

La historia vacilante de las aguas subterráneas de Madrid (3). Década de los años 70

escrito por Santiago Ramos | lunes, 7 de mayo de 2018

[Primera parte](#) | [Segunda parte](#) | [Tercera parte](#) | [Cuarta parte](#) | [Quinta parte](#)

El conocimiento del acuífero detrítico: características geológicas e hidrodinámicas.

El principal protagonista de las aguas subterráneas de Madrid es el acuífero constituido por los materiales detríticos de edad terciaria que rellenan la parte norte de la cuenca sedimentaria del Tajo. Se extiende por una franja de unos 2500 km² ocupando el tercio central de la Comunidad de Madrid. Su espesor puede superar los 1000 m. En lo que sigue centraremos nuestra historia casi exclusivamente en este acuífero.

Con motivo de la crisis del abastecimiento de la capital de los años 60, el IGME llevó a cabo el «*Plan de urgencia para el alumbramiento de agua subterránea en la cuenca de Madrid*» en 1965. Estos trabajos no tuvieron continuidad y desafortunadamente no fue posible hallar el capítulo de hidrogeología de dicho informe.

Por su parte, el Servicio Geológico de Obras Públicas y la Comisaría de Aguas del Tajo elaboraron en 1973 el «*Estudio de las relaciones de aguas superficiales y subterráneas de la zona comprendida entre las cuencas de los ríos Guadarrama y Henares*», extendiéndose posteriormente los estudios a las cuencas bajas de los ríos Guadarrama y Jarama (1975) y a la cuenca del Alberche (1976). Se trataba de estudios llevados a cabo con criterios científicos siguiendo la escuela hidrogeológica de los EEUU.

Los estudios estaban basados –entre otras materias– en una primera recopilación de datos de las perforaciones y sus resultados en cuanto al alumbramiento de aguas subterráneas; datos procedentes de trabajos de campo y cedidos por empresas del sector. Se puso de manifiesto la complejidad de la estructura del acuífero, constituido por una masa de arcillas arenosas entre las que se intercalaban capas de arenas y arenas arcillosas que alcanzaban un 10-20% del total de los materiales atravesados, siendo el espesor de cada capa de pocos metros por lo general. Dichas capas presentaban escasa continuidad en la horizontal dando la impresión de un conjunto caótico.

Se hizo venir a Madrid a un experto veterano de EEUU, Mr. Gerathy. Recomendó el estudio individualizado de cada capa o lentejón de arenas, instalando piezómetros de observación en cada tramo permeable aislado del resto. Constituyó una decepción que detuvo durante algún tiempo la profundización en el conocimiento del acuífero, su funcionamiento y sus posibilidades.

Por su parte, el Canal de Isabel II estaba volcado exclusivamente en el abastecimiento de la ciudad de Madrid y de su Área Metropolitana, constituida por unos 23 municipios próximos a la capital. Desde 1965 se estaba llevando a cabo un plan de construcción de presas de embalses en las cuencas de los ríos Guadalix, Guadarrama, Manzanares y Lozoya, así como la traída por elevación de las aguas del río Alberche. El resto de la entonces provincia se abastecía con medios propios, generalmente captando aguas subterráneas. Cuando surgían problemas de abastecimiento de localidades situadas fuera del Área Metropolitana, el Canal recababa la ayuda del Servicio Geológico de Obras Públicas. Así como ejemplo anecdótico, se dio el caso del abastecimiento a la localidad de Lozoya, cuando las aguas del embalse de Pinilla llegaban hasta el pie de las primeras casas de la población. Hubo que perforar un pozo de captación a 101 m de la línea de máximo

embalse, con objeto de «reservar» las aguas del embalse para el suministro de Madrid y su Área Metropolitana.

El incremento de la población del área circundante de la capital durante las décadas de los años 60 y 70 condujo a la perforación de numerosos pozos con destino a poblaciones situadas fuera del Área Metropolitana (caso de Móstoles, Fuenlabrada, Parla, Villanueva de la Cañada, Villaviciosa de Odón, Algete, El Álamo, Boadilla del Monte, etc.) y, sobre todo, a las numerosas urbanizaciones que se estaban estableciendo dentro y fuera de dicha área, algunas de alto *standing*; necesidades cubiertas por empresas de perforación de pozos, equipamientos y asistencia profesional, que actuaban en la creencia de que sus decisiones en cuanto a la ubicación de pozos eran superiores al azar. También comenzaron la profesionalización de los servicios de operación y mantenimiento de las instalaciones de captación de aguas subterráneas. A modo de ejemplo: en la década de los años 70, cuando los profesores extranjeros invitados a los cursos de hidrogeología de la Universidad Complutense querían visitar instalaciones de aprovechamiento de aguas subterráneas en el área de Madrid, se les mostraban las privadas de la urbanización Ciudad Santo Domingo, en Algete, al noreste de Madrid.

El Canal de Isabel II aprobó definitivamente la adjudicación del campo de pozos de Fuencarral, junto a las tapias de El Pardo, en 1973, a la empresa Agua y Suelo, con capital y tecnología alemana. Tenía por objetivo extraer caudales comprendidos entre 0,5 y 1 m³/s de forma continua, con independencia del agua embalsada. Enseguida comenzó su construcción, con pozos de 500 m de profundidad, utilizando técnicas punteras en el sector de la perforación: empleo de circulación invertida de lodos (técnica procedente de los sondeos petrolíferos en formaciones no consolidadas); filtros de doble puentecillo que contaban entre ellos de una capa intercalada de arenas filtrantes; turbinas sumergidas a gran

profundidad capaces de bombear elevados caudales; centro de transformación; depósito de recogida de las aguas captadas; centro de control con paneles indicativos (quizá el primero en España); sala de bombeo para elevación de las aguas captadas al depósito de El Goloso del Canal de Isabel II; etc. Entró en servicio en 1975. Constituyó una de las más completas instalaciones de aguas subterráneas de España durante mucho tiempo. Durante varios años no hubo transparencia respecto a sus resultados, quizá debido a la intención de la empresa de llevar a cabo un segundo campo gemelo del anterior en la zona de Majadahonda. Aparte de esta actuación –por intermedio de una empresa privada–, el Canal no se ocuparía directamente de las aguas subterráneas hasta muchos años después.

Desde la Facultad de Ciencias Geológicas de la Universidad Complutense se pusieron en marcha cinco tesis de doctorado con el objetivo de profundizar en el conocimiento, hidrodinámica y posibilidades de utilización del acuífero detrítico de Madrid con criterios científicos actualizados. Cubrían las cuencas de los principales ríos que atraviesan el acuífero: Alberche, Guadarrama, Manzanares, Jarama y Henares. Se llevaron a cabo entre 1973 y finales de la década. Se pueden resaltar dos características esenciales de las mismas: su planteamiento y realización homogénea, y los datos aportados por las campañas de campo que llevaron a cabo los esforzados doctorandos. Desde entonces los trabajos posteriores de modelización del acuífero se vienen basando fundamentalmente en dichos trabajos y datos, sin haberse llevado a cabo una actualización profunda de los mismos.

Se llegó a dictaminar que hidrodinámicamente el acuífero funciona como un conjunto único de baja permeabilidad, heterogéneo y anisótropo. El flujo subterráneo a través de los materiales se ajusta al modelo de Hubber descrito en 1940, que se venía aplicando a la migración del petróleo en cuencas sedimentarias continentales. Es decir, el flujo del agua subterránea a través de los sedimentos que constituyen el

acuífero en régimen estacionario, se ajusta a una ecuación en derivadas parciales del tipo de Laplace. En otras palabras, se podrían trazar de una forma general y explicativa, las equipotenciales y líneas de flujo del movimiento del agua en el acuífero mediante una red ortogonal, de manera similar a lo que se venía haciendo para el estudio del movimiento del flujo por debajo de una presa situada sobre materiales de baja permeabilidad. Con una diferencia: mientras que los ingenieros civiles estudian preferentemente el flujo en el plano longitudinal según la línea del río, para el movimiento del agua subterránea dentro del acuífero la componente principal del movimiento es ortogonal a los valles. De manera que el agua se mueve –gastando su energía de posición– desde los interfluvios a los cauces siguiendo un curioso recorrido que podía descender hasta cerca del zócalo del acuífero y ascender posteriormente hasta el punto de descarga en las áreas de los ríos ganadores. Este modelo fue confirmado merced a observaciones de campo: en los interfluvios los niveles piezométricos (como expresión de la energía por unidad de peso) descendían con la profundidad, con un gradiente vertical de 20-40%; en los valles sucede lo contrario, de forma que las perforaciones llegaban a ser surgentes, caso comprobado en los ríos Manzanares (la presa de El Pardo puede constituir un ejemplo «de libro» de estas teorías) y en la cuenca del río Alberche, el punto más bajo del acuífero. Todo ello sin perjuicio de introducir capas menos permeables y lentejones más permeables en los modelos digitales de funcionamiento con parámetros distribuidos.

Se llegaron a presentar unas cifras que resumían las características del acuífero aplicando métodos estadísticos: la distribución de permeabilidades en el acuífero seguía una distribución logarítmico-normal o de Galton, basada en un efecto multiplicativo; es decir, era el resultado de numerosas causas, de valor relativo reducido y cuyo efecto resultante era el producto de los factores (no el efecto aditivo al que correspondería una distribución normal o de Gauss). Ello

explica que la permeabilidad representativa (mediana) fuese del orden de 0,25 m/día y la media el doble de la cifra anterior, lo que se traduce en transmisividades generalmente comprendidas entre 40 y 400 m²/día y caudales específicos del orden de 0,2-1,5 L/s por metro de depresión de la lámina de agua en el interior de los pozos. La anisotropía del acuífero (relación de la permeabilidad horizontal a la vertical) es del orden de 100 veces. En cuanto a la variación geográfica de los parámetros del acuífero, dividiendo su área en tres franjas paralelas al borde la Sierra del Guadarrama, origen de los sedimentos, la franja central es la de permeabilidad media más elevada; la más alejada la de mayor dispersión de resultados medida por medio de la desviación típica.

También se contrastaron –mediante test estadísticos– los métodos de construcción de pozos. Los de mejor rendimiento fueron aplicados posteriormente en los campos construidos por el Canal desde 1990, con excelentes resultados.

Se pueden completar las acciones respecto al conocimiento del acuífero haciendo mención a los titulados que llevaron a cabo estudios de máster o doctorado sobre temas de aguas superficiales y subterráneas en las universidades de los EEUU, gracias a los convenios derivados del Acuerdo sobre las bases militares y a las becas Fulbright. Entre los trabajos realizados se incluyó en algunos casos el acuífero de Madrid.

Mucho se ha discutido y escrito sobre los recursos aprovechables del acuífero. Se han presentado cifras para los recursos renovables medios de hasta 800 hm³/año, así como varias decenas de miles de hectómetros cúbicos de reservas almacenadas, cantidad muy superior a la capacidad de los embalses del abastecimiento. Estas cifras –fuera de razón– parecen únicamente enfocadas a llamar la atención sobre «la importancia de la asignatura» referidas a las aguas subterráneas, cuyo papel y posibilidades se ignora con frecuencia por los ingenieros civiles.

Haciendo una especie de *flashforward* podemos adelantar que la valoración por el Canal de Isabel II, basada en procesos de seguimiento y en la realización y ajuste de modelos matemáticos de simulación del flujo, llega a unas cifras de infiltración o recarga media anual de unos 130-150 hm³/año. El volumen de reservas teóricamente movilizables se estima inferior a unos 2000-4000 hm³/año, aunque se advierte que se trata de una cifra sin consecuencias prácticas. Resulta curioso señalar que después de detallados y fatigosos estudios de seguimiento y modelización las cifras de infiltración o recarga del acuífero resultan de la misma cuantía que las estimadas para los históricos viajes de agua, calculados a partir de los volúmenes medios captados y las superficies que drenaban.

No podríamos finalizar este capítulo sin referirnos a los aspectos de a la composición físico-química del agua subterránea del acuífero. También han sido numerosos los estudios, trabajos y tesis de doctorado dedicados al tema. Desde el punto de vista geoquímico, la composición del agua subterránea y su evolución según el patrón de líneas del flujo, también vienen a corroborar el modelo de flujo derivado de las ecuaciones de Laplace, pasando de una composición bicarbonatada en las áreas de recarga a otra sulfatada-clorurada sódico-magnésica en las de descarga. El contenido en el total de sales disueltas es inferior a 0,5 g/L en las zonas de infiltración, evolucionando hasta más de 10 g/L en las áreas de descarga de los flujos regionales.

Desde el punto de vista de la calidad del agua captada por los pozos de extracción existentes, se trata de aguas de baja mineralización, en general inferior a 0,5 g/L de total de sólidos disueltos, oxigenadas y carentes de materia en suspensión y materia orgánica. Son aptas para el consumo humano directo, necesitando para su potabilización solo la adición de un desinfectante si van a estar en contacto con redes de transporte y/o distribución.