

# **EL CAMPO DE POZOS DEL GUADARRAMA: UN PROYECTO INNOVADOR DEL CANAL DE ISABEL II PARA EL APROVECHAMIENTO DE AGUAS SUBTERRÁNEAS**

**BERNARDO LÓPEZ-CAMACHO Y CAMACHO, JOSÉ ANTONIO IGLESIAS MARTÍN,  
ESTHER SÁNCHEZ SÁNCHEZ**  
Canal de Isabel II

## **RESUMEN**

Los abastecimientos urbanos requieren contar con fuentes de recursos diversificadas que permitan mantener la garantía del suministro lo más elevada posible, a la vista de la irregularidad en las aportaciones a los embalses y los aumentos en los volúmenes derivados. En el caso de Madrid, con una capacidad de los embalses de 946 hm<sup>3</sup>, en el año 2005 las aportaciones de los ríos fueron de 238,8 hm<sup>3</sup> mientras el volumen derivado ascendió a 610 hm<sup>3</sup>. El Canal de Isabel II ha integrado las aguas subterráneas en su sistema de abastecimiento, para lo que cuenta con 70 pozos que permiten aportar entre 60 – 80 hm<sup>3</sup> en un año de sequía, permaneciendo parados el resto del tiempo.

Para completar la capacidad de aprovechamiento del acuífero terciario detrítico de Madrid, el Canal de Isabel II ha promovido la construcción del nuevo campo de pozos del Guadarrama: 28 captaciones, 56 km de conducciones y 2 plantas de tratamiento, con un caudal punta de 1.500 l/s y una capacidad de aportación de 30 hm<sup>3</sup> en un año de sequía, permaneciendo parado los tres siguientes, para conseguir una explotación sostenible del acuífero en la línea marcada por la Directiva Marco del Agua. Se exponen los principios básicos del proyecto basado en la sostenibilidad y la innovación, los elementos que componen el campo de pozos, grado de ejecución de las obras y su uso integrado con las demás fuentes de suministro del sistema de abastecimiento de la Comunidad de Madrid.

## **1. INTRODUCCIÓN**

El abastecimiento de agua a la Comunidad de Madrid se basa en la utilización conjunta o integrada de los recursos hídricos existentes en la región: superficiales, subterráneos y de reutilización. Las aguas almacenadas en la red de catorce embalses superficiales de que dispone el Canal de Isabel II, con una capacidad de almacenamiento de 946 hm<sup>3</sup>, a las que se añade una concesión de 120 hm<sup>3</sup> del río Alberche (que requieren una elevación de 300 m), constituyen la fuente de suministro en situaciones de normalidad hídrica. A estos recursos de origen superficial se añaden las aguas procedentes de los dos principales acuíferos de la región, de los que se pueden extraer 60 – 80 hm<sup>3</sup> en un año de funcionamiento, constituyendo éstas un recurso estratégico para situaciones de emergencia o momentos previos a escenarios de escasez de recursos (1).

Los campos de pozos construidos en los últimos quince años por el Canal de Isabel II se sitúan principalmente en los interfluvios de los ríos Guadarrama-Manzanares y Manzanares-Jarama, aprovechando la fácil conexión a los canales y depósitos de abastecimiento que se ubican en dichas áreas. Se considera que en esos interfluvios el acuífero se encuentra aprovechado a un límite razonable y sostenible.

Quedaba por aprovechar el interfluvio entre los ríos Alberche y Guadarrama, en la margen derecha del último río, área en la que las características hidrogeológicas son favorables para la extracción de caudales de interés y existen extracciones reducidas por el resto de usuarios. Presenta el inconveniente de no disponer de infraestructuras de conexión con el sistema general del abastecimiento.

Ante esas circunstancias, el Canal de Isabel II proyectó en 1998 el campo de pozos del Guadarrama, en la margen derecha de dicho río, con el objetivo de aumentar el volumen de recursos disponibles para el abastecimiento de la Comunidad de Madrid en los períodos de sequía. Los pozos se sitúan a lo largo de una línea (con la posibilidad de construir ramales afluentes), paralela al curso del río, recogiendo sus caudales por medio de una arteria aductora troncal que los conducen hasta sendas potabilizadoras situadas en los extremos norte y sur del campo (ETAP de Majadahonda, en remodelación, y ETAP de Griñón, de nueva construcción). Adicionalmente, fuera de los períodos de utilización de los pozos, la arteria aductora troncal podrá conducir aguas procedentes de una elevación del río Alberche hasta la ETAP de Griñón, por medio de su conexión con la conducción Picadas-Majadahonda a la altura de Valdemorillo.

## **2. FINALIDAD DEL CAMPO DE POZOS DEL GUADARRAMA**

La necesidad de disponer de nuevos recursos con los que mantener los niveles de garantía de la Comunidad de Madrid se basa en diferentes consideraciones:

- a) Las aportaciones de los ríos que discurren por la región de Madrid son muy irregulares, típicas de climas de tipo mediterráneo. Han oscilado entre los 1738 hm<sup>3</sup> del año hidrológico 1940-41 y los 223 hm<sup>3</sup> del año 1991-92.
- b) La red de embalses de abastecimiento se utiliza para laminación de avenidas. Se han establecido unos resguardos que oscilan entre el 18,1% de capacidad total (meses de diciembre y enero) y el 3,5% (meses de julio y agosto). En los meses de mayores aportaciones, el volumen máximo de llenado permitido es de 774,3 hm<sup>3</sup> (81,9% de la capacidad total).
- c) Se han fijado vertidos ambientales desde los embalses de El Atazar, río Lozoya, (27 hm<sup>3</sup>/año) y El Vado, río Jarama, (9 hm<sup>3</sup>/año), si bien condicionados a la existencia de un volumen de referencia almacenado.
- d) La demanda se ha incrementado en los últimos 10 años (antes de la sequía del 2005) en un 25 %.

Lo anterior pone de manifiesto que en períodos de sequía el suministro se vea claramente comprometido. Con el fin de mantener un adecuado nivel de garantía en el suministro de agua a Comunidad de Madrid se está trabajando en una doble estrategia. En primer lugar, la contención de la demanda mediante una serie de actuaciones (legales, técnicas, tarifarias, de comunicación) que han permitido una reducción de los consumos superiores al 10 % desde julio de 2005. Por otra parte, se trata de incrementar los recursos; aspecto este último en el que se centra el presente trabajo.

Las principales actuaciones que se están realizando o están en proyecto con las que aumentar los recursos hídricos para el abastecimiento son:

- a) Incremento de la concesión desde el río Alberche en 100 hm<sup>3</sup> anuales.
- b) Concesión de 14,6 hm<sup>3</sup>/año del Sistema Almoguera-Mondéjar, para el suministro de 15 municipios del sureste de la Comunidad de Madrid, en fase de entrada en servicio.
- c) Solicitud de concesión de 47,2 hm<sup>3</sup>/año del río Tajo, para el abastecimiento de Aranjuez y su zona de influencia, en fase de tramitación.
- d) Reutilización del agua. En la actualidad, el Canal de Isabel II suministra aguas residuales sometidas a tratamiento terciario en cuatro instalaciones para el riego de zonas verdes y campos de golf, con un volumen anual de 3,1 hm<sup>3</sup>/año. Además se ha puesto en marcha el proyecto Madrid Dpura con el objetivo a 5 años de utilizar 40 hm<sup>3</sup> anuales de agua reciclada para riegos públicos y usos industriales.
- e) Recarga artificial de acuíferos con aguas superficiales en los períodos de aguas abundantes en la red de embalses superficiales. El objetivo es recargar hasta 40 hm<sup>3</sup> en un año de operaciones. El proyecto se encuentra en fase de pruebas-piloto.

Dentro de este conjunto de actuaciones el Canal de Isabel II está construyendo también un nuevo campo de pozos en el valle del Guadarrama que permitirá incrementar los recursos disponibles (30 hm<sup>3</sup> en un año de funcionamiento), de manera principal en los momentos en los que más los necesita el sistema: en situaciones de sequía, en las que los volúmenes almacenados en la red de embalses se ven reducidos. Con estos recursos el Canal de Isabel II dispondrá de una capacidad total nominal de extracción de aguas subterráneas del orden de 100 hm<sup>3</sup> en un año de sequía, que puede representar en esos años secos más del 15 % del volumen total de recursos suministrados.

Los recursos aportados por este acuífero se consideran de emergencia, quedando reservados para uso exclusivo en situaciones de escasez o con carácter preventivo de estas situaciones en los estadios de aproximación a los mismos, con el fin de realizar una explotación sostenible del acuífero, permitiendo que se recupere de los efectos causados por el bombeo durante los tres años siguientes (1). Sin embargo, la arteria colectora de las aguas extraídas en la red de pozos del campo de pozos del Guadarrama tendrá un uso permanente, ya que permitirá aportar al sistema de distribución volúmenes adicionales procedentes del sistema de aguas superficiales (embalses de Picadas o Valmayor), con limitaciones actuales de aducción. Por tanto, el conjunto campo de pozos del Guadarrama y las conducciones conexas permitirán aumentar considerablemente los recursos hídricos aportados al sistema general del abastecimiento de la Comunidad de Madrid.

### **3. PRINCIPIOS BÁSICOS DEL PROYECTO**

El campo de pozos del Guadarrama se basa en un aprovechamiento del acuífero terciario detrítico de Madrid respetuoso con el medio ambiente, coincidente con las directrices básicas de la Directiva Marco del Agua (2). Los principios básicos que han inspirado el proyecto son:

- ✓ Respeto al medio ambiente en el área de construcción. En la fase de construcción se cumplirán las medidas preventivas y correctoras propuestas en el Estudio de Impacto Ambiental realizado, que fue aprobado favorablemente por la Consejería de Medio Ambiente de la Comunidad de Madrid (DIA emitida en junio de 2000), tramitándose actualmente la DIA ante el Ministerio de Medio Ambiente. En la fase de explotación se desarrollará el Programa de Vigilancia Ambiental y Control definido en dicho Estudio y en las DIAs.

- ✓ Sostenibilidad de los ecosistemas hidrodépendientes. Las extracciones se llevarán a cabo por debajo de los 80 m de profundidad, captando aguas cuyo flujo no alimenta a los ecosistemas de superficie. Para la comprobación de los efectos causados por la explotación sobre el acuífero y la eficacia de las medidas definidas en el Programa de Vigilancia Ambiental, el Canal de Isabel II ha construido una red piezométrica de control, tanto en zonas de recarga como en las de descarga del acuífero (6 nidos de piezómetros a distintas profundidades, en función de los distintos esquemas de circulación descritos por el agua, con un total de 18 piezómetros).
- ✓ Uso racional y prudente de los recursos hídricos. El volumen anual medio extraído en el área del Proyecto (Canal de Isabel II más particulares) no superará el 50 % de los recursos renovables.
- ✓ Innovación tecnológica en la concepción y flexibilidad del Proyecto, mediante el uso generalizado de reguladores de velocidad y el gobierno automatizado del sistema desde centros de control.
- ✓ Contribución a la garantía y robustez del sistema general del abastecimiento de la Comunidad de Madrid, al diversificar las fuentes de suministro en períodos de sequía, asegurando el abastecimiento de los núcleos del área, permitiendo disponer de una nueva arteria de interconexión de los sistemas generales en la zona oeste de la Comunidad.

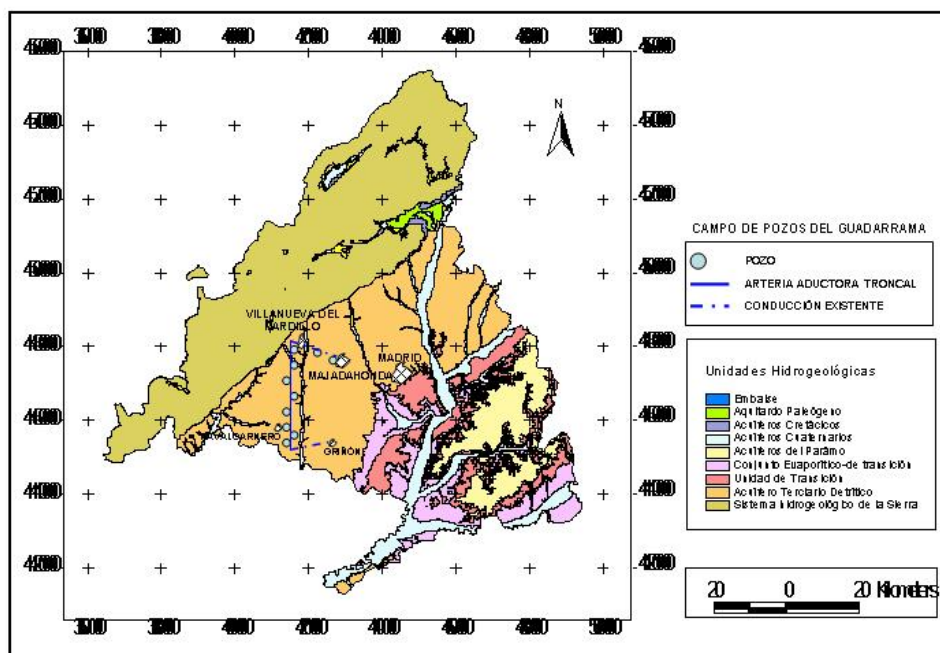


Figura 1. El campo de pozos del Guadarrama explota el acuífero detrítico terciario de Madrid en la margen derecha del valle del Guadarrama, en la que se producen actualmente menores explotaciones

#### **4. SOSTENIBILIDAD DEL PROYECTO. BALANCE DE RECURSOS EN EL ACUÍFERO**

Las extracciones totales en el acuífero terciario detrítico de Madrid, excluidas las que realiza el CYII, son del orden de  $54 \text{ hm}^3/\text{año}$  (3), si bien esta cifra parece que es algo mayor en los últimos años. Las extracciones del CYII en los últimos 11 años han sido de unos  $210 \text{ hm}^3$ , lo que representa una extracción promedio de unos  $19 \text{ hm}^3/\text{año}$ . Por tanto, el acuífero detrítico terciario, actualmente, no presenta problemas de sobreexplotación, considerando una recarga media de entre  $120 - 150 \text{ hm}^3/\text{año}$ . Sin embargo, puesto que las principales extracciones se concentran en zonas muy concretas (interfluvios de los ríos Jarama-Manzanares y Manzanares-Guadarrama), en estas zonas se están produciendo descensos piezométricos residuales, aunque no son de gran importancia dado el gran espesor que presenta el acuífero; sin embargo, resulta recomendable distribuir los centros principales de extracción, para no aumentar estos efectos locales.

El balance hídrico del valle del río Guadarrama, en su margen derecha, en la que se sitúa el campo de pozos, muestra que, frente a unos recursos renovables de  $40 \text{ hm}^3/\text{año}$ , se efectuarán unas extracciones del orden de  $6 - 10 \text{ hm}^3/\text{año}$  por los particulares, a las que se añadirán los  $7,5 \text{ hm}^3/\text{año}$  que de promedio extraerá el Canal de Isabel II con este campo de pozos. Con los datos actuales, los recursos renovables son mucho mayores que las extracciones previstas, aun cuando éstas puedan estar infravaloradas por la imprecisión de los datos de las extracciones correspondientes al resto de usuarios al Canal de Isabel II.

Las evoluciones piezométricas que observan en la red de control piezométrico en el valle del río Guadarrama de la Consejería de Medio Ambiente de la Comunidad de Madrid, se pueden resumir en un muy diferente comportamiento en la margen derecha de la izquierda. Mientras que en la izquierda se detectan descensos residuales acumulados del orden de los 6 m en el entorno Majadahonda-Boadilla del Monte-Pozuelo de Alarcón en el período 2000/01-2004/05, en la margen derecha la piezometría presenta tendencias estables o con ligeros ascensos y descensos (3).

Por tanto, el acuífero detrítico de Madrid, en la margen derecha del valle del río Guadarrama presenta un bajo grado de aprovechamiento. Si a ello unimos que la forma más recomendable de aprovechamiento del acuífero –a la vista de sus características hidrogeológicas- consiste en la diversificación de los puntos de extracción con el fin de reducir los efectos puntuales de los bombeos, se llega a la conclusión de que el diseño óptimo del campo de pozos es a lo largo de una línea de 36,5 km paralela al río Guadarrama.

#### **5. ÁMBITO LEGAL**

El Plan Hidrológico de la cuenca del Tajo, aprobado por RD 1664/1998, de 24 de Julio, publicado por la O.M. de 13 de agosto de 1999, define en su artículo 39 un Perímetro de Protección de los recursos en la U.H. 03.05, en cuyo ámbito territorial se encuentra el campo de pozos del Guadarrama. Dentro de dicho perímetro de protección todos los recursos aún disponibles quedan reservados para usos urbanos y fueron inscritos en el Registro de Aguas a nombre del organismo de cuenca hasta el otorgamiento de las correspondientes concesiones. El volumen concesional del campo de del Guadarrama procederá de esta reserva de recursos que hizo el Plan Hidrológico de la cuenca.

La importancia del aprovechamiento que se pretende realizar con el campo de pozos del Guadarrama viene recogida en diversos documentos legales, entre los que se señalan:

- ✓ Ley 55/1999, de Medidas fiscales, administrativas y de orden social (BOE nº 312 de 30 de diciembre), declaró de interés general el aprovechamiento de las aguas subterráneas para el abastecimiento de la Comunidad de Madrid, en su disposición adicional vigésima tercera.
- ✓ El Plan Hidrológico de la Cuenca del Tajo recoge las obras de este campo de pozos.
- ✓ Ley 10/2001, del Plan Hidrológico Nacional (BOE nº 161, de 6 de julio). En su Anexo II, listado de inversiones para el período 2002-2008, se declaran de interés general las obras de este campo de pozos.

## **6. CARACTERÍSTICAS DEL PROYECTO**

El campo de pozos del Guadarrama, situado en la margen derecha del valle de dicho río, entre las poblaciones de Villanueva del Pardillo y El Alamo (figura 2), estará constituido por 28 pozos de captación, una arteria aductora troncal a la que vierten directamente los volúmenes extraídos la mayoría de los pozos y el resto mediante varios ramales secundarios de conexión. La arteria colectora comunica por sus extremos norte y sur con la red de distribución existente del Canal de Isabel II; al norte en la conducción Picadas-Majadahonda, que finaliza en la ETAP de Majadahonda, que se encuentra en remodelación. Por el extremo sur se conecta con la tubería del campo de pozos de Batres, que finaliza en la ETAP de Griñón, de nueva construcción (figura 2).

La elección de la zona de ubicación de los sondeos, en la margen derecha del río Guadarrama y paralela a su curso, viene justificada por varias razones:

- a) Menor presión urbanística que en la margen izquierda, en la que existe un continuo de zonas urbanizadas entre Majadahonda y Móstoles.
- b) La explotación de aguas subterráneas viene muy ligada en toda el área a las urbanizaciones; por consiguiente, en la zona elegida existen extracciones más reducidas, de mucha menos cuantía que en el otro margen, como se ha expuesto en el apartado 2.1.
- c) Posibilidad de elegir terrenos para pozos y trazado de tubería con mayor facilidad, de acuerdo con el planeamiento urbanístico (ha sido necesaria la elaboración de un Plan Especial de Infraestructuras, para disponer de los terrenos necesarios).

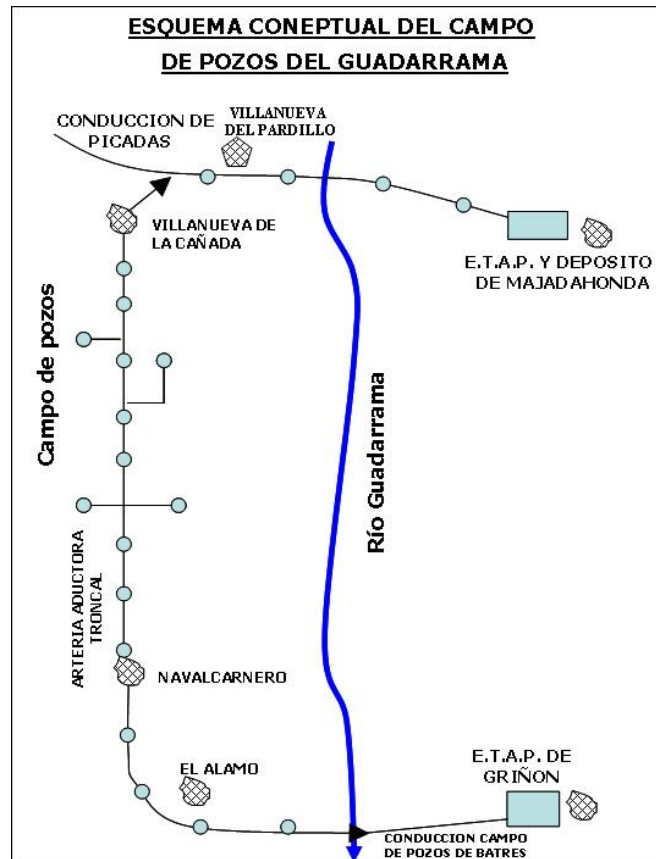


Figura 2. Esquema conceptual del campo de pozos del Guadarrama

### 6.1 Red de pozos

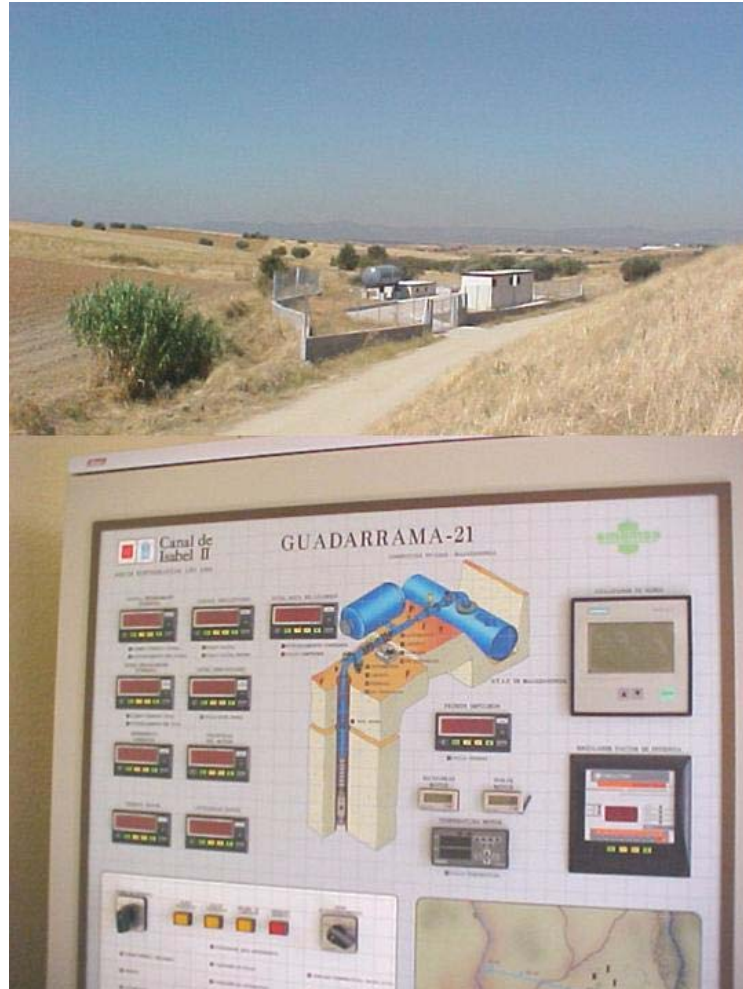
El proyecto prevé la construcción de 24 pozos entre Villanueva del Pardillo y El Alamo, en la margen derecha del valle del Guadarrama; a los que se añaden otros 4 pozos entre Villanueva del Pardillo y Majadahonda, a lo largo de la conducción Picadas-Majadahonda (figura 2).

Las características de los pozos son:

- a) Profundidad de entubación entre 500 – 700 m.
- b) Primer filtro a partir de los 80 – 100 m, para aprovechar únicamente el acuífero regional y no afectar a los niveles más superficiales, ni a sus ecosistemas hidrodépendientes. La longitud de la tubería filtrante es alrededor del 20 % de la longitud de la entubación de revestimiento del pozo.
- c) Caudal medio de explotación por pozo de 50-80 l/s, con una capacidad total del campo de pozos de 1500 l/s.
- d) Grupos electrobomba sumergibles colocados a profundidades entre 300 – 350 m, con potencias del orden de 500-525 KW y tensión de alimentación a 3.330 V.
- e) El agua extraída por cada pozo se verterá directamente en la arteria aductora, para lo que es preciso que funcionen a descenso constante y altura manométrica y caudal variables; siendo necesario instalar reguladores de velocidad en cada uno de los pozos y antiarrietes en la impulsión.

- f) Cada pozo va dentro de una parcela vallada de 300 – 500 m<sup>2</sup> de superficie, que constituyen el perímetro de protección próxima.

El diseño de los pozos de este nuevo campo de pozos sigue el diseño tipo que aplica el Canal de Isabel II en sus captaciones en el acuífero terciario detrítico de Madrid (figura 3).



**Figura 3.** En el equipamiento de los pozos se sigue el diseño tipo que realiza el Canal de Isabel II en sus pozos, disponiéndose de regulador de velocidad, autómata programable, analizador de redes eléctricas, medidores de nivel, desagüe al terreno, caudalímetro, grifo tomamuestras, protección catódica de tuberías y transmisión y telemando.  
Fotografía del pozo GU-21, en Navalcarnero

## 6.2 Arteria Aductora Troncal

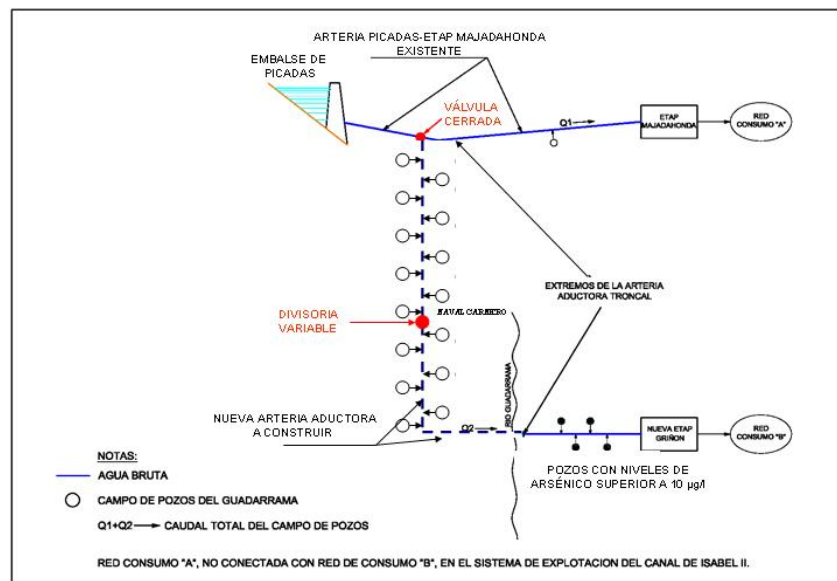
Las aguas bombeadas desde la red de pozos del campo del Guadarrama se incorporarán a la arteria aductora troncal que discurre a lo largo de 36,5 km, entre Villanueva del Pardillo y El Alamo, comunicando con dos conducciones transversales, ya existentes: una entre Villanueva del Pardillo y Majadahonda de 12 km de longitud (conducción Picadas – Majadahonda), y otra entre Griñón y Batres de 7,5 km (conducción del campo de pozos de Batres). Los diámetros de estas conducciones varían entre 800 – 1400 mm, capaces de transportar hasta 2,0 m<sup>3</sup>/s (figura 2). La arteria aductora troncal podrá utilizarse simultáneamente en ambos sentidos de circulación, ya que dispone de una divisoria de aguas, situada entre Navalcarnero y Sevilla la Nueva.

La arteria aductora troncal cumplirá una doble función:

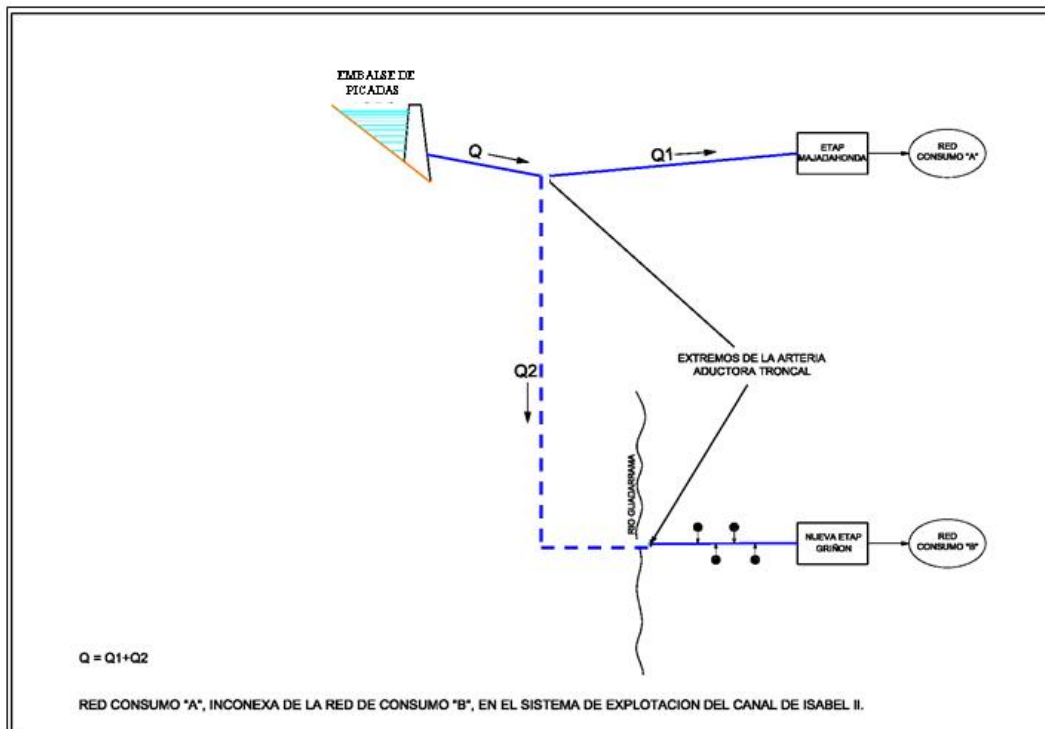


- a) En años de escaseces (un año de cada cuatro en promedio) funcionará con las aguas procedentes del campo de pozos del Guadarrama. Las aguas de la parte norte serán tratadas en la ETAP de Majadahonda. Los volúmenes captados en la parte sur (junto con los del campo de pozos de Batres, ya existente) serán tratados en la ETAP de Griñón, de nueva construcción (figura 4). Adicionalmente, será posible enviar tanto a la ETAP de Majadahonda como a la de Griñón las aguas captadas en el conjunto de pozos del campo, así como complementar los caudales circulantes por la arteria con aguas procedentes del río Alberche.
- b) El resto de los años, en los que no estén en funcionamiento los pozos del Campo de Guadarrama, funcionará con caudales procedentes del embalse de Picadas, en el río Alberche (desde el entronque en Valdemorillo), circulando hasta la ETAP de Griñón, en la que se tratará esta agua bruta (17,72 hm<sup>3</sup>/año) (figura 5).

Adicionalmente, otros volúmenes suplementarios procedentes del embalse de Picadas (el Canal de Isabel II dispone de una concesión de aguas del río Alberche de 119,8 hm<sup>3</sup>/año, ampliables a 100 hm<sup>3</sup>/año más) podrán conducirse hasta la ETAP de Majadahonda para su tratamiento e incorporación al Sistema General del Abastecimiento, dando un funcionamiento continuado a la conducción Picadas-Majadahonda.



**Figura 4.** En épocas de sequía, en las que se realizan bombeos en el campo de pozos del Guadarrama, por la arteria aductora troncal sólo circula agua subterránea, que se trata en las potabilizadoras de Majadahonda y Griñón; ya que los caudales de la parte sur del campo van a Griñón y los de la norte a Majadahonda



**Figura 5.** En situaciones de normalidad, cuando no funciona el campo de pozos, por la arteria aductora troncal circulan aguas procedentes del embalse de Picadas hacia la potabilizadora de Griñón, con las que reforzar el abastecimiento de esa zona sur de Madrid

### 6.3 ETAP de Griñón

La importancia que tienen los recursos que se pueden aportar desde este campo de pozos y la necesidad de cumplir los requisitos establecidos en la legislación de aguas de consumo humano (4), justifican la conexión del campo de pozos del Guadarrama a sendas plantas de tratamiento del agua en sus extremos norte (Majadahonda) y sur (Griñón).

La necesidad de construir la nueva ETAP de Griñón viene justificada por la necesidad de potabilizar:

- a) Las aguas subterráneas de la parte sur del Campo de pozos del Guadarrama y del Campo de pozos de Batres, en los períodos de funcionamiento de éstos.
- b) Las aguas brutas, que procedentes del embalse de Picadas, llegarán a través de la arteria aductora durante los períodos en los que el sistema esté en situación de normalidad (1), con recursos suficientes en los embalses para realizar el abastecimiento, no realizándose extracciones de agua del acuífero, campos de pozos parados.

La ETAP permitirá tratar un caudal de 940 l/s, ampliable a 1.200 l/s; aplicando cuatro fases: mezcla, floculación, filtración y desinfección.

En acuíferos detríticos procedentes de materiales ígneos o metamórficos, como los de las grandes cuencas terciarias españolas, las aguas subterráneas pueden presentar concentraciones de arsénico superiores a los 10 µg/l fijados como máximo para aguas de consumo humano; situación que se acentúa con la extracción de agua. El acuífero terciario detrítico de Madrid presenta zonas

en las que se supera esta concentración; una de las cuales es la parte sur del valle del Guadarrama, en la que se alcanzan valores de hasta 50 :g/l.

El Canal de Isabel II ha realizado pruebas para eliminar este arsénico que han permitido ajustar el método de tratamiento de estas aguas subterráneas (5), habiendo sido tenido en cuenta en la construcción de las dos plantas de tratamiento a las que está conectado el campo de pozos.

#### **6.4 ETAP de Majadahonda**

La conducción desde el embalse de Picadas a la ETAP de Majadahonda, fue construida al igual que la ETAP de Majadahonda a mediados de los años sesenta, para transportar agua bruta procedente del embalse de Picadas y su posterior tratamiento en esta ETAP.

La capacidad de la ETAP de Majadahonda es de 3,8 m<sup>3</sup>/s, con un tratamiento mediante las fases de precloración, coagulación-floculación, filtración sobre lecho de arena y desinfección. Ha estado fuera de servicio desde 1993, por lo que ha sido necesaria su remodelación, para poder tratar las aguas que le lleguen tanto del campo de pozos del Guadarrama como del río Alberche.

### **7. PLAN DE EXPLOTACIÓN DEL CAMPO DE POZOS**

El objetivo que se plantea conseguir con la construcción de este campo de pozos es que el Canal de Isabel II disponga de una fuente adicional de suministro de agua, desde la que se puedan aportar 30 hm<sup>3</sup>/año a las redes de distribución en los años de sequía.

Esta situación se supone que se producirá un año de cada 4-5 en promedio. El resto del tiempo de estos periodos los pozos permanecerán parados, dejando que se recuperen los niveles de agua en el acuífero, funcionando sólo en las labores rutinarias de mantenimiento de los equipos eléctricos y mecánicos o ante posibles contingencias del sistema de abastecimiento (por ejemplo, labores de reparación en otras instalaciones).

La estrategia planteada es la seguida por el Canal de Isabel II en la explotación de todos los pozos con que cuenta en el acuífero detrítico terciario de Madrid (periodos de bombeo de 1-2 años alternando con otros de recuperación cuya duración será de dos a cuatro veces la de bombeo). Es decir, el caudal medio anual que se piensa extraer en ciclos de 4 años es de 7,5 hm<sup>3</sup>/año. La cuantía de esa cantidad, con los datos expuestos en el apartado 4, muestran que se llevará a cabo un aprovechamiento “racional y prudente” del acuífero en consonancia con los objetivos de la Directiva Marco del Agua de la Unión Europea (2) de conseguir un buen estado, tanto cualitativo como cuantitativo de las masas de aguas; habiéndose comprobado, en el resto de zonas de explotación del Canal de Isabel II en este acuífero, que con ella se realiza una explotación sostenible del acuífero, y compatibilizándose el uso dado por el Canal de Isabel II con las extracciones legales existentes en las áreas adyacentes.

### **8. INVERSIONES.**

El Canal de Isabel II firmó un convenio con la Sociedad Estatal de Aguas del Tajo por el que la realización del proyecto se realiza entre ambas entidades. La Sociedad Estatal ejecuta la arteria aductora troncal, las líneas eléctricas y la ETAP de Griñón; correspondiendo al Canal de Isabel II la adquisición de los terrenos, así como la realización de la perforación y equipamiento y conexión de los pozos a la arteria aductora troncal, y el centro e instalaciones de telecontrol y telemando.

El importe total de las inversiones previstas en la construcción del campo de pozos del Guadarrama y todas las instalaciones anejas expuestas en el apartado 6, es de 112 M€, cuyos principales apartados son:

✓ CONSTRUCCIÓN DE POZOS Y CONEXIÓN A LA ARTERIA ADUCTORA TRONCAL:	30,0 M€
✓ ARTERIA ADUCTORA TRONCAL:	65,8 M€
✓ ETAP DE GRIÑÓN:	13,0 M€
✓ RESTO INVERSION (Terrenos, líneas eléctricas,...)	3,2 M€

La Sociedad Estatal de Aguas del Tajo solicitó ayuda a la Unión Europea para financiar las obras que le corresponde abonar, habiendo sido concedida una subvención por un importe de 51,22 M€ en septiembre de 2004.

La remodelación de la conducción Picadas-Majadahonda, y de ETAP de Majadahonda corresponden al Canal de Isabel II, tanto su ejecución como su financiación, no estando incluidas esas inversiones en los datos anteriores.



**Figura 6.** El desarrollo de las obras es bastante variable, estando más avanzada la perforación de sondeos (15 realizados y 5 en ejecución) y el tendido de la arteria aductora troncal (realizado entre Villanueva de la Cañada y Navalcarnero). Se han equipado 6 pozos, estando en ejecución otros tantos. Igualmente se han comenzado las obras de la ETAP de Griñón. (Fotografía del pozo GU-3 en Villanueva del Pardillo)

## 9. ESTADO DE LAS OBRAS

El grado de desarrollo de las obras es bastante variable entre las distintas fases:

- Se está finalizando la construcción de la arteria aductora troncal hasta su conexión con la conducción del campo de pozos de Batres y la línea eléctrica entre la conducción de Picadas-Majadahonda.
- Se han perforado 15 sondeos con un total de 8.300 m perforados y 1.460 l/s aforados. Se están perforando 5 sondeos y se están tramitando las autorizaciones para contratar la perforación de 3 sondeos más.

- Se han equipado 6 sondeos, estando otros tanto en desarrollo de las obras y/o adjudicados y 2 en redacción del proyecto; con una capacidad de bombeo instalada de unos 600-800 l/s.
- La ETAP de Griñón está en construcción con fecha prevista de finalización a mediados de 2007.

## 10. A MODO DE CONCLUSIÓN

Mantener los niveles de garantía de los suministros de agua a la población, realizando una explotación sostenible de los recursos, que contribuya a mantener el buen estado de las masas de agua o a no empeorar el estado que tenga en la actualidad como se propone en la Directiva Marco del Agua (2), requiere un uso conjunto o integrado de todos los recursos hídricos disponibles, tanto superficiales como subterráneos.

La estrategia de uso de recursos seguida por el Canal de Isabel II en el abastecimiento a la Comunidad de Madrid pretende cumplir con los objetivos anteriores, si bien dentro de un escenario complicado, con una gran irregularidad en las aportaciones de los ríos de la región y unos consumos crecientes en los últimos años debido a los fuertes incrementos que están experimentando tanto la población como la actividad económica de la región. Por ello se hace necesario aplicar medidas de contención de la demanda y aumentar los recursos disponibles. Actualmente el Canal de Isabel II tiene solicitadas la concesión de recursos por un volumen de 192 hm<sup>3</sup>, a los que habría que añadir los procedentes de reutilización y los conseguibles a través de mercados del agua.

El acuífero terciario detrítico de Madrid puede ser una fuente de aporte de nuevos recursos, por lo que el Canal de Isabel II ha planteado la construcción de un nuevo campo de pozos en la margen derecha del valle de Guadarrama desde el que poder aportar 30 hm<sup>3</sup> en un año de funcionamiento, permaneciendo parados los pozos los tres años restantes con objeto de que se pueda recuperar el acuífero de los efectos causados por el bombeo (descenso de los niveles piezométricos) antes del nuevo período de bombeo.

La construcción de este campo de pozos ha requerido la construcción de una arteria colectora de todas las aguas bombeadas en el campo de pozos para llevarlas hasta las potabilizadoras de Majadahonda y Griñón, antes de su incorporación a la red de distribución. Este hecho también permitirá aumentar los recursos disponibles, ya que los años en los que no funcione el campo de pozos, por medio de esta nueva arteria se podrán aportar caudales procedentes del embalse de Picadas hasta la nueva potabilizadora de Griñón, permitiendo disponer de recursos adicionales en una zona de fuerte incremento de la demanda, manteniendo en funcionamiento continuado tanto la arteria aductora troncal como la ETAP de Griñón.

El campo de pozos del Guadarrama es un proyecto innovador que conjuga el aumento de recursos del sistema de abastecimiento, combinando la utilización de sus instalaciones tanto con aguas subterráneas como superficiales, dándoles un mayor grado de utilización, con el máximo respeto al mantenimiento del medio ambiente, tanto en la fase de construcción de las obras como durante la explotación. La alternancia de los períodos de extracción de aguas del acuífero terciario detrítico con los de parada, de mucha mayor duración, facilitan el mantenimiento del buen estado cuantitativo de la masa de agua y por consiguiente su buen estado químico.

Agradecimientos.

La concepción y diseño del campo de pozos del Guadarrama comenzó en 1996 con la perforación de los primeros pozos experimentales. Los buenos resultados que se fueron obteniendo permitieron elaborar el proyecto y la construcción de las infraestructuras que configuran el campo.

Desde el primer momento, junto con los autores del presente trabajo, han intervenido en el desarrollo del proyecto y la construcción, equipamiento y conexión de los pozos D. Alberto Hernández López, D. Emilio Cabrera Méndez y D. Antonio Muñoz García, todos ellos del Canal de Isabel II, así como D. José María Pérez Martínez, de la Escuela de Ingenieros Técnicos de Obras Públicas de Madrid.

A todos ellos, nuestro reconocimiento.

## **BIBLIOGRAFÍA**

- 1) Canal de Isabel II. Manual de abastecimiento del Canal de Isabel II (2003). Canal de Isabel II. 1-169.
- 2) Directiva 2000/60/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 23 de octubre de 2000, por la que se establece un marco comunitario de actuación en la política de aguas. D.O.C.E. 22/12/2000.
- 3) Consejería de Medio Ambiente de la Comunidad de Madrid. Control y seguimiento ambiental del acuífero del terciario detrítico de la Comunidad de Madrid (2006). Informe de difusión limitada.
- 4) R.D. 140/2003, de Criterios Sanitarios de la calidad del agua de consumo humano (BOE de 21 de febrero).
- 5) Moreno Velasco, C. (2001). Estudio de eliminación del arsénico en planta piloto del Canal de Isabel II. Asociación española de hidrogeólogos. VII Simposio de Hidrogeología. XXIV: 137-152.ç