

CAPITULO IX. ESTUDIOS DEL CAUDAL DE EXPLOTACION

Consideraciones sobre el cálculo del caudal de explotación más aconsejable

CAPITULO IX

ESTUDIO DEL CAUDAL DE EXPLOTACION

Consideraciones sobre el cálculo del caudal de explotación más aconsejable

Determinar el caudal de explotación posible o aconsejable de un pozo o sondeo es uno de los objetivos prioritarios a que debe atender la realización de un ensayo de bombeo. Conviene, pues, que dicho ensayo esté orientado y programado para que del mismo pueda deducirse, con el menor error posible, el caudal de explotación del sistema pozo-acuífero. Este caudal depende tanto de las características hidráulicas del acuífero como del grado de eficacia de la obra de captación.

En ocasiones, el rendimiento específico del sondeo (Q/d) es tan elevado, que con un descenso mínimo se cubre sobradamente la demanda de agua, y resulta sencillo fijar el caudal que mejor satisfaga las necesidades existentes. Con frecuencia, las cosas no son tan simples, siendo necesario un análisis riguroso de los datos obtenidos durante el ensayo de bombeo para poder cuantificar el caudal de explotación en función del descenso y del tiempo de bombeo previstos. Serán el caudal y la altura de elevación los factores a tener en cuenta para poder proyectar con acierto los equipos de elevación y de servicios más adecuados.

Además del conocimiento de las características del acuífero a explotar, así como las constructivas de la obra de captación, existen otros condicionantes que han de tenerse presentes a la hora de analizar los datos de un ensayo de bombeo con vistas a fijar el caudal adecuado del pozo ensayado.

La proximidad del pozo al mar en zonas costeras donde existen problemas de intrusión marina y la existencia de pozos próximos que explotan el mismo acuífero son factores que, de alguna manera, limitan o condicionan el caudal del pozo objeto de estudio. También será necesario hacer un análisis sobre los recursos y reservas en los casos de acuíferos de pequeña extensión, donde la explotación de los mismos pueda suponer un proceso de sobreexplotación.

Cuando el sondeo esté ubicado en un acuífero de gran extensión y no existan pozos próximos en funcionamiento, para el cálculo del caudal se fijará el descenso máximo aconsejable para un tiempo de bombeo determinado, y a partir de las constantes del acuífero T y S, y de las pérdidas de carga expresadas por el término BQ^n se podrá obtener fácilmente el caudal de explotación buscado a partir de la ecuación general de descenso:

$$d = 0,183 \frac{Q}{T} \lg \frac{2,25 T t}{r^2 S} + BQ^n$$

Es evidente que para la resolución de la ecuación anterior es necesario disponer de algún pozo auxiliar de observación durante la realización del ensayo de bombeo, que permita el cálculo del valor del almacenamiento S. Con mucha frecuencia esto no es posible al no contar con ningún piezómetro de observación.

En ocasiones, el pozo ensayado se ubica en un acuífero del que, por otros trabajos similares, se conoce con aproximación suficiente el valor del almacenamiento, pudiendo utilizar esta información para el cálculo del caudal a partir de la fórmula general. En cualquier caso, mejor que utilizar cualquier procedimiento de tanteo para el valor de S es aconsejable tomar de la tabla 3 de este texto aquel que más se ajuste a las condiciones de trabajo y características particulares del acuífero.

Por lo que se refiere al coeficiente de pérdidas de carga B, siempre será posible estimar su valor realizando una serie de bombeos escalonados en el propio pozo, con esta específica finalidad.

Resulta evidente que, conocidos o estimados los valores de T, S, B, y fijado el tiempo de duración del bombeo, así como el descenso que se desea producir, es fácil deducir el caudal para estas determinadas condiciones a partir de la ecuación general.

Para fijar el descenso es necesario analizar la situación del acuífero-s, dentro del contexto general del sondeo y de la columna de agua en estado de reposo. Así, debe procurarse no dejar colgados varios acuíferos cuando se trate de un sistema multicapa, ya que las condiciones exigidas para el cálculo de caudales, a partir de la ecuación general de descenso, no se cumplen. En este supuesto se producirá un desequilibrio en la relación descenso-caudal; es decir, el caudal conseguido por unidad de descenso será tanto menor cuanto mayor sea el número de acuíferos que queden colgados.

Si el acuífero es libre y el espesor saturado del mismo es pequeño, el descenso máximo admisible, por razones que ya se han expuesto, no debe superar el 30 o el 35 por 100 del espesor saturado inicial, siendo aconsejable no sobrepasar el 15 por 100.

Otro factor a tener en cuenta, para fijar el descenso, es el económico. Cuando los niveles estáticos están situados a mucha profundidad y las depresiones producidas por efecto del bombeo son importantes, los gastos de elevación pueden ser excesivos y no hacer rentable la explotación, que tal vez podría serlo con caudales menores y descensos más reducidos.

El tiempo de bombeo para una explotación ininterrumpida se aconseja, a efectos de cálculos, fijarlo en cien días por las razones siguientes:

- El mayor porcentaje del descenso total se produce en los primeros momentos de iniciar el bombeo. La evolución posterior de niveles sigue normalmente una alineación recta en una representación descenso- $\lg t$, y, por tanto, a medida que el tiempo de bombeo es mayor, la incidencia en el descenso es menor, al considerar un ciclo logarítmico determinado y el siguiente.
- Por lo general, el tiempo de cien días es la duración de un período de estiaje, pudiendo suponerse que durante este tiempo no existirán influencias por infiltración de agua de lluvias.

Cuando existe un campo de pozos que explotan al mismo acuífero, es evidente que existen afecciones mutuas que serán tanto más importantes cuanto más próximos entre sí estén los pozos. Estas afecciones originan unos descensos adicionales, que será necesario sumar a los descensos provocados en cada pozo como consecuencia de su propio bombeo.

En el apartado 6 del capítulo V se ha expuesto la metodología a seguir en estos casos, según el tipo y características del acuífero ensayado.

Cuando se trate de acuíferos compartimentados de pequeña extensión y sin recursos suficientes, deberá analizarse la recta de recuperación para conocer el descenso residual, y determinar el vaciado producido como consecuencia del volumen de agua extraído durante la realización del ensayo. A partir de este análisis, como se ha visto en el apartado 3 del capítulo III, puede estimarse el área de embalse subterráneo del acuífero y, consecuentemente, el volumen de agua almacenada en el mismo. A partir de estas valoraciones se decidirá el caudal de explotación más racional para la captación ensayada.

Cuando el régimen de bombeo sea cíclico, con determinadas horas diarias de funcionamiento, seguidas de periodos de reposo, quedarán unos descensos residuales acumulados, como consecuencia de los bombeos, tal y como se esquematiza en el gráfico 74, y que han de tenerse en cuenta para determinar el caudal en función del descenso máximo permitido o aconsejable. Para el cálculo de los descensos residuales acumulados, como consecuencia de un régimen de bombeo cíclico, se adjunta el gráfico 75 (Da Costa, 1963).

Conocido el valor de la transmisividad del acuífero, el caudal de bombeo y la relación entre el tiempo de bombeo y el de parada (f), es fácil deducir el descenso total acumulado al término de n ciclos.

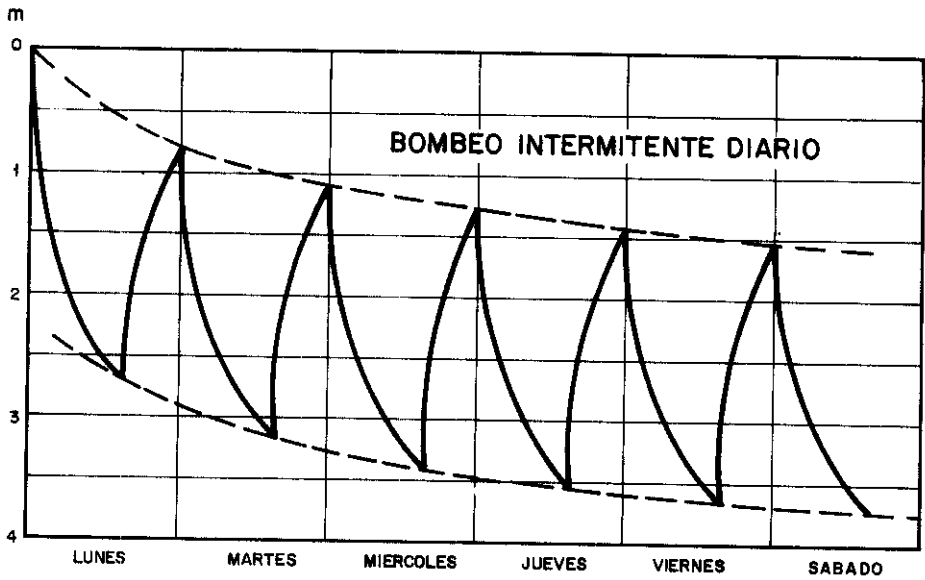


Gráfico 74.—Descensos acumulados por un bombeo cíclico.

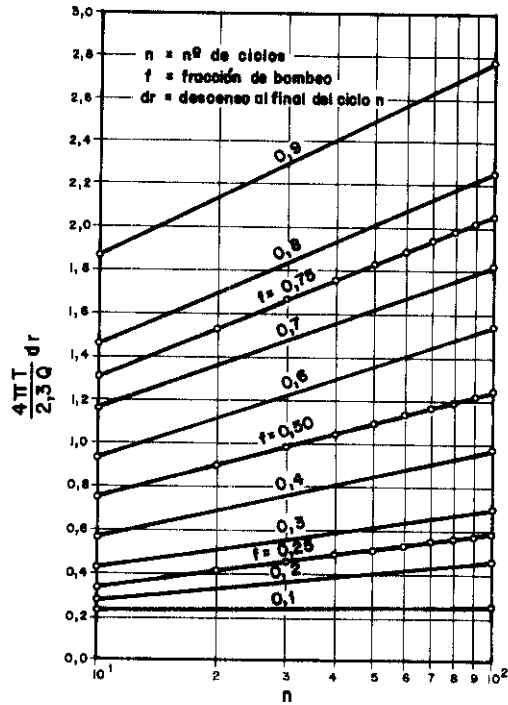


Gráfico 75.—Abaco para el cálculo de descensos en un bombeo cíclico.

Se puede tantear con distintos valores de Q , y tomar aquél que produzca un descenso residual, al cabo de n ciclos, tal que, sumado al provocado por el bombeo correspondiente a un ciclo, se obtenga el descenso total deseado.

Cuando el comportamiento del acuífero sea tan complejo que los datos del ensayo resulten ininterpretables por cualquiera de los procedimientos expuestos en este texto, será conveniente comenzar la explotación del pozo a modo de bombeo experimental con el régimen que parezca más idóneo y, en función de la evolución de niveles, al cabo de un cierto tiempo de bombeo, ajustar el caudal de acuerdo con los resultados obtenidos durante el mencionado bombeo experimental.

La ecuación general de descenso comentada en este apartado no tiene una solución simple para obtener el caudal, si el valor de n es distinto de 1 ó 2. Siempre es posible proceder a su resolución mediante unos procedimientos de tanteo o informáticos, si se dispone del oportuno material de cálculo.