

1. Los acuíferos y su regulación

1.1. LOS ACUIFEROS

Aguas subterráneas son aquellas situadas bajo la superficie del terreno, albergadas en el seno de formaciones geológicas con poros u otro tipo de huecos. Conceptualmente, no existe la dicotomía aguas superficiales-aguas subterráneas. Se trata del mismo elemento, líquido e intercambiable.

Los **acuíferos** son aquellas formaciones geológicas capaces de almacenar y transportar volúmenes y caudales significativos de agua subterránea, de tal manera que el hombre pueda aprovecharlas para subvenir a sus necesidades.

No todas las rocas poseen la misma facilidad para transmitir y proporcionar agua en cantidades apreciables económicamente. Es bien sabido la diferente permeabilidad de las distintas litologías, siendo quizá los acuíferos más importantes, aquellos que están formados por depósitos no consolidados de origen fluvial y por las rocas carbonatadas. Esta es la tónica general en España.

En un acuífero tenemos, de un lado, los caudales circulantes hacia las salidas del mismo, y de otro, los importantes almacenes hídricos subterráneos, susceptibles de utilizarse en forma parecida a los embalses de superficie. Si los caudales subterráneos naturales – y los que se pueden forzar artificialmente – son una parte modesta de los que nos brinda la escorrentía, el almacenamiento hídrico en los embalses subterráneos es muy importante. Pueden ser incluso muy superiores al de los embalses artificiales de España. Ello no quiere decir que estas reservas sean totalmente explotables, ya que pueden influir aspectos técnicos y económicos.

La geología es la responsable de definir el soporte físico de los embalses subterráneos: La porosidad dependerá del tipo de roca y/o de la fracturación; la geometría estará condicionada por la tectónica de la zona.

Las entradas de agua en los embalses subterráneos se originan a través de las infiltraciones (de la lluvia, de aguas superficiales, etc.). Las salidas de los mismos se realizan por las fuentes, en la alimentación difusa o concentrada en cauces, lagos, costas y también, artificialmente, por vía de los sondeos, pozos y otras obras de captación. La fase subterránea del ciclo hidrológico cumple la ecuación del balance hidráulico: Entradas = Salidas ± variación de almacenamiento.

En la vertical de cualquier punto de la tierra se encuentra agua a partir del llamado nivel freático, con saturación de los huecos. Así, en un acuífero se

distingue la zona de aireación o vadosa, situada entre la superficie freática y la del terreno, y la zona de saturación, limitada por la superficie freática y la base impermeable del embalse subterráneo. El nivel freático puede fluctuar dependiendo de la mayor o menor cantidad de agua almacenada en cada momento.

De acuerdo con el estado de presiones hidrostáticas del agua encerrada en los acuíferos, estos se clasifican en libres o confinados. En los primeros, la superficie freática se encuentra a la presión atmosférica. Por el contrario, en los acuíferos confinados el agua está sometida a una presión superior, de tal manera que al perforar con un pozo se obtiene un ascenso rápido del nivel del agua, que puede llegar a fluir por la boca (pozos surgentes) o no alcanzar a la superficie del terreno.



Figura 1. Sondeo de reconocimiento surgente en Taniñe. Proyecto Hidrogeológico de Soria (SGOP-DGOM). (Foto E.S.)

1.2. LA REGULACION DE LAS AGUAS SUBTERRANEAS

La regulación de los recursos hidráulicos en un país tan árido como el nuestro, con zonas climáticas aptas para cultivos selectivos, y con una gran disimetría hídrica espacial y temporal de nuestros ríos, cobra un interés especial. Si a esto unimos las características topográficas de España, que ofrece posibilidades de construcción de embalses artificiales, explica las grandes inversiones que han venido materializándose en la construcción de presas, cuyos vasos recogen actualmente hasta el 40 por 100 de la aportación superficial.

Sin embargo, la rentabilidad decreciente de las inversiones en los emplazamientos que van quedando, sobre todo en algunas cuencas, y el creciente consumo de agua que condiciona, como bien escaso, nuestro progreso, obliga a considerar otras posibles fuentes de recursos, y en este sentido se piensa en los acuíferos

subterráneos. Estos proporcionan cerca del 20 por 100 del agua útil y en ellos se alojan unas grandes reservas que se estima alcanzan, como valor medio, hasta el 200 por 100 de la aportación hídrica global.

La regulación de estos embalses subterráneos tiene especial interés en la vertiente mediterránea, en la que junto al mayor valor del agua y la mayor irregularidad en su disponibilidad, es precisamente la zona en que más abundan los acuíferos y manantiales kársticos, que son los que ofrecen mayores posibilidades de regulación.

Todos los recursos hídricos, tanto los que circulan por los ríos como los que lo hacen subterráneamente, han de considerarse en su conjunto; y la forma racional de su regulación ha de coordinar la explotación de ambos embalses, superficiales y subterráneos.

En el lenguaje comúnmente admitido, suelen entenderse por **recursos** o aportaciones hídricas de un sistema acuífero el valor medio interanual de la suma de todas sus entradas. Esta cifra constituye el techo máximo del aprovechamiento anual sostenible a largo plazo. El término **reservas** se aplica al volumen almacenado en cierto momento en el embalse subterráneo. Las reservas de los acuíferos suelen ser muy grandes en comparación con sus recursos, por lo que pueden utilizarse como embalses de regulación interanual.

El objetivo que se persigue con la regulación de las aguas subterráneas, es la adecuación de las extracciones que se hagan, a las demandas a lo largo del tiempo.

El fundamento de la regulación de un acuífero reside en su tratamiento como un embalse y su viabilidad está condicionada, fundamentalmente, a la capacidad de dicho embalse subterráneo, y a la posibilidad de extracción del agua necesaria, es decir, al éxito de la captación.

Es necesario por tanto que haya un volumen suficientemente grande por debajo del nivel de drenaje del acuífero, ya que este stock, sin salida natural, nos permitirá un vaciado parcial mediante captaciones al ritmo de las necesidades previstas de agua en cada momento, a la vez que este vaciado proporcionara un alojamiento a las nuevas aportaciones. Este mismo efecto se puede conseguir subiendo el nivel piezométrico mediante la construcción de una presa en los aliviaderos naturales de los acuíferos.

Siguiendo estos criterios, se han conseguido regulaciones completas mediante obras de captación que han rebajado o bien subido el nivel piezométrico, tal como se ha dicho. En algunos casos la regulación conseguida ha sido debido a las bajas porosidades, a la insuficiente extracción de agua en la captación o a la escasez de reservas del acuífero.

Para visualizar mejor alguno de estos conceptos,

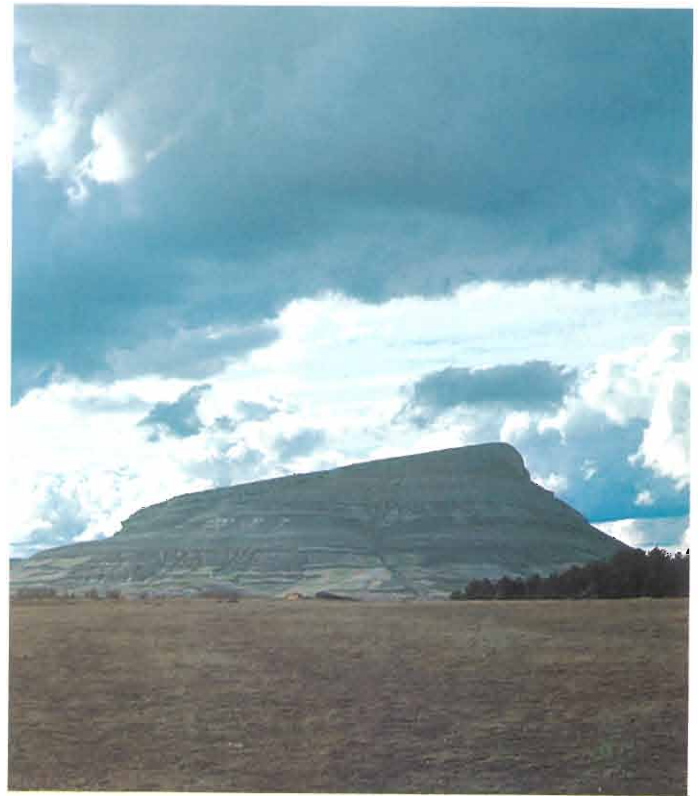


Figura 2. Vista de Pico-Frentes. (Foto V.R.)

veamos el magnífico ejemplo que constituye el pequeño embalse subterráneo de Pico-Frentes, la montaña más llamativa de las cercanías de Soria y que fué estudiada en sus aspectos geológicos e hidrogeológicos por Saénz García (1.954) (Figura 2 y 3)

El acuífero está formado por un potente banco de 170 m. de calizas de edad Turonense-Senoniense, muy karstificadas y careadas en superficie. Su geometría es de un sinclinal colgado, basculado hacia el Sur, apoyado en su parte inferior sobre las margas impermeables del Turonense. Allí donde el contacto permeable-impermeable tiene menor altura, es por donde la cubeta vierte el agua de forma natural, localizándose el manantial de La Toba, así llamado por los abundantes depósitos de carbonato cálcico que precipita en sus orillas.

El funcionamiento hidrogeológico es muy sencillo: la alimentación del embalse subterráneo se verifica, únicamente, a través de la infiltración del agua de lluvia en los pocos kilómetros cuadrados de superficie del acuífero, percolando el líquido por las grietas del terreno, atravesando la zona vadosa hasta llegar al nivel freático. Desde aquí, el agua circula a través de fracturas y cuevas hasta la fuente. El caudal medio anual del manantial es de 115 l/s, aunque oscila de 5 a más de 1.000 l/s, influenciado por el régimen de las precipitaciones. Los recursos son 3,65 Hm³/año, que se almacenan en los huecos que la cubeta tiene por encima de la cota del manantial. Las aguas que rellenan los poros, desde este plano imaginario horizontal, hasta la base impermeable del sinclinal, constituyen las reservas. El acuífero, como se puede ver, es libre y se encuentra completamente virgen, sin explotación de ninguna clase.