



Instituto Tecnológico  
GeoMinero de España

*El agua subterránea en Soria*  
*Mapa hidrogeológico*





## Índice

|                                        |    |
|----------------------------------------|----|
| Introducción                           | 1  |
| 1. Los acuíferos y su regulación       | 2  |
| 2. Los ríos sorianos                   | 4  |
| 3. Los acuíferos de Soria              | 11 |
| 4. Calidad del agua subterránea        | 17 |
| 5. La utilización del agua subterránea | 18 |
| 6. Balance hidráulico                  | 19 |
| 7. Perspectivas para el futuro         | 20 |

**" Pero algo, Urbión no duerme en tu nevero  
que entre pañales de tú virgen nieve  
sin cesar nace y llora el niño Duero "**  
Gerardo Diego.

Este folleto ha sido elaborado por el  
**Instituto Tecnológico GeoMinero de  
España (I.T.G.E)** con la colaboración  
de la **Compañía General de Sondeos, S.A.**  
**(C.G.S.)** interviniendo en su redacción  
el siguiente equipo técnico:

Juan Antonio López Geta (I.T.G.E.)  
Pedro Layna Sáenz (I.T.G.E.)  
Armando Ballester Rodríguez (I.T.G.E.)  
José Miguel Martín Curto (I.T.G.E.)  
Eugenio Sáenz Pérez (C.G.S.)  
Javier de la Peña Ortiz de Zárate (C.G.S.)

### AGRADECIMIENTOS:

Se quiere agradecer al Servicio Geológico  
de Obras Públicas, a través de su *Director*  
*Don. Bernardo López Camacho*, y al  
Director del Proyecto Hidrogeológico  
de Soria, *Don. Gabriel Fernández del Río*, por  
haber facilitado y permitido publicar la información  
inédita que se utiliza en este folleto divulgativo.

# Introducción

El agua es un elemento imprescindible para el desarrollo de la vida y uno de los recursos más valiosos para la humanidad.

España es un país semiárido, con un enorme desequilibrio hídrico nacional y una gran irregularidad temporal en el régimen de sus ríos. Sin embargo, está dotado de acuíferos importantes de los que se ha hecho, y todavía se hace, un uso relativamente modesto. A pesar del gigantesco esfuerzo realizado entre 1940 y 1975 en la construcción de embalses de superficie, quedan todavía grandes posibilidades de regulación con la utilización conjunta de las aguas subterráneas y de superficie, y con los trasvases de cuenca.

En lo que respecta a las aguas subterráneas, urge continuar la cuantificación detallada iniciada por el ITGE en el plan PIAS (1978, 1979, 1980) de los recursos hidráulicos que almacenan para la correcta aplicación de la **Ley de aguas**, que tiene por objeto lograr una gestión óptima del agua, impida una utilización inadecuada al desarrollo armónico de la sociedad, considerando el agua no sólo como un **recurso económico**, sino también como un elemento fundamental para la conservación del **medio ambiente**.

En Soria, como en gran parte de España, la tradición en la utilización de las aguas subterráneas ha sido prácticamente nula, quedando limitada a la estricta captación de manantiales sin ningún tipo de regulación, y a la construcción manual de pequeños pozos en las viviendas de algunos pueblos. Tan sólo en las últimas tres décadas, se produce la imperiosa necesidad de atender el abastecimiento de bastantes pueblos sorianos mediante la perforación de pozos por parte de la Diputación Provincial. A parte de ello, la iniciativa privada también ha perforado bastantes sondeos para explotaciones agropecuarias, sobre todo granjas de ganado porcino. Aún así, la utilización que se hace es pequeña y anárquica.

De acuerdo con la Ley de Aguas, y como proyecto más ambicioso, se trata ahora de conocer lo mejor posible los recursos hídricos subterráneos de la provincia, tal como se ha dicho, a fin de disponer de la información suficiente para una correcta utilización de los mismos en el futuro. En esta línea se enmarca esta publicación que pretende dibujar el panorama hidráulico soriano, en lo que a aguas subterráneas se refiere, de forma no exhaustiva, pero sí clarificadora.

Dado el interés que estos estudios despiertan, no sólo entre los especialistas en el tema, sino también en otros profesionales y público en general, el **Instituto Tecnológico y GeoMinero de España**, ha considerado oportuno dar a conocer en una pequeña publicación, los trabajos realizados y los resultados obtenidos hasta el momento, aprovechando la oportunidad que brinda este **III CONGRESO NACIONAL DE GEOQUIMICA**, que en Septiembre de 1.989, se celebra precisamente en Soria.

# 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  $\pm$  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.

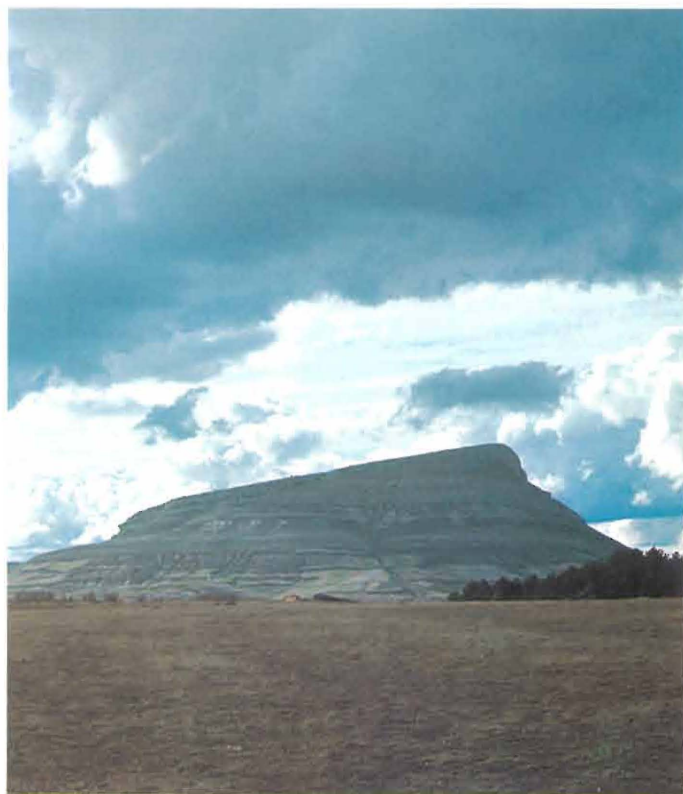
El objetivo que se persigue con la regulación de las aguas subterráneas, es la adecuación de las extracciones que se hagan, a las demandas a lo largo del tiempo.

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 Hm<sup>3</sup>/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.







1. Como ya se ha dicho, aparte del Duero, los ríos de Soria son por lo general de escaso caudal, aunque el Ucero y el Tera pueden considerarse relativamente caudalosos. El Jalón también lo es fuera de la provincia y bien adentrado en la de Zaragoza. El Ucero

tiene una aportación media anual en Osma de 221 Hm<sup>3</sup>, con variación entre 518 Hm<sup>3</sup> en 1965/66 y 53 en 1975/6. Del Tera no se tienen datos, aunque su afluente Razón tiene 1 m<sup>3</sup>/s. en su cabecera y mucho más aguas abajo.

| TABLA 1.- APORTACIONES DE LOS RÍOS SORIANOS EN Hm <sup>3</sup> |                               |                |           |              |     |
|----------------------------------------------------------------|-------------------------------|----------------|-----------|--------------|-----|
| RÍO                                                            | LUGAR                         | AÑO MAS HUMEDO | AÑO MEDIO | AÑO MAS SECO |     |
| Revinuesa                                                      | Vinuesa (E-0)                 | 114            | 63        | 33           | (1) |
| Duero                                                          | Molinos de Duero(E-101)       | 152            | 85        | 31           | (1) |
| Duero                                                          | Garray (E-2)                  | 943            | 400       | 135          | (1) |
| Duero                                                          | Gormaz (E-4)                  | 1616           | 718       | 22           | (1) |
| Ucero                                                          | Burgo de Osma (E-5)           | 518            | 221       | 53           | (1) |
| Cidacos                                                        | Yanguas (E-44)                | 130            | 62        | 20           | (2) |
| Linares                                                        | San Pedro Manrique (E-43)     | 63             | 28        | 3            | (2) |
| Alhama                                                         | Aguilar del río Alhama(E-140) | 171            | 53        | 13           | (2) |
| Añamaza                                                        | Devanos (E-49)                | 22             | 16        | 11           | (3) |
| Bco. del Val                                                   | Los Fayos (E-90)              | 12             | 7         | 2            | (2) |
| Queiles                                                        | Los Fayos                     | 45             | 35        | 22           | (4) |
| Henar                                                          | Embid de Ariza (E-57)         | 21             | 8         | 1            | (2) |
| Najima                                                         | Monrreal de Ariza (E-147)     | 67             | 18        | 3            | (2) |
| Jalón                                                          | Jubera (E-58)                 | 59             | 25        | 6            | (2) |
| Jalón                                                          | Cetina (E-7)                  | 454            | 94        | 20           | (2) |
| Blanco                                                         | Barrio Blanco (E-167)         | 17             | 11        | 7            | (2) |

(1) Valores de la serie 1940-41 a 1977-78 en régimen natural del P.H.  
 (2) Valores tomados directamente de los anuarios de aforo.  
 (3) Se ha sumado los 250 l/s derivados por el canal de San Salvador.  
 (4) Datos estimados por E. Sanz Pérez.



Figura 4. El Duero es la principal arteria de la provincia. A él afluyen la mayor parte de las aguas del solar soriano, no sólo las superficiales, sino también las subterráneas. El Duero a su paso por la capital. (Foto V.R.)



Figura 5. Estación de aforos del río Linares en San Pedro de Manrique (Conf. Hidrológica del Ebro) (Foto E.S.) .



2. La vertiente del Duero es de pendiente suave si exceptuamos la parte alta de su cabecera. Sin embargo, la del Ebro es empinada, y sus afluentes tienen una gran capacidad erosiva y remontante. La labor de zapa hace pues retroceder la divisoria a favor de la del Ebro, quedando el Duero irremediabilmente condenado en un futuro geológico relativamente próximo, a ser afluente del río aragonés.



Figura 6. La Soria húmeda del norte es quizás también la más pobre en aguas subterráneas. En la foto "El Valle" (Foto V.R.)

3. Los ríos Ebrillos, nacimiento del Duero y Revinuesa, están regulados por el embalse de la Cuerda del Pozo, de 200 Hm<sup>3</sup> de capacidad. El río Aranda lo está por el embalse de Maidebera, de 25 Hm<sup>3</sup> de capacidad (aunque este río es enteramente zaragozano, se incluye aquí porque gran parte de las aguas de su nacimiento proceden de acuíferos sorianos). A parte está el embalse de Los Rábanos, de aprovechamiento eléctrico, aguas abajo de la capital. El de Monteagudo de las Vicarias, de 1 Hm<sup>3</sup> de cabida, en el río Nágima y, finalmente, el pequeño embalse de Vildé, en el río Caracena.

4. Los ríos Tera, Razón, cabecera alta del Duero, Revinuesa y Araviana, presentan una marcada influencia nival. El primero de las nieves de Piqueras, el Razón de la Sierra de Cebollera, el Duero y el Revinuesa de Urbión, y el Araviana del Moncayo.

5. Los ríos Linares, Cidacos, Alhama, Nágima y Henar son de caudal muy irregular, debido a la impermeabilidad de los terrenos de sus respectivas cuencas y de lo acusado de sus pendientes. La alimentación subterránea en estos ríos es prácticamente inexistente, excepto en el Henar.

Estos ríos ibéricos que bajan a la Rioja y a Navarra son por naturaleza "consecuentes" y captadores. Los recorridos sorianos son cortos y sus caudales modestos: 18,5 kms. y 2,16 m<sup>3</sup>/seg (en Yanguas para

el Cidacos), y 1 m<sup>3</sup>/s para el Linares en San Pedro Manrique, 27,8 kms y 1,64 m<sup>3</sup>/seg (en Aguilar, para el Alhama). El Nágima recorre 25,5 kms, en la provincia de Soria, y tiene una aportación media de 18,87 Hm<sup>3</sup> en Monreal de Ariza con valores extremos de 67 Hm<sup>3</sup>/año y 2,9 Hm<sup>3</sup>/año en los años hidrológicos 1963/64 y 1969/70, respectivamente. El Henar o río de Deza recorre 23,6 kms en la provincia y tiene una aportación de 7 Hm<sup>3</sup> en Embid de Ariza, con un máximo de 17,6 Hm<sup>3</sup> y un mínimo de 0,7 Hm<sup>3</sup>.



Figura 7. El embalse de regulación de la Cuerda del Pozo de 200 Hm<sup>3</sup> de capacidad (Foto V.R.)



Figura 8. El embalse de los Rábanos. (Foto V.R.)



6. En el Duero, destacan por su irregularidad los ríos Revinuesa, Ebrillos, Tera, Razón, Merdancho, Rituerto, Morón y Pedro. Todos ellos tienen una gran parte de la superficie de su cuenca de carácter impermeable, wealdense para los cinco primeros y terciaria para los tres últimos.

7. Entre los ríos con alimentación subterránea importante se citan:



Figura 9. Los ríos de Urbión, Cebollera y Moncayo presentan una marcada influencia nival. En la foto, Cascada de Revinuesa en la Laguna Negra. (Foto V.R.)

– **Cuenca del Ebro:** El río Añamaza -afluente del Alhama- está muy regulado por las fuentes kársticas de Añavieja y Dévanos, de casi 500 l/s. Este río lleva un caudal medio de 500 l/s en Dévanos. El Queiles tiene 1,49 m<sup>3</sup>/seg en los Fayos (Zaragoza); en su desembocadura, en Tudela, no lleva mucho más. Está muy regulado con el gran manantial de Vozmediano que aporta una media de 1,2 m<sup>3</sup>/seg, el 80% del caudal total de este río en Soria. El río Aranda está muy regulado también por el manantial de Aranda de Moncayo, de unos 0,7 m<sup>3</sup>/seg de caudal medio. El Jalón también se encuentra bastante regulado por los manantiales de su nacimiento en Esteras de Medinaceli, Fuencaliente y río Blanco, principalmente. El río Blanco (350 l/s) adquiere la mayor parte de su caudal de los brotes kársticos de Urex y Layna.

– **Cuenca del Duero:** Los ríos con mayor volumen relativo de escorrentía subterránea son el Ucero, Abián, y Andaluz. El primero está regulado por el manantial de La Galiana, de cerca de 1 m<sup>3</sup>/seg de caudal medio. El Abián tiene unos grandes brotes de agua en Muriel de la Fuente (La Fuentona, de 1 m<sup>3</sup>/s; el agua sale de una



Figura 10. Como el Cidacos y el Linares, los Terrenos wealdenses de la cuenca del río Alhama son impermeables y con pocos recursos subterráneos (Foto:San Felices, de Paisajes Españoles)



Figura 11. A pesar del embalse de la Cuerda del Pozo, los caudales del Duero están en gran parte sin regular. Crecida del Duero en Almazán Invierno de 1979. (Foto V.R.)

cueva sumergida de 52 m. de profundidad que vuelve a subir en forma de sifón a una caverna con aire, sin salida al exterior; tras un corto recorrido, el río subterráneo vuelve a sifonarse en una galería actualmente en exploración y de la que se han recorrido 100 m. hasta alcanzar la treintena de profundidad. Estas cuevas inundadas, las más profundas de España, han sido exploradas en estos últimos años por espeleobuceadores españoles (Figura 13) levantando el plano que se muestra en la figura 14. También en Blacos hay dos brotes de unos 250 l/s (cada uno de ellos). El Andaluz tiene un caudal de base significativo, procedente de los brotes de Valderrodilla y Torrealanduz.



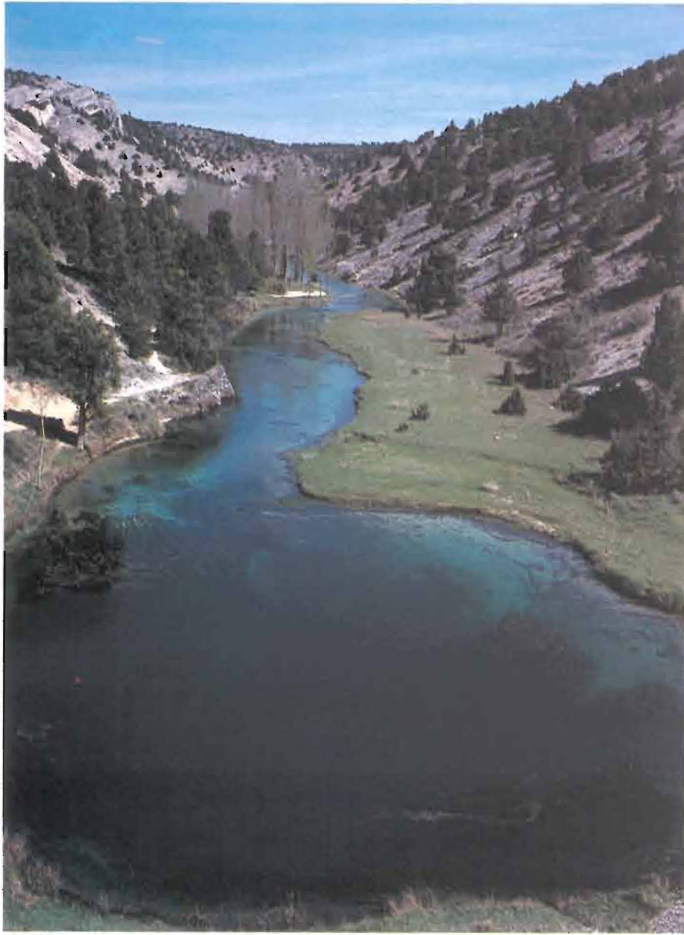


Figura 12. La Fuentona de Muriel u Ojo de Mar (Foto V.R.)

Aparte de estos ríos, merece la pena destacar el mismo Duero, en el tramo comprendido entre Andaluz y San Esteban de Gormaz. Aquí el Duero gana al menos un caudal de unos 4.000 l/s, procedente de los grandes manantiales sitos en sus orillas, en Andaluz, Quintanas de Gormaz, Gormaz, Vildé y San Esteban de Gormaz, y los que fluyen ocultos en su cauce; todos ellos coincidentes con los afloramientos cretácicos calcáreos que atraviesa.

8. Con alimentación subterránea poco importante se pueden citar:

– **Cuenca del Ebro:** El Val, afluente del Queiles, de 240 l/s. de caudal medio, está parcialmente regulado con los Ojillos del Keyles, en la Dehesa de Agreda, y en la fuente Vomitrosa de Olvega. El Manubles recoge un brote modesto en Ciria, aunque aumenta considerablemente en Torrelapaja y Berdejo, ya en Zaragoza. El Henar está parcialmente regulado con las fuentes de agua templada de Deza. Los arroyos Sagides e Iruecha también tienen pequeños brotes en su cabecera.



Figura 13. Explorando las galerías sumergidas de la Fuentona de Muriel (Foto STD)

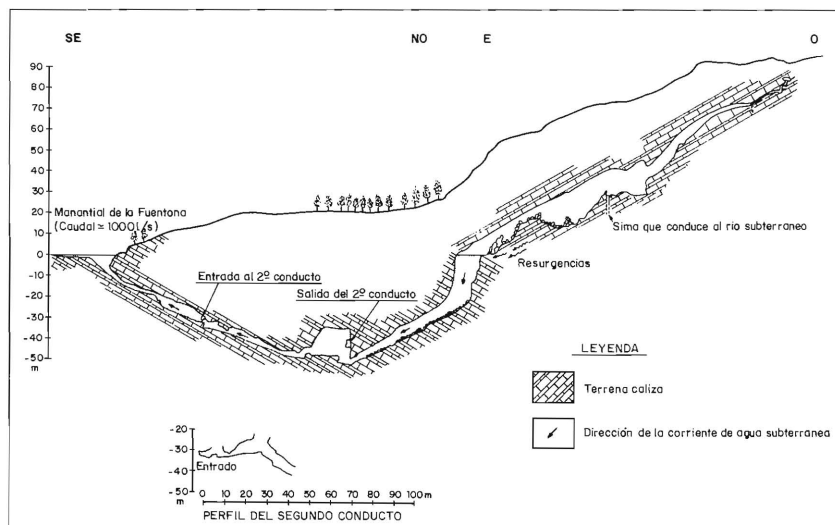


Figura 14. Perfil del sifón de la Fuentona de Muriel .



– **Cuenca del Duero:** El Merdanchó tiene cierto caudal de base procedente de los Ojos Kársticos de Renieblas aunque también es causa de su regularidad su cuenca arborescente, que le proporciona agua de diversas fuentes. El Golmayo está parcialmente regulado en su nacimiento por el manantial de la Toba. Igual ocurre con el Mazos el I manantial de Cueva Pachón. Con el Izana pasa algo parecido, tiene un brote - resurgencia- en los Ojos de Villabuena y otros más importantes en Cuevas de Soria. El Rituerto y el Morón tienen un caudal de base significativo, a pesar de la impermeabilidad de su cuenca. Ello se debe, para ambos, a la poca pendiente de sus vertientes y a la escorrentía hipodérmica procedente de los extensos campos de labor; en el Morón, además, hay que contar con los brotes, aunque modestos, de Momblona. El Escalote tiene sus principales surgencias en la dehesa de la Riba de Escalote y en la de Berlanga. El Talegones en Lumias. El río Caracena en el pueblo del mismo nombre y en Carrascosa. El río Pedro en su nacimiento, en los manantiales Kársticos de Pedro. También son significativos los caudales de base del arroyo de Castillejo de Robledo, el de Valdenzuelo, el río Madre o Rejas, el Perales, el Pilde y los procedentes de Espeja y Espejón.

Los ríos de la Zona de Pinares y los arroyos del alto Araviana, se alimentan de burdiales o manantíos de origen subsuperficial, alimentados de las nieves y abundantes lluvias que reciben. Los del Moncayo son extraordinariamente regulares en su caudal.

#### 9. Sumideros o perdederos.

La gran profusión de terrenos calcáreos hace que los ríos sorianos presenten fenómenos de pérdidas y resurgencias, a veces espectaculares. Las más llamativas son las que aquí mencionaremos:

El Araviana se pierde en varios sumideros casi en su totalidad, entre Cuevas de Agreda y Beratón. Más abajo se vuelve a esconder en Noviercas. El Manubles baja de la Sierra de Tablado y se sume entre Borobia y Ciria.

En la Cuenca del Duero, registran pérdidas el río Bordecorex, que se pierde casi todo en el sumidero del Son del Agua, en Alcubilla de las Peñas. El río Talegones también se esconde a la altura de Torrevicente, para salir en Lumias y volverse a perder en Arenillas. El Tiernes se pierde a veces entre Fresno de Caracena y Hoz de abajo. El Pedro puede también esconderse si baja escaso de caudal en Ligos.

Más espectaculares resultan los afluentes del Ucero: el río Lobos se pierde temporalmente en el cañón de su nombre, en Hontoria del Pinar (Burgos). Esto se repite con el río Navaleno en San Leonardo de Yagüe, el río de Casarejos y el Chico, en Cubilla y Aylagas. En el Abión, el Milanos surge o se esconde aguas arriba de Blacos dependiendo del caudal que lleve. El Mazos se pierde en Camparañón y el Izana más abajo de Villabuena, para resurgir en Cuevas de Soria.

#### 10. Los Trasvases subterráneos de Cuenca.

El hecho de que gran parte de los acuíferos en Soria se localicen en la divisoria de ríos o cuencas de distintos mares, hace que se den las siguientes capturas subterráneas:

##### a).– *Trasvase del Araviana al Queiles.*

La mayor parte de las aportaciones del manantial de Vozmediano (1,1 m<sup>3</sup>/seg) provienen de la infiltración en el desarrollado aparato Kárstico de la cabecera del río Araviana, cuyas escorrentías no alcanzan el estrecho



Figura15. El Duero en Gormaz. Aquí el Duero recibe 4.000 l/s en aportes subterráneos. (Foto J.P. – Proyecto Hidrogeológico de Soria. S.G.O.R. 2004)



del mismo nombre más que en avenidas, calculándose que sólo 0,26 m<sup>3</sup>/seg. lo traspasan realmente., a pesar de su importante cuenca nival (más de 60 km<sup>2</sup>). Es decir, cerca de 25 millones de m<sup>3</sup> anuales pasan subterráneamente de la Cuenca del Duero a la del Ebro, fenómeno que es conocido en mayor o menor grado por los habitantes de la zona y que tal vez explique en parte el dicho local: "Moncayo traidor, que haces pobre a Castilla y rico a Aragón."

*b).- Traspase del Araviana y Manubles al manantial de Aranda de Moncayo.*

No se puede explicar el gran caudal del manantial de Aranda del Moncayo (0,7 m<sup>3</sup>/seg) si no se considera toda su área de alimentación que se prolonga más allá de la propia cuenca hidrográfica del río Aranda, adentrándose a la del Manubles y hasta la del Araviana, este ya perteneciente al Duero. Efectivamente, tanto uno como otro río presentan sendos sumideros en Noviercas y entre Borobia y Ciria, en el mismo acuífero que el de la fuente de Aranda.

*c).- Los fontarrones de Gormaz.*

El escaso caudal que llevan los ríos del Sur de la provincia, que no corresponde con la extensión de sus cuencas, se explica por las pérdidas que en ellos existen (como es el caso del Talegonos y el Bordecorex, por ejemplo), que van dirigidas hacia las descargas que hay en el Duero, en el área de Gormaz.

Con el fin de controlar los caudales y las aportaciones totales de los ríos, el MOPU tiene instalados una serie de estaciones de aforo en la provincia (Ver Tabla I). Esta red de estaciones de aforo estaba concebida a

nivel de cuencas hidrográficas y en las cerradas más interesantes para la construcción de futuros embalses, para lo que, a pesar de constituir una fuente de datos muy importante, es insuficiente. Por ello y para el proyecto actualmente en curso se ha instalado una red propia, convenientemente distribuida, de tal manera que se pueda controlar las descargas subterráneas más importantes de los ríos de Soria, (Ucero, Abión, Andaluz, Escalote, Rituerto y Añamaza) y en las que vienen tomando medidas desde hace casi medio año. A parte de ello han realizado aforos puntuales y diferenciales en numerosos ríos y arroyos, estos últimos sobre todo en el Duero, a su paso por Gormaz.



Figura 17. También el Manubles se pierde entre Borobia y Ciria para salir luego en el manantial de Aranda de Moncayo (Zaragoza). El Cañón del río Manubles en Ciria (Foto Paisajes Españoles)



Figura 16. Estas son las nieves del Moncayo que alimentan el manantial de Vozmediano. El Moncayo desde el Estrecho de Araviana. (FotoV.R.)





Figura 18. Las Fuentes Grandes de Quintanas de Gormaz (Foto J.P.)

### 3. Los acuíferos de Soria

#### 3.1. ANTECEDENTES

No cuenta Soria con demasiados ni extensos estudios hidrogeológicos pues, entre otras cosas, la falta de necesidades hídricas de envergadura, no ha requerido emplear el agua subterránea de forma importante.

Le cabe el honor, sin embargo, de haber servido de campo de experiencias para investigaciones y proyectos pioneros, realizados por insignes técnicos, de los más prestigiosos de la época, cuya originalidad e interés merece la pena comentar, aunque sea brevemente.

Eduardo Saavedra, realizó el proyecto de desecación de la Laguna de Añaviega (que con sus 250 Has de superficie fué la mayor de Soria), con objeto de acabar con el paludismo de la zona y de ganar el caudal que se perdía por evaporación, drenando los bajíos donde brotaban las fuentes vaclusianas que la alimentaban subterráneamente. Se pudo poner así en regadío nuevas tierras. La ejecución de la idea fué llevada a cabo por Lucas Mallada en 1866.

Posteriormente, Pedro Palacios (1890), hace una descripción geológica, de la provincia de Soria, muy completa para la época y con numerosos datos de índole hidrogeológico.

A don Clemente Saénz (1953, 1958) se debe el conocimiento general de los ríos sorianos y el descubrimiento del trasvase subterráneo del Araviana al Queiles, que ha servido como tema a una reciente Tesis Doctoral (Sáenz Pérez 1984).

Fueron particularmente originales los intentos de captación del manantial de La Toba durante el año

1937, en Pico-Frentes, predecesores de la moderna técnica de regulación de manantiales (Sáenz García 1954). Las obras tenían por objeto la traída de aguas a la capital de la provincia. El proyecto quedó después abortado y no se llegó nunca a terminar. Se pensaba regular el manantial mediante una galería dotada de grifo. Los trabajos fueron encaminados en tal sentido.

Primero se reconoció detalladamente la geología del manantial localizando el lugar de surgencia, enmascarado por derrubios y tobas. Posteriormente se comenzaron las labores para hacer una galería algo más profunda del contacto en barrera entre las rocas impermeables y permeables, como se puede ver en la figura 19. El descubrimiento que el manantial salía a 26 m. por encima de donde se creía, era una ventaja pues se aseguraba la presión necesaria para llevar el agua por gravedad a Soria.

Recientemente, se han realizado estudios hidrogeológicos regionales del Plan Nacional de Investigación de las Aguas Subterráneas (PIAS) por parte del **Instituto Tecnológico y Geominero de España**, así como diversos proyectos del **IRYDA, Diputación Provincial de Soria y Servicio Geológico de Obras Públicas** (este último organismo tiene en ejecución uno del conjunto provincial).

#### 3.2. CARACTERISTICAS GENERALES DE LOS ACUIFEROS DE SORIA

Gran parte del territorio provincial está ocupado por terrenos poco permeables. Ocupan éstos extensas zonas del norte de la provincia: materiales wealdicos de Pinares, Cebollera, Tierra de Yanguas y Oncala, etc, y en la cubeta terciaria de la Cuenca de Almazán, extendida en la canal del Duero, desde Langa hasta más allá de los límites con Zaragoza.

A pesar de que dichos terrenos se consideran en general como poco filtrantes, existen en puntos localizados pozos que proporcionan gran caudal, a veces surgentes, como es el caso del de Valdubiel, que abastece a Burgo de Osma. Estos materiales están poco estudiados y aunque de ellos se extraen por lo general caudales modestos, estos pueden ser suficientes para atender las necesidades de pequeños núcleos de población de la provincia. Aquí, sin embargo, vamos a comentar aquellas unidades permeables que constituyen los principales acuíferos de Soria y que proporcionan la mayor parte de los recursos hídricos subterráneos.

La distribución geográfica de los acuíferos viene a coincidir a grandes rasgos, con las unidades geológicas más relevantes, reflejadas a veces, con las principales alineaciones orográficas del país.

Independientemente de la descripción que se haga de cada acuífero más adelante, puede ser interesante comentar también brevemente, algunas observaciones que se deducen de la lectura del mapa hidrogeológico:



A).- Los acuíferos más importantes en la provincia de Soria son los de naturaleza carbonatada. El Aluvial del Duero tiene una relevancia secundaria.

B).- La distribución espacial de los principales acuíferos carbonatados es la siguiente:

#### 1. Zona septentrional.

En la parte septentrional, hay una alineación de dirección Este-Oeste, que coincide con los afloramientos cretácicos de la Sierra de Cabrejas, Hinodejo y otros montes secundarios. Se trata de un gran afloramiento calcáreo de 50 Kms. de longitud que queda dividido en varios acuíferos. Los niveles más permeables pertenecen al Turonense-Senonense y

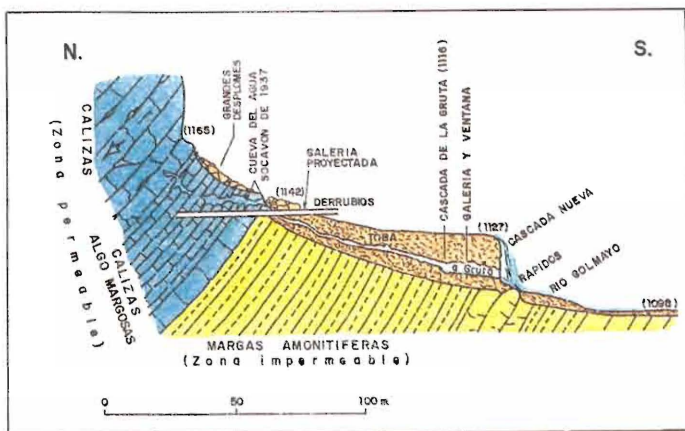


Figura 19. Intento de regulación del manantial de Toba por parte de uno de los mejores Ingenieros de Caminos soriano y de España D. Clemente Sáenz García. Era el año 1937.

adquieren una potencia aproximada de 150-200 m. El nivel impermeable inferior suele ser las margas del Turonense en el borde norte; en el límite sur están los materiales del Terciario, que confinan al acuífero.

Toda esta unidad se encuentra basculada hacia el Sur, de tal manera que es ésta la causa por la que el drenaje natural se verifica hacia este lado, por medio de grandes manantiales que regulan el caudal de los ríos que alimentan, como es el caso del Ucero, Abión, Andaluz, etc.



Figura 20. Sondeo de reconocimiento en Añavieja. (Proyecto Hidrogeológico de Soria SGOP-DGOM) (Foto E.S.)



Figura 21. Testigos de un sondeo de reconocimiento para aguas subterráneas (Proyecto Hidrogeológico de Soria) (Foto E.S.)



Como continuación de esta misma alineación, pero asomando bajo depósitos terciarios impermeables, tenemos afloramientos calcáreos en la Sierra de Santa Ana. Más hacia el Sur aparecen otras cúpulas calcáreas en Burgo de Osma y valles de los ríos Abión y Andaluz.

## 2. Zona del Moncayo

En esta comarca hay niveles claramente permeables y otros que no lo son tanto.

Los acuíferos suelen ser de edad Jurásica, de bastante espesor, y secundariamente cretácicos. La disposición de estos embalses subterráneos sigue las directrices geológicas de la comarca, es decir, NO-SE. y forma afloramientos de bastante extensión, aunque algo tectonizados y compartimentados (Sierra de Fuentes y Valle de Araviana, Campos de Noviercas y Ciria, Cerro de San Blas, etc.). Los acuíferos son por lo general libres aunque alguno pasa a ser confinado en profundidad.

El límite inferior impermeable corresponde al Keuper y el Techo al Weald o al Jurásico marino margoso.

El drenaje se verifica a través de grandes manantiales, como es el de Vozmediano, Aranda de Moncayo, Añavieja..., drenaje que a veces cruza la divisoria de aguas superficiales atlántico-mediterránea, constituyendo verdaderos trasvases subterráneos de cuencas. Ello es así porque los acuíferos se extienden a uno y otro lado de las cuencas del Duero y el Ebro.

Junto con los materiales más filtrantes, hay otros menos permeables que pertenecen de hecho a estos acuíferos pero que es difícil precisar sus límites.

Entre esta zona y la Sierra de Cabrejas, hay algunos y extensos afloramientos de carbonatos, sobre todo Jurásicos, cuyo comportamiento hidrogeológico está muy poco estudiado (alrededores de Soria, ríos Duero y Merdancho).

## 3. Sur de la provincia.

Los afloramientos carbonatados se sitúan en dos zonas:

La unidad de la margen izquierda del Duero.

Está constituida por terrenos jurásicos y cretácicos y por las calizas de los páramos terciarios. Tienen especial importancia las carniolas y las calizas del Lias. Su disposición sigue las directrices generales de esta Rama de la Cordillera Ibérica: NO-SE. y el límite meridional coincide con los límites de la provincia de Guadalajara y divisoria de vertientes Duero-Tajo.

El espesor de los materiales mesozoicos es notable y sus límites impermeables suelen estar formados por el Keuper, como base, en la parte Sur, y el Terciario, como techo, en la norte, de tal manera que el acuífero queda confinado en las proximidades del Valle del Duero, que es hacia donde se dirige el flujo subterráneo, descargando de manera natural a través de manantiales muy caudalosos, como son los de Vildé, Gormaz o Quintanas de Gormaz. Secundariamente, las salidas también se verifican por los ríos que lo atraviesan, como son el Talegonos, Escalote y Caracena.

Próximos a estos acuíferos, e incluso solapados, se extienden las calizas de poco espesor de los páramos



Figura 22. La mayor parte de los acuíferos de Soria están constituidos por rocas carbonatadas karstificables. Uno de los más importantes es el del Ucero. En la foto, el Cañón del Río Lobos. (Foto V.R.)



terciarios. Son acuíferos libres y con drenaje rápido hacia sus bordes impermeables (Altos de Radona, mesetas de Rello, etc.).

La Unidad acuífera del Alto Jalón.

En las proximidades de Medinaceli, los carbonatos jurásicos están compartimentados en pequeñas y medianas mesetas drenadas por diversos brotes de agua que dan lugar al nacimiento del Jalón (Fuentes de Esteras de Medinaceli y de Fuencaliente, etc.).

Más hacia el Oeste, estos mismos materiales se extienden en una gran altiplanicie perteneciente a las provincias de Soria y Guadalajara (Páramos de Maranchón), y que es divisoria de aguas entre el Tajo y el Ebro.

Es un acuífero libre, (confinado también al Sur en ciertas zonas), cuya base impermeable suele ser el Keuper. El drenaje se verifica a través de fuentes de mediano y gran caudal, localizadas en los cauces de los ríos que de esta meseta se derraman (Mesa, Jalón, Blanco, Tajuña).

#### 4. Otras zonas.

Hay otros lugares donde aparecen acuíferos carbonatados de menor entidad, como en la cabecera del río Manubles (Jurásico y Cretácico), río Henar (Cretácico), las calizas del Weald que atraviesan la Sierra de Carcaña y Montenegro de Cameros, etc. Por lo que respecta a las calizas meseteñas del Terciario, hay que decir que, por lo general, no tienen una extensión tan grande como en otras provincias de España.

#### C).- El aluvial del Duero.

El aluvial del Duero no adquiere la extensión de su tramo medio ni de otros grandes ríos españoles, ya que hay que tener en cuenta que nos encontramos en su cabecera, en la "Extrema Douris" soriana. Sin embargo, tiene en su parte alta dos zonas aisladas de cierta envergadura: en el Royo y en Garay. Luego, las terrazas se extienden más o menos de forma continua hasta la provincia de Burgos, desde el embalse de los Rábanos, tan solo interrumpido por el Estrecho de Gormaz. Las terrazas de sus afluentes suelen ser pequeñas y tan solo tienen cierta importancia las del Ucero, en su desembocadura.

Queremos comentar que en algunas partes de la provincia, la poca pendiente del relieve, la existencia de un manto de suelo de cultivo importante y algunos niveles permeables, favorecen la infiltración subsuperficial, creando un caudal de base relativamente importante, como ocurre en los ríos Morón y Rituerto.

Como se puede ver de todo lo dicho anteriormente, los acuíferos más importantes de Soria son los calcáreos de edad mesozoica y tectónica no excesivamente complicada. Las calizas terciarias son poco relevantes.

Por otra parte, las cinco grandes regiones señaladas se sitúan en zonas altas, poco cultivadas y pobladas, y por ende poco contaminadas. En la zona del Moncayo y en la cabecera del Jalón, hacen de divisoria entre el Duero, Ebro y Tajo. Por lo general, los acuíferos son mal conocidos, faltan datos de aforo y de niveles piezométricos y están muy poco explotados.

### 3.3. LAS UNIDADES Y SUS RECURSOS

A nivel de funcionamiento hidrogeológico, se ha dividido Soria en 27 unidades dignas de mención, cuyos recursos aproximados y características principales son las siguientes:

#### 1. Acuífero de los manantiales de Añavieja..

Geológicamente complejo, predominan las calizas jurásicas. Libre y confinado. Se alimenta de la infiltración del agua de lluvia. El flujo subterráneo va dirigido hacia los manantiales de Añavieja y Dévanos, que totalizan unos recursos de 14 Hm<sup>3</sup>/año (es de los pocos acuíferos con información suficiente para trazar las isopiezas). Las reservas se estiman importantes.

2. *Acuífero de los Ojillos del Keyles.* De naturaleza calcárea, con unos recursos aproximados de 1,6 Hm<sup>3</sup>/año. Parcialmente regulados con un pozo de regadío del IRYDA.

3. *Acuífero del manantial de Vozmediano.* Materiales calcáreos jurásicos en disposición isoclinal, drenados por un solo manantial. En gran parte se encuentra libre aunque también está confinado por el Jurásico y el Weald. Cuenta con unos recursos de 36 Hm<sup>3</sup>/año. Las reservas se prevee puedan ser importantes.

4. *Acuífero del manantial de Aranda de Moncayo.* Materiales calcáreos de las mismas características y edad que el de Vozmediano. Geometría en sinclinatorio. Libre. Se alimenta de la infiltración del agua de lluvia y de pérdidas de ríos. Cuenta con unos recursos de unos 22 Hm<sup>3</sup>/año.

5. *Acuífero del Manubles.* Rocas carbonatadas jurásicas y cretácicas muy tectonizadas, que drenan directamente al Manubles en Berdejo y Torrelapaja. Recursos de 11 Hm<sup>3</sup>/año.

6. *Acuífero del manadero de Deza.* Fuentes templadas y de caudal muy constante, que drenan los materiales carbonatados cretácicos de la Sierra de Miñana. Se estiman unos recursos de 3 Hm<sup>3</sup>/año.

7. *Meseta terciaria de Radona y Aguaviva de la Vega.* Mesa horizontal formada por un tramo superior calizo, de escaso espesor y bastante permeable. La alimentación se hace a través de la infiltración del agua de lluvia. El drenaje es muy rápido, estimado en unos 1,5 Hm<sup>3</sup>/año. Carece de reservas significativas.

8. *Páramo de Maranchón.* Constituido por rocas carbonatadas jurásicas extendidas en una gran superficie que abarca los límites de las provincias de





Figura 23. Los manantiales de Añavieja (Foto E.S.)

Soria y Guadalajara. Acuífero libre. El Keuper suele ser la base impermeable. La recarga se verifica a través de la infiltración del agua de lluvia, fundamentalmente. Las salidas se efectúan hacia los ríos Mesa, Jalón y Tajuña. Los recursos son muy importantes y se estiman en unos 63 Hm<sup>3</sup>/año.

9. *Acuíferos calcáreos de la Tierra de Medinaceli.* Son pequeñas masas de carbonatos apoyados sobre el Keuper. La alimentación es a través de la infiltración de la lluvia. Entre todos los manantiales suman unos recursos de 13 Hm<sup>3</sup>/año.

10. *Cuenca del Rituerto.* Aunque sus recursos son desconocidos, al menos cuenta con unos 3 Hm<sup>3</sup>/año que representan su caudal de base.

11. *Cuenca del Morón.* De semejantes características que el Rituerto. Carece de grandes manantiales, aunque se le estiman unos recursos subterráneos mínimos de 3 Hm<sup>3</sup>/año, aunque difícilmente explotables.

12. *Acuífero calcáreo de Cameros.* Es una mancha jurásica que aflora en Montenegro de Cameros y se extiende hacia La Rioja; en Soria solo constituye área de alimentación. Esta poco estudiado.

13. *Calizas wealdenses de Soria.* Es un nivel delgado intercalado entre materiales detríticos del Weald. Aflora en distintos sitios del norte de la provincia de forma aislada. En la Sierra de Carcaña, por ejemplo, está drenado por los pequeños manantiales de Chevalier, en el río Tera. Los recursos totales pueden estimarse en unos 3Hm<sup>3</sup>/año.

14. *Acuíferos calcáreos de la parte occidental de Soria.* Formaciones cretácicas semejantes a las de la Sierra de Cabrejas, drenadas por manantiales de mediano

caudal que alimentan los ríos Rejas, Pilde, etc. Se estiman unos recursos globales de 17 Hm<sup>3</sup>/año.

15. *Acuífero del Ucero.* Calizas cretácicas karstificadas limitadas al sur por el terciario impermeable, al Norte por el Weald poco filtrante. Las recargas son a través

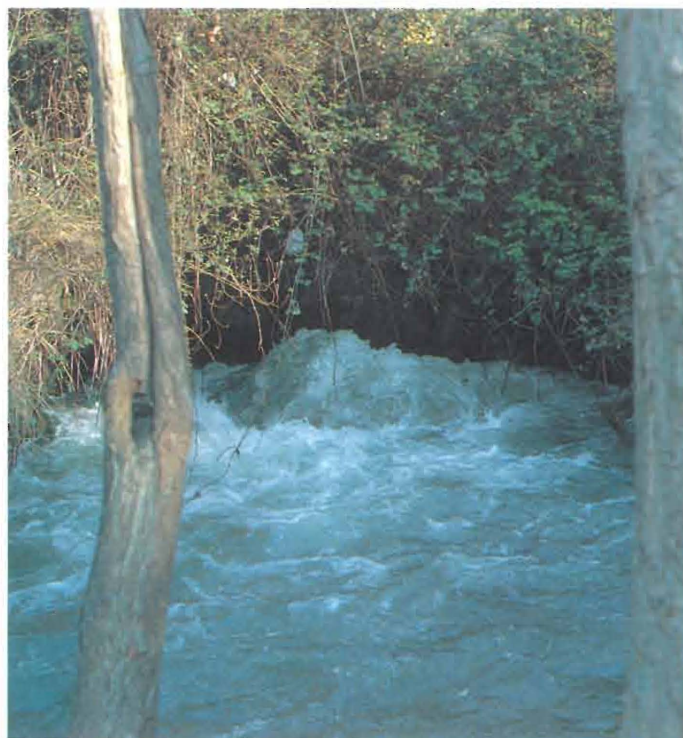


Figura 24. El manadero de Vozmediano, nacimiento del río Queiles, proviene del trasvase subterráneo del Araviana, que atraviesa la divisoria de aguas Atlántico-Mediterránea. (Foto E.S.)

de las lluvias y de las pérdidas de los ríos Navaleno, Lobos, Chico, etc. El drenaje se verifica, fundamentalmente, a través del manantial de la Galiana. Los recursos subterráneos son unos 35 Hm<sup>3</sup>/año.



16. *Acuífero de la Fuentona de Muriel*. Calizas cretácicas estructuradas en sinclinorio. Las entradas se efectúan casi exclusivamente a través de la infiltración del agua de lluvia, y las descargas mediante el manantial de la Fuentona. Los recursos son de unos 31 Hm<sup>3</sup>/año.

17. *Acuífero del Abión*. Calizas cretácicas rodeadas de Terciario impermeable que las confina parcialmente. Las entradas se efectúan a través de la infiltración del agua de lluvia, principalmente. Los manantiales del Blacos representan las descargas subterráneas, que totalizan unos recursos anuales de 16 Hm<sup>3</sup>/año.

18. *Acuífero de la Sierra de Hinodejo y río Andaluz*. En la Sierra de Hinodejo se verifica la alimentación a través del agua de lluvia que se infiltra en las calizas cretácicas. La descarga se efectúa en el Terciario impermeable situado al sur, muy cerca del contacto con el Cretácico. Los recursos se estiman en 8 Hm<sup>3</sup>/año.

19. *Acuífero de Fuentetoba y del Tobazo*. Son dos pequeños embalses próximos aunque aislados y de geología muy similar, pues se tratan de sinclinales cretácicos colgados que vierten el agua hacia el sur, mediante los manantiales de la Toba y de Cueva Pachón, dando lugar a los nacimientos de los ríos Golmayo y Mazos, respectivamente. Entre ambos se estiman unos recursos de 5 Hm<sup>3</sup>/año.

20. *Acuífero calcáreo del Río Izana*. Es la continuación de la Sierra de Hinodejo hacia el Oeste, en la cabecera del mencionado río. De naturaleza calcárea, cretácica, alimentada del agua de lluvia y de algunas pérdidas en arroyos. El drenaje se efectúa a través de los manantiales de Cuevas de Soria. Sus recursos subterráneos pueden estimarse en unos 2 Hm<sup>3</sup>/año.

21. *Cúpulas calcáreas del Duero y Ucero*.

Afloramientos cretácicos, karstificados, que asoman entre el Terciario arcilloso del área de Burgo de Osma y San Esteban de Gormaz. La alimentación del acuífero es incierta aunque seguramente hace de drenaje del Terciario en el que está inserto. Drena a través de la fuente del Molino, junto al Duero, en San Esteban de Gormaz. Los recursos pueden ser de unos 15 Hm<sup>3</sup>/año.

22. *Acuífero calcáreo de Vildé y Gormaz*. Son igualmente pequeños afloramientos cretácicos situados en Gormaz y Andaluz, junto al Duero, y en donde descargan manantiales de copioso caudal. El área de alimentación se extiende por el sur de la provincia de Soria, en la zona de Berlanga de Duero. El Terciario impermeable lo limita y confina al norte. Los recursos se estiman en unos 110 Hm<sup>3</sup>/año.

23. *Mesetas terciarias de Castillejo de Robledo*.

Páramo pontiense, más calcáreo y permeable hacia el Sur, a donde vierten sus aguas diversas fuentes colgadas. Acuífero libre, con pocas reservas y con unos recursos estimados en 6 Hm<sup>3</sup>/año.

24. *Meseta terciaria de Rello*. Páramos también del Mioceno, calcáreos y colgados, que se vacían rápidamente una vez que han recibido la infiltración de la lluvia. Recursos aproximados de 2 Hm<sup>3</sup>/año. Reservas muy poco importantes.

25. *Acuífero carbonatado de Soria*. Lo constituyen manchas aisladas del Cretácico, como son la Sierra de Santa Ana, Sierra de San Marcos y zona de los Rábanos, así como los afloramientos también calcáreos jurásicos de la zona de Renieblas. Esta mal conocido, aunque se sabe que se alimenta del agua de lluvias y que drena directamente al Duero (manantial de



Figura 25. El manantial de La Galiana, nacimiento del río Ucero (Foto J.P.)



27. *Aluvial del Duero*. Manto detrítico de poco espesor, constituido por las terrazas bajas del río Duero. Se alimenta fundamentalmente del río, de las lluvias, de los brotes de agua que provienen de otros acuíferos y, ocasionalmente, del regadío. Sus recursos son desconocidos y están muy poco explotados.

Ocasionalmente se producen deterioros puntuales de la calidad debido a la presencia de hierro en la zona de Pinares, los altos contenidos en cloruros en el Jalón y la de nitritos en algún caso aislado (como consecuencia del abonado agrícola).

Los fenómenos de contaminación en los acuíferos son muy poco relevantes, y se reducen a problemas puntuales, relacionados con actividades ganaderas y depósitos o inyección de residuos.

Las características físico-químicas de las aguas subterránea de los acuíferos de la provincia de Soria son bastante parecidas.

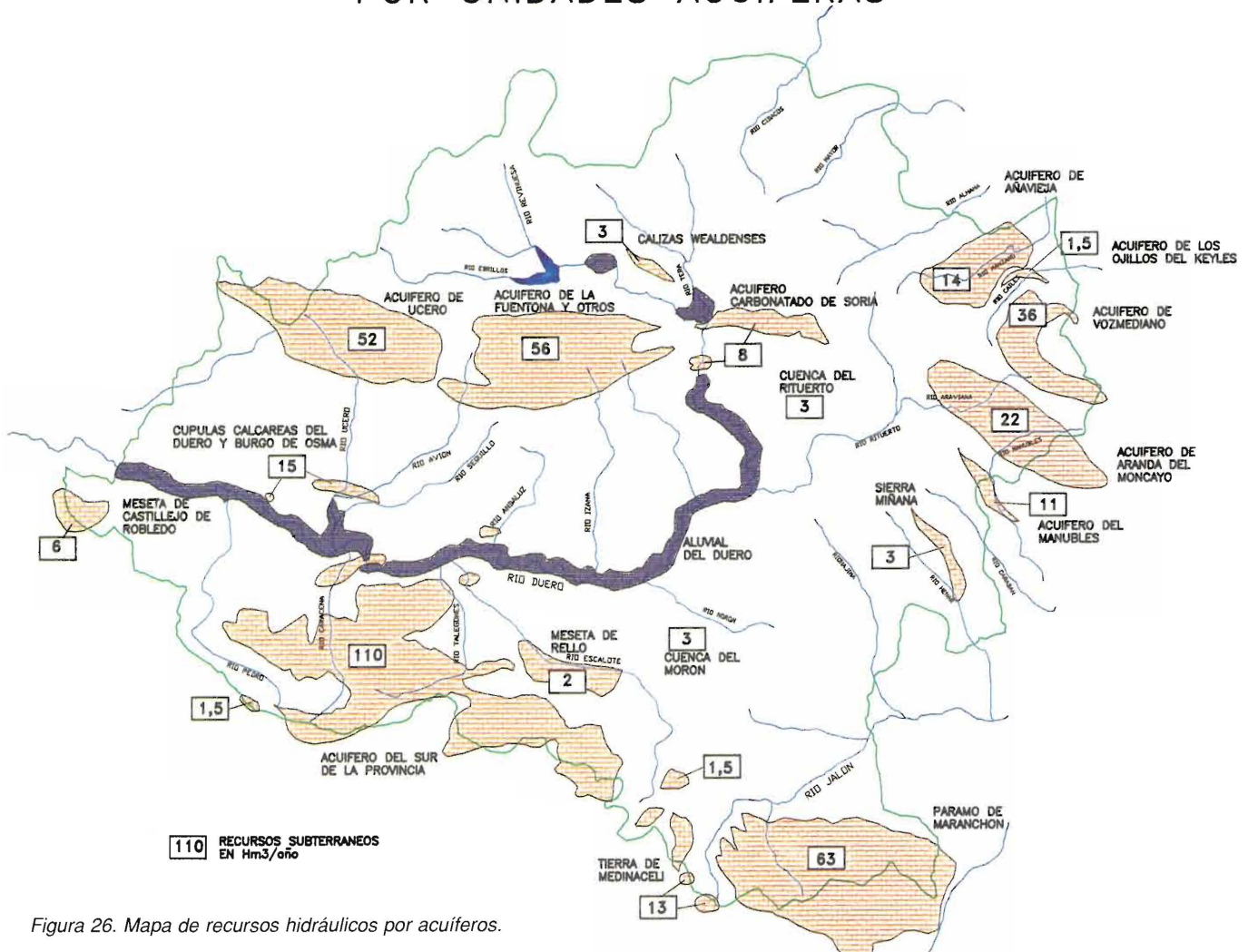


Figura 26. Mapa de recursos hidráulicos por acuíferos.



27. *Aluvial del Duero*. Manto detrítico de poco espesor, constituido por las terrazas bajas del río Duero. Se alimenta fundamentalmente del río, de las lluvias, de los brotes de agua que provienen de otros acuíferos y, ocasionalmente, del regadío. Sus recursos son desconocidos y están muy poco explotados.

Ocasionalmente se producen deterioros puntuales de la calidad debido a la presencia de hierro en la zona de Pinares, los altos contenidos en cloruros en el Jalón y la de nitritos en algún caso aislado (como consecuencia del abonado agrícola).

Los fenómenos de contaminación en los acuíferos son muy poco relevantes, y se reducen a problemas puntuales, relacionados con actividades ganaderas y depósitos o inyección de residuos.

Las características físico-químicas de las aguas subterránea de los acuíferos de la provincia de Soria son bastante parecidas.

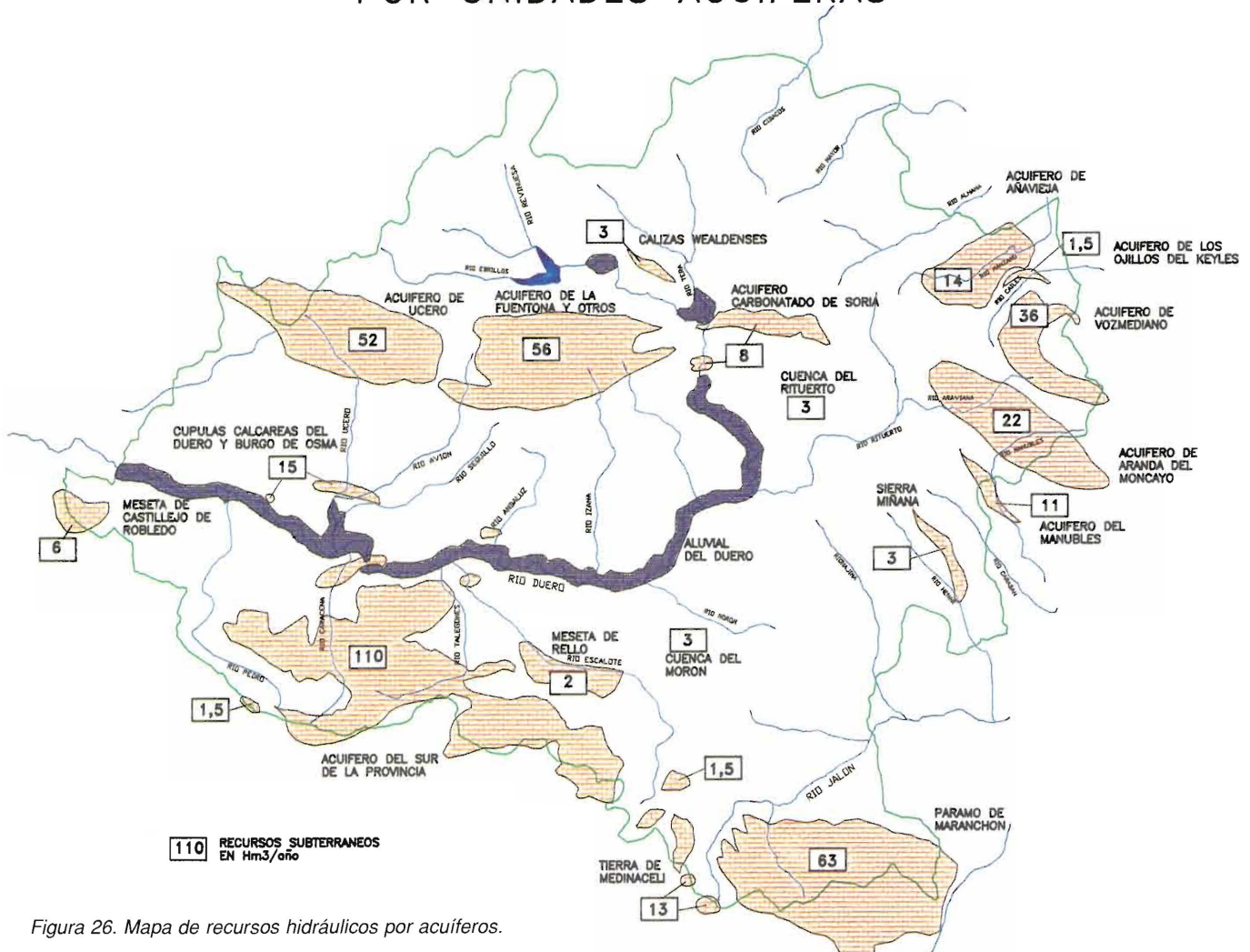


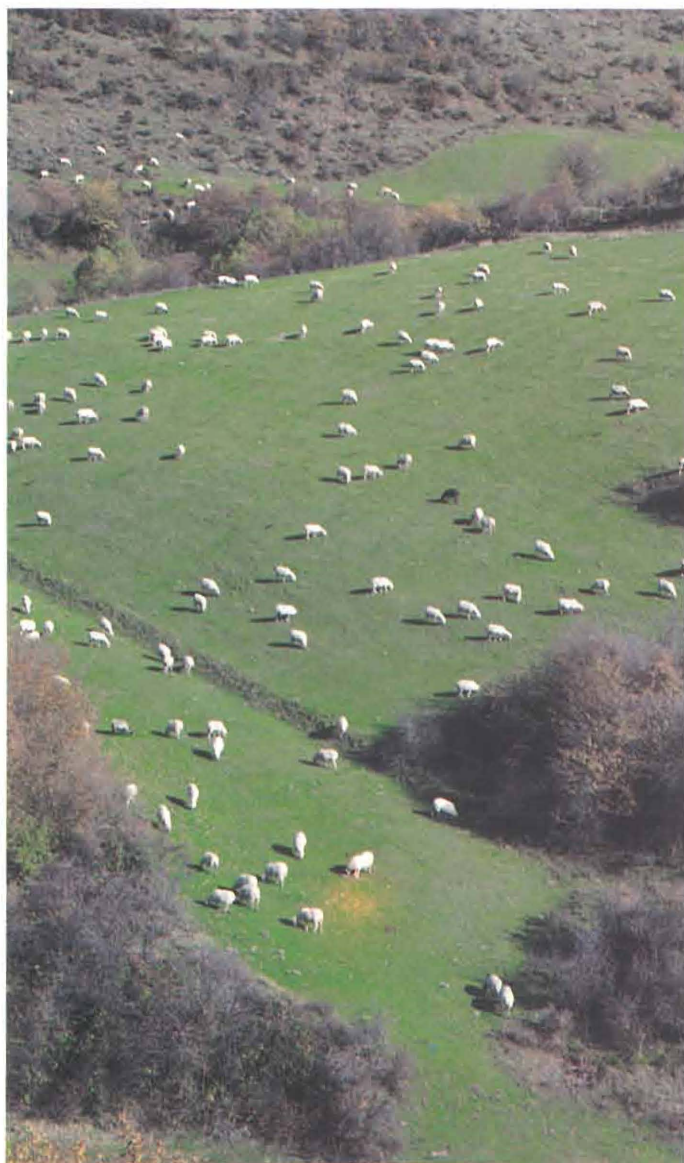
Figura 26. Mapa de recursos hidráulicos por acuíferos.



La calidad de las aguas para el riego es satisfactoria, salvo en determinados lugares muy aislados.

Es escasa la existencia de aguas mineromedicinales en Soria. Se limita a pequeños rezumes sulfhídricos (algunos de ellos ya perdidos), como la fuente de la Dehesa de Agreda, Esteras de Medinaceli, Valdeprado y otras, así como a pequeñas fuentes ferruginosas, como la de Vinuesa (Palacios, 1890).

Tampoco existen manantiales verdaderamente termales aunque sí los hay con aguas más o menos templadas. Los más importantes son quizás los de Deza, que salen a 20º C, asociados hidrogeológicamente con los de Alhama de Aragón (Hernández Pacheco, 1959). Otro sector digno de mención se sitúa al Este de la provincia, asociado a las fuentes que brotan en el Terciario y que denotan un flujo largo y profundo: Fuencaliente, Manantial del Molino, Andaluz, Valderrodilla, etc, que totalizan un caudal conjunto de no menos de 700 lts. con temperaturas 4-6º C por encima de la media de la región.



## 5. La utilización de las aguas subterráneas

El agua subterránea en Soria tiene una utilización relativamente importante en abastecimientos a núcleos de población y a granjas agropecuarias. Con todo, la demanda total es mucho menor que los recursos disponibles; posiblemente no lleguen ni al diez por ciento.

Si exceptuamos la capital y Almazán (40.000 hab.), que toman el agua del Duero, muchas de las restantes ciudades y pueblos de la provincia (que suman 50.000 hab.), tienen como fuente de abastecimiento principal o secundario manantiales o pozos perforados con sonda (Burgo de Osma, Agreda, etc.).

Otro de los usos importantes, notablemente incrementado en los últimos años, es el suministro de agua a granjas de ganado de cerda, que cuentan con un censo provincial de más de 300.000 cabezas. El



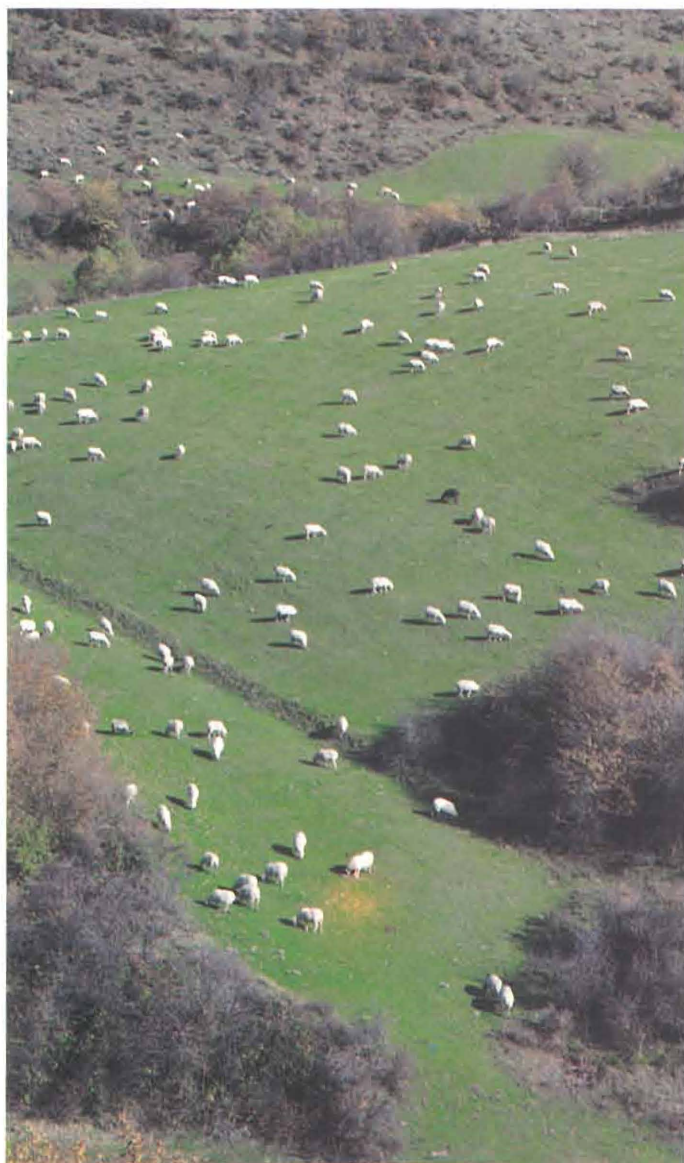
Figuras 27 y 28. La economía de Soria está basada en la agricultura cerealista de secano y en la ganadería. La población no llega a 90.000 habitantes y la industria y el regadío son muy escasos. Todo ello hace que las demandas de agua subterránea sean poco importantes. En las fotos, Campos de Garay y praderas de Montenegro de Cameros (Fotos V.R.)



La calidad de las aguas para el riego es satisfactoria, salvo en determinados lugares muy aislados.

Es escasa la existencia de aguas mineromedicinales en Soria. Se limita a pequeños rezumes sulfhídricos (algunos de ellos ya perdidos), como la fuente de la Dehesa de Agreda, Esteras de Medinaceli, Valdeprado y otras, así como a pequeñas fuentes ferruginosas, como la de Vinuesa (Palacios, 1890).

Tampoco existen manantiales verdaderamente termales aunque sí los hay con aguas más o menos templadas. Los más importantes son quizás los de Deza, que salen a 20º C, asociados hidrogeológicamente con los de Alhama de Aragón (Hernández Pacheco, 1959). Otro sector digno de mención se sitúa al Este de la provincia, asociado a las fuentes que brotan en el Terciario y que denotan un flujo largo y profundo: Fuencaliente, Manantial del Molino, Andaluz, Valderrodilla, etc, que totalizan un caudal conjunto de no menos de 700 lts. con temperaturas 4-6º C por encima de la media de la región.



## 5. La utilización de las aguas subterráneas

El agua subterránea en Soria tiene una utilización relativamente importante en abastecimientos a núcleos de población y a granjas agropecuarias. Con todo, la demanda total es mucho menor que los recursos disponibles; posiblemente no lleguen ni al diez por ciento.

Si exceptuamos la capital y Almazán (40.000 hab.), que toman el agua del Duero, muchas de las restantes ciudades y pueblos de la provincia (que suman 50.000 hab.), tienen como fuente de abastecimiento principal o secundario manantiales o pozos perforados con sonda (Burgo de Osma, Agreda, etc.).

Otro de los usos importantes, notablemente incrementado en los últimos años, es el suministro de agua a granjas de ganado de cerda, que cuentan con un censo provincial de más de 300.000 cabezas. El



Figuras 27 y 28. La economía de Soria está basada en la agricultura cerealista de secano y en la ganadería. La población no llega a 90.000 habitantes y la industria y el regadío son muy escasos. Todo ello hace que las demandas de agua subterránea sean poco importantes. En las fotos, Campos de Garray y praderas de Montenegro de Cameros (Fotos V.R.)



abastecimiento industrial es por otra parte, muy poco significativo. Según el inventario realizado para el proyecto hidrogeológico en Soria, se han perforado 38.000 mts. en pozos y sondeos para agua. Estos corresponden a pozos convenientemente legalizados, por lo que, las cifras reales pueden ser bastante mayores, incluso el doble.

El riego mediante pozos está muy poco extendido y ello se debe, entre otras causas, a las pocas aptitudes climáticas del país, y a la falta de tradición en regadío. La infraestructura hidráulica construida por el Estado en algunas zonas (Campillo de Buitrago, por ejemplo), está infrautilizada. Algunos de los pozos perforados por el extinguido **Instituto Nacional de Colonización** están abandonados. En otros lugares, sin embargo, se recibiría con verdadero entusiasmo cualquier iniciativa que incrementase las disponibilidades de agua, si existiesen recursos subterráneos. También hay realizaciones dignas de mención, como el pozo que regula los Ojillos del Keyles, en Agreda, abierto por iniciativa de la Comunidad de Regantes, y llevado a cabo por el **Instituto Nacional para la Reforma y Desarrollo Agrario**. Otros manantiales se utilizan también desde antiguo mediante acequias de riego. Se pueden citar el Canal de San Salvador, que proviene de los Ojos de Añavieja y riega los campos de Valverde de Agreda; en San Esteban de Gormaz, la acequia del manadero del Molino, manantiales de Deza, etc.

## 6. Balance hidráulico

Considerando el año medio, la escorrentía total en Soria puede estimarse en 1.360 Hm<sup>3</sup>, de los cuales 1.000 Hm<sup>3</sup> corresponden a la Cuenca del Duero y 360 Hm<sup>3</sup> a la del Ebro, aproximadamente.

En el Duero, la escorrentía subterránea total, estimada a base de sumar los recursos de todos sus acuíferos, es de 290 Hm<sup>3</sup>. Ello representa el 21% de la escorrentía total provincial, el 29% de la escorrentía del Duero y el 68% de la escorrentía subterránea provincial. De todos los caudales subterráneos, el 46% nacen en el propio cauce del Duero, en el área de Gormaz, y el 34% provienen del Ucero y del Abión.

En el Ebro, la escorrentía subterránea es de 139 Hm<sup>3</sup>, casi el 35% de la total correspondiente a esta cuenca, el 10% de la total provincial y el 32% de la escorrentía subterránea provincial. El 94% de dicha escorrentía se concentra en los ríos Añamaza, Queiles, Henar, Aranda, Jalón, Manubles y Mesa. En el resto de los ríos no llega ni al 6%. También hay que señalar que unos 25 Hm<sup>3</sup> le provienen del Duero, mediante el trasvase subterráneo del Araviana al Queiles. Hay que tener en cuenta que las cifras del Duero y del Ebro no son comparables por corresponder a períodos hidrológicos diferentes, siendo las del Duero del período 1940/41 al 1977/78 (38 años), refiriéndose las del Ebro a los años de funcionamiento de las estaciones de aforo (series de 8, 10, 20 años...). Los valores de recursos subterráneos

que se dan aquí y en el apartado 3.3. han de tomarse como aproximados y provisionales, por lo que se deberán comparar o confirmarse con otros estudios que se hagan en el futuro.

Si lo que antecede se refiere a la distribución geográfica (por cuencas) de las escorrentías para un año medio, no menos interesante es la que resulta de observar la evolución temporal de los caudales subterráneos. Ciertamente que no se tienen datos suficientes como para hacer un análisis minucioso, pero sí se han observado algunos hechos de interés:

1. En estiaje, la escorrentía subterránea en el Duero, a su salida de la provincia es muy elevada, de tal manera que puede estimarse entre un 80% y un 95%. Durante la fase de realización del proyecto hidrogeológico se tuvo la gran oportunidad de aforar los caudales diarios subterráneos "mínimos" de Soria pertenecientes a la Cuenca del Duero, tras un prolongadísimo estiaje de seis meses sin llover nada, y con las compuertas de los embalses de La Cuerda del Pozo y Los Rábanos, cerradas. El cómputo total nos dió una aportación de 5 m<sup>3</sup>/s que era el 93% de lo que entonces pasaba por la estación de aforos de San Esteban de Gormaz. De ellos, el 78% correspondían a los manantiales del Duero en Gormaz.

En el Ebro, y también durante estiaje fuerte, la aportación subterránea representa la mayoría de la escorrentía total, el 100% para algunos ríos. En el estiaje de 1988/89 se estimaron unos caudales "mínimos" diarios de 2.700 l/s.

2. Otro aspecto se refiere a la regulación de los débitos subterráneos, pues ellos nos dará una idea de su más o menos alejamiento al comportamiento con las escorrentías superficiales. Así, y según apreciaciones, se pueden considerar como bastante regulares los manantiales de Gormaz, Vildé, Quintanas de Gormaz, San Esteban de Gormaz, Vozmediano, Añamaza, Deza y Mochales; también los que nacen en el terciario de las cuencas del Andaluz, Rejas, etc. Es decir, en Soria se pueden estimar unos 9 m<sup>3</sup>/s de caudales subterráneos altamente regulados. Las fuentes del río Aranda, Jalón, Blanco, Sagides, Izana y por lo general los manantiales de los ríos del Sur de la provincia, pueden considerarse como de regularidad media. Los de la Galiana, Fuentona, Fuentetoba y nacimiento de río Mazos, por ejemplo, son bastante variables.

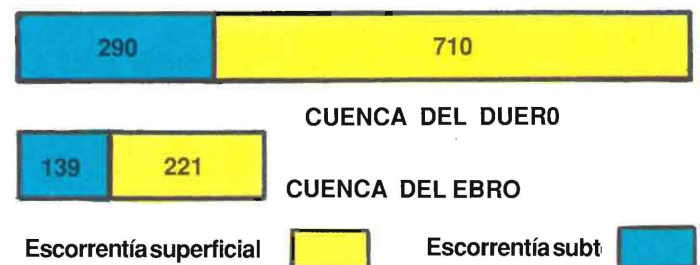


Figura 29. Balance hidráulico en la provincia de Soria.  
(en Hm<sup>3</sup>/año)



## 7. Perspectivas para el futuro

Recapitulando sobre lo más esencial de lo expuesto hasta ahora, se puede ver cómo Soria cuenta con unos recursos subterráneos importantes, de al menos 429 Hm<sup>3</sup>/año, prácticamente sin utilizar en la provincia y de agua de muy buena calidad.

En una provincia de unos 90.000 habitantes, parece lógico pensar que dichos recursos estarán muy por encima de las demandas. Los abastecimientos a los pequeños núcleos de población, explotaciones agrícolas o industrias, no requieren grandes caudales. Además, las pocas aptitudes climáticas del territorio y la poca tradición al riego, la limita también en este campo.

¿Quiere ello decir que las aguas subterráneas en Soria no tienen importancia?

A nuestro entender, y saltando del ámbito provincial al nacional, Soria cuenta con unas condiciones privilegiadas en este sentido. Su peculiar situación en la cabecera del Duero, alejada de los centros de consumo y cuna de nacimientos de ríos, condiciona que los grandes acuíferos calcáreos sean vírgenes y sin contaminación, constituyendo una reserva natural de aguas limpias, reguladoras del Duero y el Ebro.

Para una hipotética demanda importante "in situ" o extraprovincial en el futuro, Soria tiene la oportunidad de lograr, desde ahora, una buena planificación para la administración de sus recursos hídricos.

Todo ello no quiere decir que no existan posibilidades concretas interesantes de explotación "in situ". A modo de ejemplo, citaremos la puesta en servicio para riego de los acuíferos calcáreos que miran al Ebro, el aprovechamiento de los grandes recursos del área de Vildé, etc.

No queremos terminar sin comentar otra categoría de bienes naturales y sociales que, afortunadamente, en Soria no se han perdido pero que podrían desaparecer si no se llama la atención sobre ellos. Nos referimos a los valores medioambientales de tipo hidrogeológico existentes y que hay que proteger a toda costa. Parajes como la Fuentona de Muriel, el nacimiento del Ucero, las Fuentes Grandes de Quintanas de Gormaz, Vozmediano, etc. pertenecen a nuestro propio patrimonio geográfico e histórico, y no pueden echarse a perder por la mala y desordenada administración del hombre

### CITAS BIBLIOGRAFICAS

- **HERNANDEZ PACHECO, F. (1959).** *Estudio hidrogeológico de las Termas de Alhama de Aragón. Anales de la Real Academia de Farmacia*, nº 17, pp 117-138 Madrid.
- **INSTITUTO TECNOLÓGICO GEOMINERO DE ESPAÑA.** Plan Nacional de Investigación de las Aguas Subterráneas (PIAS). Sistemas 10, 10 bis, 13, 88, Cuenca del Duero y otras pertenecientes al valle del Ebro (Sierra del Solorio, Queiles, Jalón, etc.) 1978, 1979, 1980, 1983, 1986.
- **PALACIOS, P. (1890).** *Descripción geológica y agrológica de la provincia de Soria. Memorias de la Comisión del Mapa Geológico de España.* Madrid.
- **SAAVEDRA, E. (1853).** *Memoria descriptiva concerniente al proyecto de desecación de la Laguna de Añavieja y aprovechamiento de sus aguas en el riego. Dirección General de Obras Públicas.* Soria.
- **SAENZ GARCIA, C. (1953).** *Anecdotario geológico de los ríos sorianos.* Celtiberia núm. 6. C.E.S. Soria, pp 201-218.
- **SAENZ GARCIA, C. (1954).** *Pico Frentes.* Celtiberia, núm. 10, pp 245-274.
- **SAENZ GARCIA, C. (1958).** *Miscelanea de la historia fluvial española. Notas y Comunicaciones del Instituto Tecnológico Geominero de España.* Núm. 50, pp 149-180.
- **SANZ RIDRUEJO, C. (1983).** *La utilización conjunta en España. Curso sobre "Utilización conjunta de aguas superficiales y subterráneas". Valencia-Castellón de la Plana.* Serv. Geol. de Obras Públicas. Univ. Politécnica de Valencia, pp. 1-9.
- **SERVICIO GEOLOGICO DE OBRAS PUBLICAS (D.G.O.H.).** *(Proyecto Hidrogeológico de Soria, en realización).*
- **SAENZ RIDRUEJO, C. (1985).** *Los ríos sorianos, en Historia de Soria.* Tomo I. pp. 21-31. C.E.S.-C.S.I.C. Soria.
- **SAENZ RIDRUEJO, C. y SANZ PEREZ, E. (1988).** *La Laguna de Añavieja.* I Encuentro sobre el Moncayo. Tarazona.
- **SAENZ RIDRUEJO, C. y SANZ PEREZ, E. Los manantiales de España** (para publicar en la Rev. de Obras Públicas).
- **SANZ PEREZ, E. (1984).** *El Karst del sur y oeste del Moncayo. Tesis Doctoral inédita.* Univ. Complutense de Madrid.
- **SANZ PEREZ, E. y MEDINA FERRER, J. (1984).** *Contribución al catálogo espeleológico de la provincia de Soria: sifón y cueva de la Fuentona de Muriel.* C.E.S.-C.S.I.C. Revista Celtibérica. Núm. 68, pp 301-308.



Instituto Tecnológico GeoMinero de España  
Dirección de Aguas Subterráneas y Geología Ambiental

Ríos Rosas, 23 - Tel. 441 65 00 - Fax 442 62 16 - Telex 48054 IGME E - 28003 MADRID