicas de llenado y vaciado del acuífero, experimenta ascensos y descensos que pueden alterar un gran número de elementos urbanos, que se sitúan en esta franja de terreno, como son las edificaciones, las redes de agua del abastecimiento, las acequias y hasta el propio cauce del río.

De esta forma, si estas circunstancias no se contemplan en el diseño y construcción de los elementos indicados, ocurre que:

- a) Cuando los niveles freáticos suben, las edificaciones con uno o más sótanos precisan evacuar las filtraciones del acuífero, si no quieren verse afectadas por continuas inundaciones y molestias de humedad.

Las redes del abastecimiento que no se encuentren en carga (normalmente la red de saneamiento y el resto de redes en situación de avería o corte de suministro) se ven influenciadas por las aguas freáticas, pudiéndose introducir en aquellas y originando problemas de calidad.

Por otra parte, las pérdidas que se producen en las redes del abastecimiento, en una zona saturada de agua, elevan un poco más el nivel freático en sus proximidades, y pueden llegar incluso a aflorar en superficie con cierta facilidad. Esto repercute positivamente en el abastecimiento, puesto que quedan así “señalizadas” para su inmediata reparación. No obstante, en esta situación de niveles altos, las elevaciones piezométricas pueden confundirse fácilmente con las que se producen en las acequias sin revestir próximas. Unas acequias que cuando no funcionan como redes de transporte, actúan como verdaderas redes de drenaje de la ciudad, que se encuentra literalmente inundada.

- b) Cuando los niveles del acuífero descienden, las edificaciones cambian el problema de drenaje por otro más grave. El asentamiento del terreno en que se enclavan, motivado por la pérdida de agua, hace peligrar la estructura y estabilidad de las mismas.

Las pérdidas en las redes de agua alimentan a un acuífero con un nivel freático más profundo, que impide que éstas puedan llegar a apreciarse en superficie y den la alarma para su eliminación.

Como consecuencia de estas apreciaciones se abre la puerta a un posible nuevo sistema de detección de fugas, basado en el control de las alteraciones del nivel freático.

ático que se producen en el terreno cuando se origina una fuga de agua incontrolada en una conducción.

Este método, que próximamente se va a experimentar en Murcia, estaría caracterizado por la colocación de piezómetros junto a las conducciones, para poder controlar las oscilaciones del nivel freático que se producen en el terreno donde se localiza la conducción, cuando se origina en ésta una pérdida de agua.



Figura 12. Arqueta de sondeo urbano.

CARACTERÍSTICAS DE LAS CAPTACIONES REALIZADAS

Se han realizado de 54 pequeños sondeos de captación, junto a las zonas de mayor demanda, cuyas características principales se exponen a continuación.

Sondeos

La profundidad oscila entre 25 y 68 m, hasta atravesar, como mínimo, el primer nivel acuífero constituido por gravas de excelentes características hidráulicas. La perforación se ha efectuado mayoritariamente por el método de rotación, con diámetro de 220 mm, siendo entubados con tubería de polietileno de 165 a 200 mm y 10 atm, siendo ranurado el tramo acuífero y cementado el espacio anular.

Tras las labores de perforación y entubación de los sondeos, se ha llevado a cabo la limpieza de los mismos mediante aire comprimido, utilizando para ello la propia maquinaria de perforación. Posteriormente se procedió al bombeo intermitente al doble del caudal máximo de explotación (entre 6 y 10 l/s).

Finalmente se provee al sondeo de la correspondiente arqueta de válvulas y contadores, que queda integrada en el entorno (figura 12).

Instalaciones hidráulicas

En el interior de los sondeos se han instalado grupos sumergidos eléctricos, capaces de extraer un caudal de 1 a 5 l/s con una presión, en cabeza de sondeo, de 4 a 8 atm.

Podemos diferenciar dos tipos esenciales de instalaciones, totalmente automatizadas: las que se emplean para satisfacer directamente las distintas demandas del jardín, y las que se utilizan para rellenar uno de los estanques existentes donde se almacena previamente el agua extraída.

Las primeras suelen constar de dos grupos de bombeo, con curvas características complementarias, que se instalan en paralelo y se regulan mediante presostatos, para adaptar el caudal de extracción a la demanda de las diversas tomas. En el segundo caso, el riego se centraliza en el estanque, y la extracción del sondeo se efectúa con una sola bomba, regulada mediante sonda de nivel.

Existe además una instalación mixta preparada tanto para la recarga como para la extracción, cuyo fundamento y características se definen más adelante.



Figura 13. Sector de la Red Norte.

En todos los casos, la acometida eléctrica se realiza en baja, con línea de montaje aérea o subterránea, según la situación de la instalación con respecto a la C.G.P., e incorpora caja general de protección de doble aislamiento, armario de contadores y cuadro de protección del equipo moto-bomba situado siempre junto a la arqueta de válvulas.

INFRAESTRUCTURA DE ALMACENAMIENTO Y TRANSPORTE

Es de resaltar la celeridad con que esta alternativa, pionera en España, fue implantada, tan sólo en 12 meses, y ello a pesar de la complejidad de ejecución dentro del tejido urbano.

Tal como se indicaba anteriormente, en todos los jardines que poseen estanques ornamentales, como son los situados en La Seda, Torre de Romo o Auditorium, entre otros, se han localizado sondeos de extracción de agua subterránea y se ha utilizado su capacidad de almacenamiento para una mejor regulación del riego.

Esta medida, además de contribuir a la idónea explotación y distribución de los recursos, ha beneficiado claramente a la fauna existente en los mencionados estan-

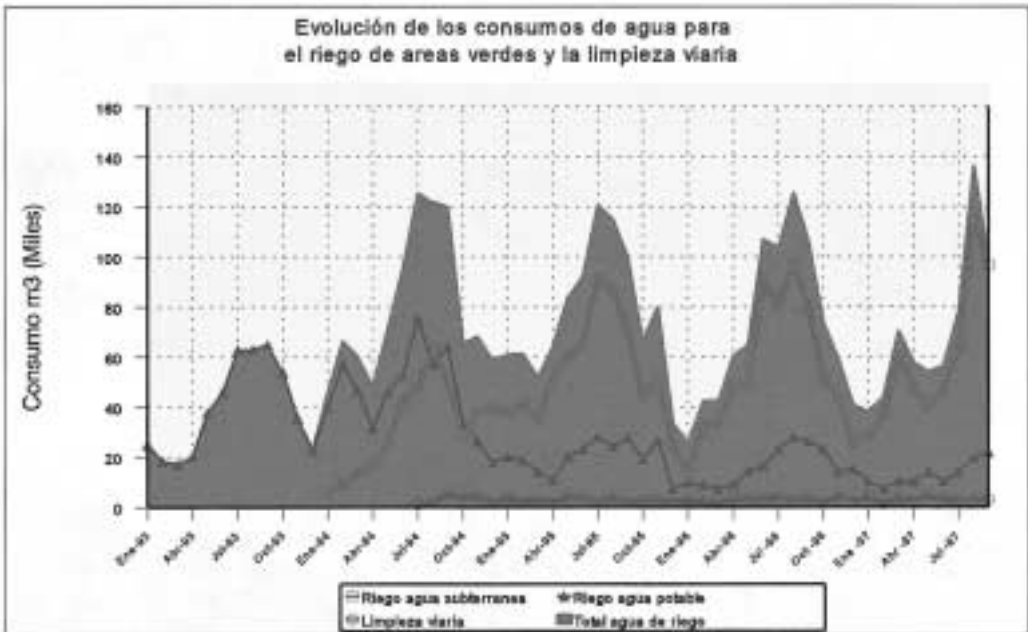


Figura 14. Evolución del consumo de agua subterránea urbana.

ques y lagos, debido a la renovación constante que se produce en sus aguas, y ha favorecido el ahorro de agua, al poder efectuar el vaciado de los mismos a intervalos de tiempo más distanciados.

Por otra parte, para transportar las aguas extraídas desde los sondeos y estanques hasta las antiguas acometidas de agua potable de los jardines de Murcia y Pedanías, se han tenido que construir más de 14 km de conducciones. Un complejo entramado de redes principales y secundarias, de polietileno, de 63 a 160 mm de diámetro, de acuerdo con las normas de construcción exigidas por la Concejalía de Urbanismo de Murcia.

En un principio cada sondeo se conectaba únicamente a los jardines situados en su entorno próximo; sin embargo, pronto se procedió a la interconexión de sondeos, con objeto de aumentar considerablemente la garantía de suministro de los diferentes usos relacionados.

En la actualidad existen cuatro grandes redes (Espinardo, Norte, Levante y Sur), a punto de ser interconectadas, con un total de 20 sondeos y dos estanques, estratégicamente situados, para conseguir el mallado de las mismas.

En la *figura 13* se muestra un sector de la mencionada red norte, con la situación de las captaciones, trazado de conducciones y ubicación de las áreas abastecidas.

EXTRACCIONES EFECTUADAS

En lo que se refiere al volumen de agua extraído, la *figura 14* muestra las extracciones totales efectuadas.

Dichas extracciones, que comienzan a contabilizarse en enero de 1994, fueron ascendiendo conforme se realizaban nuevos sondeos, alcanzando la cifra de 380.347 m³ en 1994, 658.656 m³ en 1995 y 128.060 m³ en el período enero-abril de 1996. Ello supone un caudal de extracción 20,9 l/s y un valor medio de 0,43 l/s por sondeo.

RECARGA ARTIFICIAL DEL ACUÍFERO

Se realiza de forma constante a través del sondeo S35, localizado en el nuevo jardín del Salitre, donde existe un aparcamiento subterráneo, cuyas aguas de drenaje se vierten directamente a un estanque. Desde este punto se bombean las necesarias para la demanda del jardín, y el resto, en lugar de evacuarlo a la red de saneamiento, se introduce en el acuífero, previa filtración, con un caudal que varía entre 1 y 7 l/s, según se recargue por sifonamiento o por inyección, respectivamente.

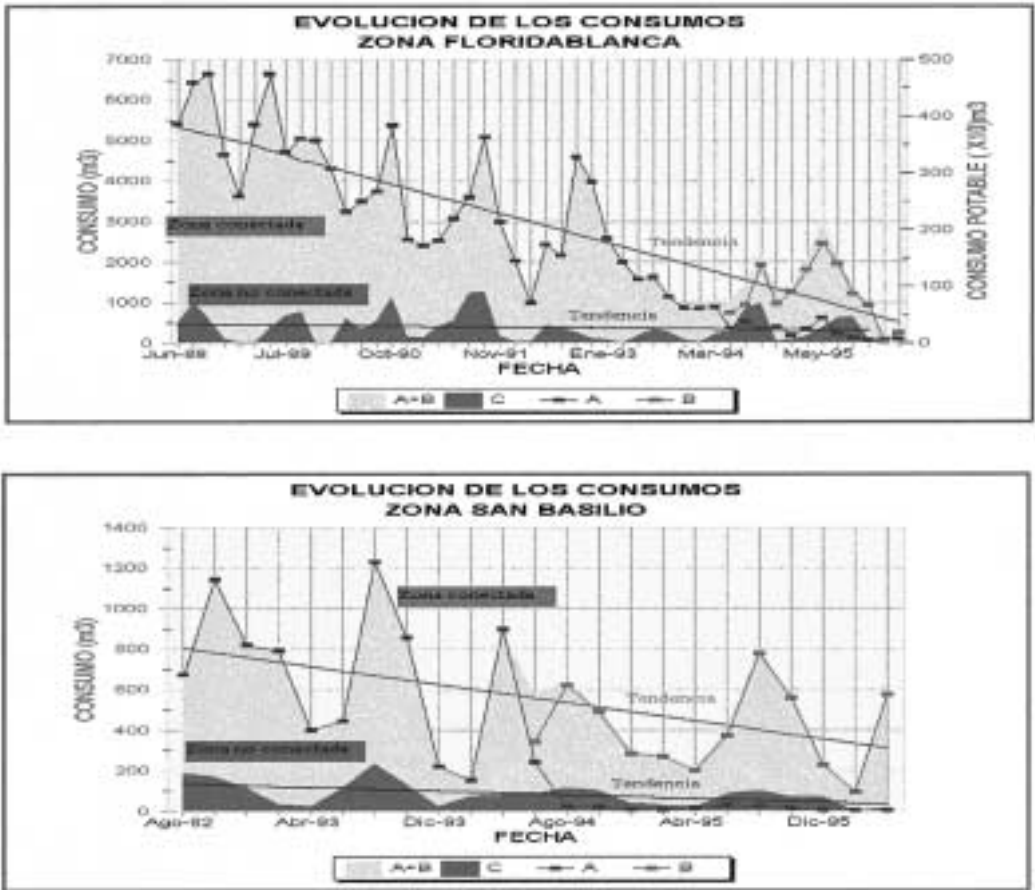


Figura 15. Evolución de los consumos de agua para riego de jardines.

Ocasionalmente, coincidiendo con la disponibilidad de otras aguas de drenaje o vaciado de piscinas próximas a uno de los sondeos, se suelen llevar a cabo otras operaciones de recarga.

USOS DEL AGUA EXTRAÍDA

El agua subterránea, que circula por la nueva red de agua no potabilizada de Murcia, se ha utilizado, hasta el momento, para:

- * Riego de áreas verdes municipales (cubierto el 78 % de las necesidades).

- * Abastecimiento de fuentes y estanques ornamentales (cubierto el 100 % de las necesidades).



Figura 16. Jardín de “consumo cero”.

- * Limpieza viaria (cubierto el 100 % de las necesidades).
- * Abastecimiento de piscinas y campos de deportes (en proceso de implantación).
- * Uso sanitario (en previsión de situaciones de extrema necesidad).

En cuanto al suministro de áreas verdes se refiere, es de resaltar el aumento espectacular que ha experimentado la superficie ajardinada en los últimos años, y la rápida adaptación de las mismas a la falta de disponibilidad de agua.

En el municipio de Murcia ya se han alcanzado los 2.000.000 de metros cuadrados de superficie total ajardinada (827.344 m² de áreas verdes *s.str.*), de los cuales el 81% se abastece con agua subterránea y el resto con agua potable.

La *figura 15* muestra los resultados de las medidas de ahorro, reducción de consumos y uso racional aplicadas por las Concejalías de Urbanismo y Parques y Jardines.

El significado de la leyenda es el siguiente:

- A: consumos de agua potable de jardines actualmente conectados a la red de agua subterránea.
- B: consumos de agua subterránea de los jardines anteriores.
- C: consumos de agua potable de jardines, próximos a los anteriores, que aún no han sido conectados a la red de agua subterránea.

Se aprecia claramente la evolución descendente de las necesidades reales de los jardines de Murcia, lo cual ha sido posible gracias a la automatización del riego, que ha permitido el riego nocturno, evitando pérdidas por evaporación y la disminución de tandas. También por el empleo de las aguas embalsadas en los estanques ornamentales existentes, posibilitando su regeneración continua y disminuyendo, de esta manera, la frecuencia de vaciados para su limpieza. Por último también hay que mencionar la implantación de especies más resistentes, con unas necesidades mínimas y suministradas mediante goteo. En la *figura 16* se observa la ejecución de uno de estos jardines de “consumo cero”.

En cuanto a la limpieza viaria, las necesidades totales de agua se han cubierto mediante aguas no potabilizadas. Para ello se han instalado bocas de carga específicas, estratégicamente repartidas por el casco urbano de Murcia y pedanías, que se utilizan para la carga de barredoras y baldeadoras. El volumen utilizado ha sido de 17.424 m³ en 1994, 31.416 m³ en 1995, y 52.679 m³ en 1996.

En relación con el abastecimiento de piscinas y campos de deportes, se han iniciado las obras de reajuste necesarias para que también estos usos municipales dispongan de agua no potabilizada. Hasta el momento se ha solucionado el suministro de las piscinas Murcia Parque y Espinardo, y de los campos de deportes localizados en el Parque de Fofó.

Por último, en prevención de situaciones de extrema necesidad para la población de Murcia, se han preparado tomas especiales, para posibilitar el uso sanitario de las aguas subterráneas. Dichas tomas están formadas por cuatro grifos en batería, y han sido diseñadas para poder utilizar la mayoría de los recipientes que se suelen emplear para la carga doméstica de agua.

En caso de ser necesario, todas las tomas estarán convenientemente señalizadas, indicando que suministran agua no potable, un número de control y la dirección de emplazamiento.

Por otra parte, se ha realizado una experiencia piloto sobre la utilización de agua no potabilizada en las propias viviendas de un abastecimiento urbano, para el suministro de duchas, lavabos, sanitarios, etc. Dicha experiencia se ha realizado en las instalaciones de Aguas de Murcia durante seis meses consecutivos, y tuvo como objetivo esencial, establecer las ventajas e inconvenientes de tal suministro, así como sentar las bases para una hipotética implantación generalizada de esta alternativa, lo cual:

1º Aumentaría la disponibilidad de recursos de alta calidad, al liberar, para consumo estrictamente humano, los volúmenes actualmente destinados a otros usos urbanos, que no requieren la calidad de las aguas potables.

2º Sería pues altamente viable la satisfacción de las demandas actuales y futu-

ras con recursos de alta calidad en los Sistemas de Abastecimiento. Estos recursos permitirían dotar a nuevas poblaciones deficitarias, tanto en cantidad como en calidad de agua, cubriendo su demanda actual y futura y permitiendo su desarrollo económico y social sin necesidad de disponer de nuevos recursos de agua potable efectuando, eso si, un mejor y mayor reparto de los existentes.

3º Se aprovecharían volúmenes importantísimos de agua subterránea y/o residual, de inferior calidad, localizadas en las inmediaciones de los puntos de demanda, para satisfacer el resto de las necesidades urbanas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CABEZAS CALVO-RUBIO, F. (1994). Consideraciones sobre los recursos hidrogeológicos y no convencionales en el Plan Hidrológico de la Cuenca del Segura. Seminario de la Universidad Internacional Menéndez Pelayo de Santander. M.O.P.T.M.A.

EMUASA. (1994-98). Cartografía digitalizada de la red de riego.

EMUASA, POZOS REUNIDOS. (1994-98). Inventario de sondeos en explotación.

EMUASA, POZOS REUNIDOS. (1994-98). Informes periódicos sobre la red de control piezométrica y de calidad del acuífero de la Vega Media del Segura, en el entorno del municipio de Murcia.

EMUASA, POZOS REUNIDOS. (1994). Propuesta de utilización de aguas subterráneas para eliminar y prevenir la aparición de malos olores en los cauces municipales, a su paso por los núcleos urbanos de Murcia.

EMUASA, POZOS REUNIDOS. (1995). Informe sobre la explotación y variaciones piezométricas registradas en los sondeos municipales que se aprovechan para el riego de jardines y la limpieza viaria de Murcia.

EMUASA, POZOS REUNIDOS. (1995). Perspectivas futuras para el abastecimiento de Murcia. Propuesta de alternativas.

HERVÁS MARTÍN, J.L. (1995). La gestión del servicio municipal de aguas. Agua y futuro en la región de Murcia. Asamblea Regional de Murcia.

IGME-IRYDA. (1978). Investigación hidrogeológica de la Cuenca Baja del Segura. Informe técnico nº6. Las Vegas Media y Baja del Segura.

ITGE. (1975-95). Informes periódicos y de síntesis sobre la red de control piezométrica del acuífero de la Vega Media del Segura.

LÓPEZ LOZANO, S.M., VICENTE GIL, Q. (1995). Evolución y mantenimiento de zonas verdes en Murcia municipio, años 1983-95.

LÓPEZ LOZANO, S.M., VICENTE GIL, Q. (1992). Evolución y mantenimiento de zonas verdes