



WWW.CONOCETUSFUENTES.COM



Agencia Andaluza del Agua
CONSEJERÍA DE MEDIO AMBIENTE



MANANTIALES Y FUENTES DE ANDALUCÍA

MANANTIALES Y FUENTES DE ANDALUCÍA

Cuaderno divulgativo del proyecto
CONOCE TUS FUENTES
WWW.CONOCETUSFUENTES.COM



MANANTIALES Y FUENTES DE ANDALUCÍA

Cuaderno divulgativo del proyecto
CONOCE TUS FUENTES
WWW.CONOCETUSFUENTES.COM

Manantiales y fuentes de Andalucía.
Cuaderno divulgativo del proyecto "Conoce tus Fuentes"

Edita
Agencia Andaluza del Agua,
Consejería de Medio Ambiente de la Junta de Andalucía

Consejera de Medio Ambiente
Cinta Castillo Jiménez

Director Gerente de la Agencia Andaluza del Agua
Jaime Palop Piqueras

Directora General de Planificación y Participación
Isabel Comas Rengifo

Dirección facultativa de la edición
José M.ª Fernández-Palacios Carmona

Coordinación científica
Antonio Castillo Martín

Gestión editorial
Línea de Sombra Proyectos

Diseño gráfico
Juan Bezos

Impresión
Diseño Sur

ISBN:
978 84-96776-83-8

Depósito Legal:
SE-482-09

Impreso en España

© de la presente edición: 2008, Agencia Andaluza del Agua, Consejería de Medio Ambiente, Junta de Andalucía.
© de los textos e imágenes, sus autores.

Esta publicación ha sido realizado al amparo de un Acuerdo Específico suscrito entre la Agencia Andaluza del Agua (AAA) de la Consejería de Medio Ambiente y el Instituto del Agua de la Universidad de Granada (UGR).

Los contenidos han sido elaborados por Antonio Castillo Martín (CSIC-UGR) y Luis Sánchez Díaz (UGR), bajo la Dirección Técnica de José María Fernández-Palacios Carmona (AAA). La mayor parte de la documentación gráfica procede del libro *Manantiales de Andalucía*, una obra colectiva editada por la Agencia Andaluza del Agua.

Esta publicación se encuentra en formato PDF en la página web www.conocetusfuentes.com, donde hallará otros artículos e información de interés sobre las aguas subterráneas y los manantiales de Andalucía. En la citada web podrá descargar asimismo las fichas de los manantiales y fuentes andaluces catalogados hasta el momento.

Reservados los derechos. Está permitido reproducir o transmitir esta publicación, total o parcialmente, por cualquier medio, con la única condición de citar la fuente*. Por favor, difúndala. Para fines comerciales será necesario solicitar autorización por escrito

*Agencia Andaluza del Agua y Universidad de Granada (2008). Manantiales y fuentes de Andalucía. Cuaderno divulgativo del proyecto "Conoce tus Fuentes".

Para contactar con nosotros diríjase a lsanchezdiaz@ugr.es (Luis Sánchez Díaz, Instituto del Agua de la Universidad de Granada), o a www.conocetusfuentes.com.

MANANTIALES Y FUENTES DE ANDALUCÍA

Cuaderno divulgativo del proyecto
CONOCE TUS FUENTES
WWW.CONOCETUSFUENTES.COM



Agencia Andaluza del Agua
CONSEJERÍA DE MEDIO AMBIENTE

MANANTIALES Y FUENTES
DE ANDALUCÍA



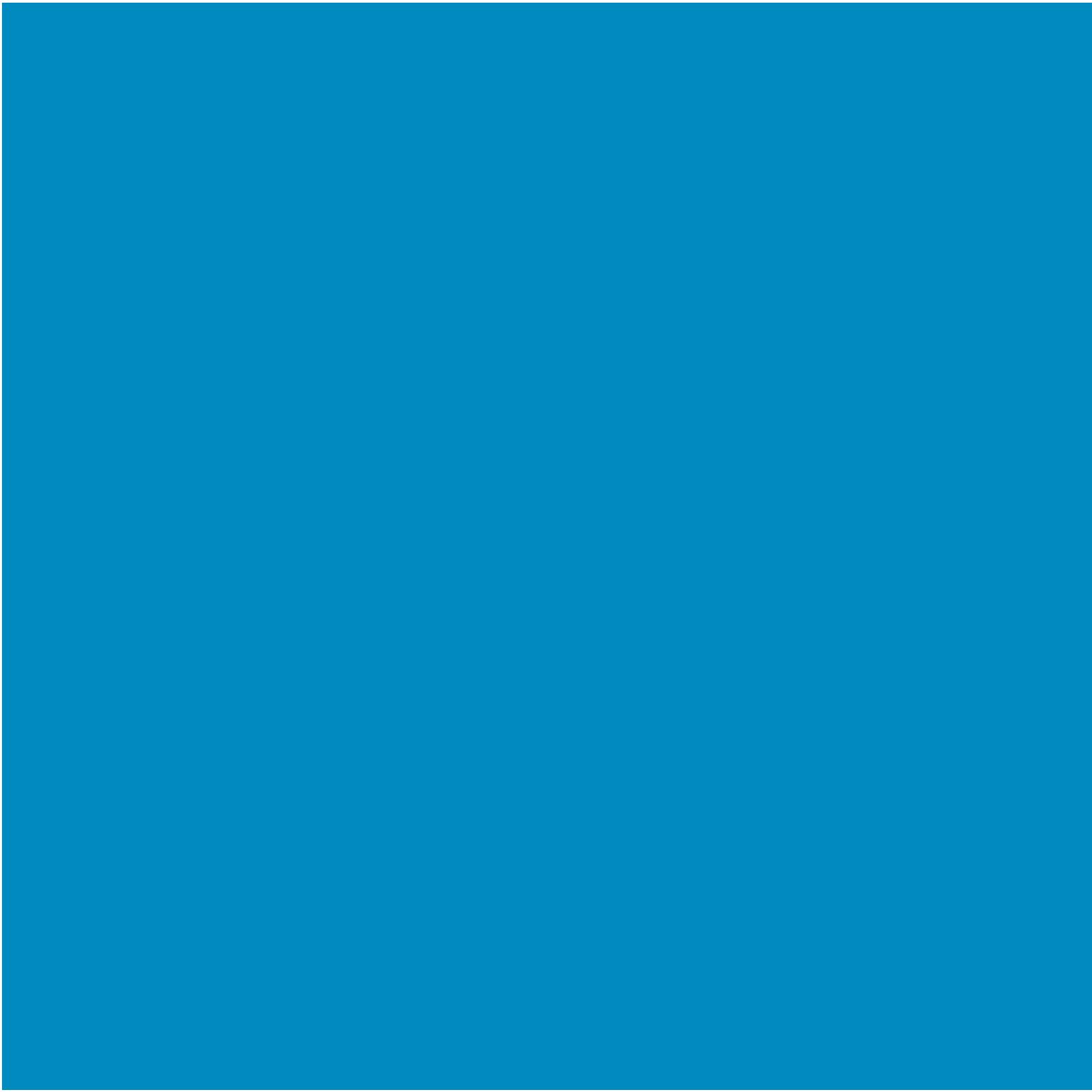
Los manantiales y fuentes de Andalucía constituyen un valioso patrimonio ambiental, socio-económico y cultural que resulta necesario conocer y valorizar con el objetivo de mejorar en las labores de conservación y recuperación.

Conscientes de su importancia y vulnerabilidad, desde la Agencia Andaluza del Agua de la Consejería de Medio Ambiente se está impulsando una estrategia pionera de conservación basada en el conocimiento y la participación ciudadana.

Uno de sus primeros objetivos es reunir información sobre los manantiales andaluces a través del proyecto “Conoce tus fuentes”, una muestra más de la gestión participativa y solidaria que queremos implantar en nuestras políticas de agua en los próximos años, y que nos está permitiendo inventariar y catalogar las fuentes y manantiales localizados en nuestra Comunidad con el objetivo de dar a conocer este gran patrimonio y trabajar para su puesta en valor. Gracias a este programa, la Junta de Andalucía ha podido identificar ya más de 700 puntos de interés cultural, ecológico y social.

El libro que tiene entre sus manos nace con el deseo de ser un documento divulgativo del citado proyecto, que sirva para acercar al público en general al mundo de las aguas subterráneas y los manantiales. Y, de modo muy especial, que anime a toda la población a participar en esta ilusionante iniciativa dando a conocer nuestras fuentes y manantiales más queridos y valiosos.

Cinta Castillo Jiménez
Consejera de Medio Ambiente
de la Junta de Andalucía



ÍNDICE

Í n d

PRESENTACIÓN	014
Capítulo 1	
EL ENIGMÁTICO MUNDO DE LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS Y LOS MANANTIALES	017
Las aguas subterráneas	018
El “milagro” de las aguas subterráneas	018
Rocas, porosidad y acuíferos	019
Rocas carbonatadas, karst y cavidades	022
Sólo un agua y diferentes caminos	023
Los manantiales	025
Los rebosaderos de la tierra, todo un enigma	025
Muchos nombres para una misma agua	027
Manantiales puntuales y difusos	029
Manantiales permanentes, temporales y efímeros	030
Manantiales dulces, salados, fríos, calientes...	032
Capítulo 2	
EL VALOR DE MANANTIALES Y FUENTES	035
Manantiales: fuentes de vida y de paisajes	036
Aguas vivificadoras para la naturaleza	036
Aguas de biodiversidad	037
Aguas de geodiversidad	037
Manantiales: fuentes de riqueza y cultura	038
Aguas que manan: promesa de fecundidad para el hombre	038
Aguas que manan: alimento también para el alma	040

Capítulo 3

LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS Y LOS MANANTIALES DE ANDALUCÍA	043
Aguas subterráneas y manantiales de Andalucía	044
Algunas cifras: superficies, recursos, reservas y explotación	044
Grandes dominios hidrogeológicos de Andalucía	047
Materiales kársticos, grandes manantiales y aguas termales	050
Manantiales de las Cordilleras Béticas	057
Breve repaso por tipos de materiales y manantiales	057
Manantiales de las Cordilleras Béticas por provincias	059
Manantiales de la depresión del Guadalquivir	070
Manantiales de Sierra Morena	072

Capítulo 4

MÁS DE 50 CURIOSIDADES ACERCA DE MANANTIALES Y FUENTES	075
--	-----

Capítulo 5

EL PROYECTO <i>CONOCE TUS FUENTES</i>	099
¿En qué consiste?	100
¿Cuáles son sus objetivos?	102
¿A quién va dirigido y cómo se puede participar?	104

Capítulo 6

APÉNDICES	107
Glosario	108
Libros y artículos	118
Directorio	120
Páginas web	122



¿Quién pudiera entender los manantiales,
el secreto del agua recién nacida,
ese cantar oculto a todas las miradas del espíritu,
dulce melodía más allá de las almas...?

(...)

Más yo siento en el agua algo que me estremece...,
como un aire que agita los ramajes de mi alma.

Federico García Lorca, *Manantiales*, 1919

presentación

Este cuaderno forma parte del material elaborado por el proyecto *Conoce tus Fuentes*, de catalogación ciudadana, vía web, de manantiales y fuentes de Andalucía.

Su medio de comunicación es la página web *conocetusfuentes.com*, en la que se explica detalladamente en qué consiste esta iniciativa. En ella podrán además descargarse éste y otros documentos, artículos e información variada sobre las aguas subterráneas y los manantiales en general. También tendrá acceso a todas las fichas de manantiales y fuentes catalogadas hasta el momento, así como a las instrucciones para participar, ya que la ayuda de todos es necesaria para ir aumentando y depurando el catálogo de nuestros manantiales y fuentes más valiosas y queridas.

El cuaderno se ha dividido en seis capítulos con entidad propia. El CAPÍTULO 1 se sumerge en el enigmático mundo de las aguas subterráneas y los manantiales en general. Pasa revista a conceptos básicos, las claves del funcionamiento de las aguas subterráneas y las principales tipologías de manantiales.

El CAPÍTULO 2 ofrece una visión del valor de los manantiales, que va mucho más allá del simple afloramiento en el terreno de aguas subterráneas. Manantiales y fuentes representan un valioso patrimonio ambiental, socio-económico y cultural, muy unido a la Naturaleza y al hombre.

El CAPÍTULO 3 desciende ya a la realidad física de Andalucía, un extenso mosaico de rocas y sedimentos de todas las litologías y edades que conforman sierras, valles y costas, con comportamientos hidrogeológicos y manantiales muy diferentes. A través de sus tres grandes ámbitos hidrogeológicos –las Cordilleras Béticas, la depresión del Guadalquivir y Sierra Morena– se pasa revista a sus realidades y peculiaridades, exponiendo someramente los materiales de mayor interés hidrogeológico y los manantiales más significativos de cada uno de ellos.

t a c i ó n

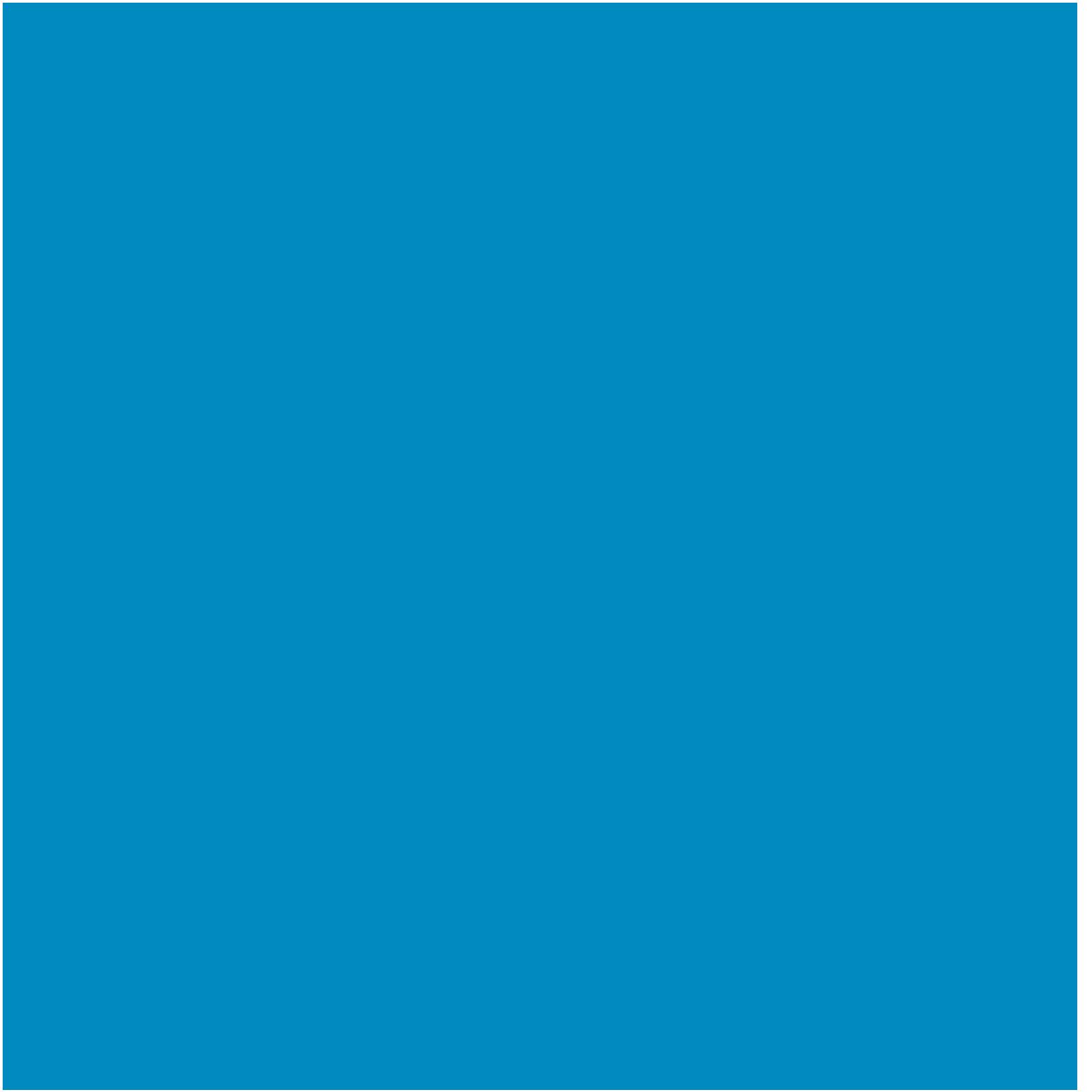
El CAPÍTULO 4 da cabida a una serie de curiosidades relacionadas con manantiales y fuentes. A lo largo de más de 50 entradas se presentan diferentes cuestiones, que creemos han de suscitar nuestro interés; posiblemente sea uno de los capítulos más entretenidos de leer de este pequeño libro.

El CAPÍTULO 5 se dedica a explicar someramente en qué consiste el proyecto *Conoce tus Fuentes*, en definitiva cuáles son sus objetivos, a quién va dirigido y cómo participar en él.

Por fin, el CAPÍTULO 6, a modo de apéndice, da contenido a los clásicos apartados complementarios de un texto. En este documento divulgativo no podían faltar un amplio glosario, en el que se recogen y definen 100 voces o términos, todos ellos relacionados con la temática tratada, así como los apéndices dedicados a bibliografía (para saber más) y a las direcciones y contactos de organismos, empresas y proyectos que conviene tener presentes.

Esperamos que la lectura de estas páginas resulte comprensiva, se haga agradable y satisfaga las expectativas de un texto educativo y formativo.

Los autores



01

EL ENIGMÁTICO MUNDO DE LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS Y LOS MANANTIALES

Las aguas subterráneas son aquellas que circulan o se almacenan bajo la superficie del terreno



El “milagro” del alumbramiento de aguas subterráneas, en el desierto de Tabernas, en la expresión de un pastor (Almería, 1967). (IGME)

LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS

El “milagro” de las aguas subterráneas

Las aguas subterráneas, esas aguas ocultas y calladas que fluyen bajo nuestros pies, siempre han estado rodeadas de un halo de misterio y leyenda. Cuando se produce la precipitación, una parte del agua se infiltra en el terreno, iniciando entonces, en muchos casos, un largo y tortuoso viaje por las entrañas de la tierra. A esas aguas que circulan bajo tierra las denominamos subterráneas.

Ahora bien, para que puedan filtrarse y fluir es necesario que la superficie del terreno sea permeable, esto es, que permita el paso del agua a través de sus poros y discontinuidades, favoreciendo además, si se dan las condiciones oportunas, el almacenamiento del agua. Y cuando el agua queda almacenada bajo la superficie del terreno hablamos entonces de embalses subterráneos. En esos casos, su funcionamiento es similar al de los de superficie, si bien aquí son los manantiales los que hacen la función de aliviaderos o rebosaderos cuando el nivel del agua supera la capacidad de almacenamiento.

Si bien el proceso brevemente expuesto –desde la precipitación a la salida por manantiales– parece evidente, hasta hace relativamente poco tiempo las aguas subterráneas y los manantiales constituyeron todo un enigma para pensadores y eruditos, confundidos por los fabulosos caudales que brotaban con fuerza del interior de la tierra. Se invocó a mecanismos extraños, algunos para explicar comunicaciones con el mar. Aunque hoy día la ciencia que estudia las aguas subterráneas (la hidrogeología) ha sabido explicar perfectamente su funcionamiento, en el acervo popular aún se mantiene vivo un halo de misterio hacia esas cristalinas aguas que brotan abundantemente de la tierra, incluso cuando no llueve.

Rocas, porosidad y acuíferos

Como se ha comentado, para que el agua pueda circular por el interior del terreno este tiene que ser poroso, esto es, que posea un importante volumen de huecos susceptibles de ser ocupados por el agua. Pero eso no basta, los huecos deben ser además de suficiente tamaño y estar comunicados entre sí para permitir el paso del agua. Si se dan esas condiciones, se dice que el material es permeable. Los materiales (rocas y sedimentos) que tienen la facultad de transmitir y almacenar agua en su interior se denominan “acuíferos”.

Básicamente existen dos tipos de porosidades. Una es la que se adquiere por fracturación y posterior disolución, un proceso conocido con el nombre de karstificación. Los acuíferos de ese tipo se denominan kársticos. La karstificación es característica de las rocas solubles, normalmente carbonatadas y más raramente evaporíticas. El otro tipo de porosidad es de naturaleza intergranular, propia de materiales detríticos gruesos (gravas y arenas). Los acuíferos en estos materiales se denominan detríticos.

Aunque la circunstancia general es que los huecos por los que fluye el agua son milimétricos, puede darse también circulación a favor de grandes fracturas y discontinuidades. Así, en terrenos kársticos, como conocen bien los espeleólogos, algunas grandes fracturas, ensanchadas por disolución, son incluso transitables a nado o mediante pequeñas embarcaciones, lo que ha dado lugar a la concepción de los acuíferos como generadores de “ríos” o “veneros subterráneos”, si bien ello representa sólo una excepción. En la mayoría de las ocasiones el agua se encuentra empapando la roca, rellenando poros y discontinuidades, y circulando a baja velocidad desde las zonas de recarga en las montañas hacia los manantiales y demás zonas de descarga, generalmente situadas en los pies de monte y depresiones circundantes.

Los materiales permeables, que tienen la facultad de transmitir y almacenar agua, se denominan “acuíferos”



Idealización de las zonas no saturada y saturada en agua en un acuífero kárstico, a la izquierda, y en otro detrítico, a la derecha. (IGME)

La mayoría de los acuíferos son de tipo kárstico (con permeabilidad por fracturación y disolución) o detrítico (con permeabilidad por porosidad intergranular)

Un embalse subterráneo es toda acumulación de agua bajo el terreno. Asociado al mismo existe un flujo anual (recursos) y un almacenamiento (reservas)



Aspecto de dos abundantes tipos de materiales de muy diferente permeabilidad: arriba típico material permeable de naturaleza kárstica, donde los conductos de disolución horadados en la caliza favorecen la infiltración de las aguas de precipitación en detrimento de la escorrentía superficial, que es casi inexistente. (P. Jiménez); a la derecha, típico material impermeable de naturaleza arcillosa, en el que no se produce apenas infiltración, ocasionando generalizados fenómenos de arroyada de las aguas de escorrentía superficial. (A. Navarro)

Muy diferentes son los materiales que ni almacenan ni transmiten agua de manera significativa (conocidos como acuitardos), los más abundantes en la naturaleza. Normalmente se trata de rocas “duras” poco solubles (esquistos, cuarcitas, granitos, basaltos, etc.), densamente fracturadas, pero con aberturas muy cerradas, ya que no han podido ensancharse por disolución, como para permitir el paso del agua con facilidad. A pesar de ello, a escala local suelen poseer niveles superficiales de alteración, fracturas más abiertas o pequeños tramos permeables intercalados que favorecen cierta circulación del agua.

Las formaciones “blandas” tipo margas o arcillas son otro tipo frecuente de materiales de baja o nula permeabilidad. En este caso se trata de materiales plásticos, que no pueden fracturarse; los huecos que poseen son de tipo intergranular, pero de tamaño muy pequeño como para permitir el paso del agua con cierta facilidad, por lo que constituyen materiales bastante impermeables (acuicludeos, ver *Glosario*).

Para que un material acuífero actúe además como almacén de agua subterránea es necesario que en su base y bordes disponga de formaciones impermeables, que eviten que el agua escape vertical o lateralmente. Si se dan esas condiciones se genera un embalse subterráneo, asociado al cual existe un flujo renovable anualmente (los recursos renovables), drenado en condiciones naturales por manantiales, y un almacenamiento (las reservas).

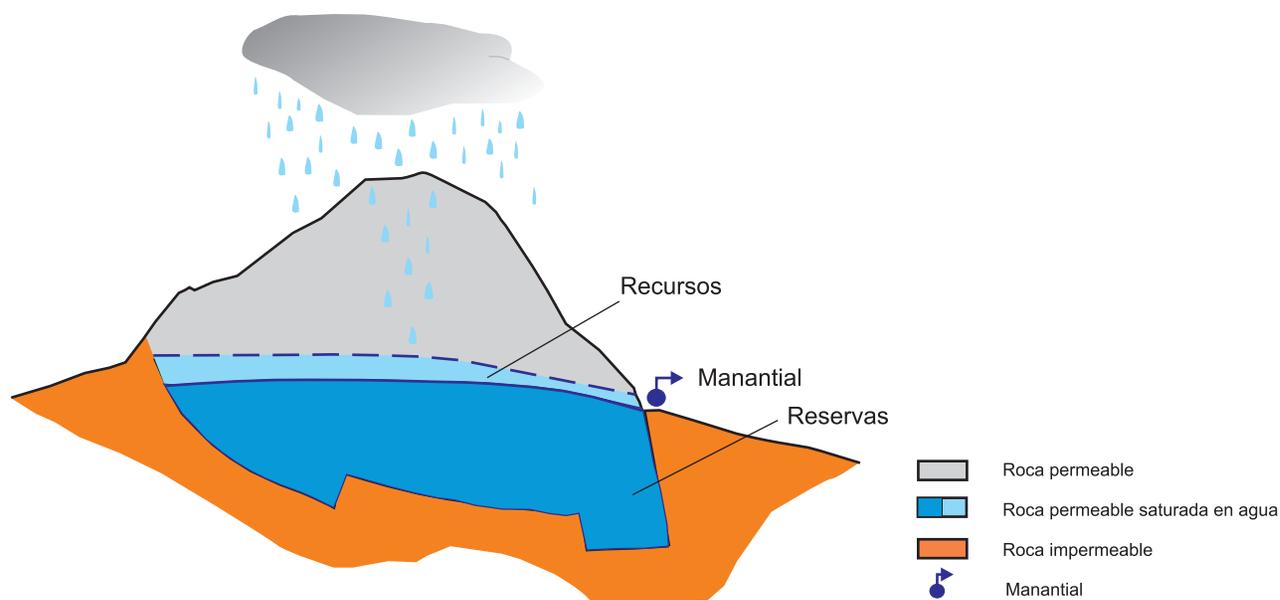


La distribución de afloramientos permeables (acuíferos) y poco o nada permeables (acuitardos, acuicludos y acuífugos, ver *Glosario*) es la base para explicar en cada región la existencia relativa de aguas superficiales y subterráneas. Así, en terrenos con predominio de materiales impermeables, la mayor parte de la precipitación escurre superficialmente, tallando una densa red de drenaje. Por el contrario, en materiales de elevada permeabilidad, la mayor parte de la precipitación se infiltra, sin llegar a generar apenas arroyamientos ni cursos de agua de superficie, dando lugar a abundantes morfologías de absorción en terrenos kársticos. Como se ha comentado, esos comportamientos generan unos modelados del paisaje muy diferentes y característicos.



Serrezuela carbonatada de la Peña de los Enamorados (Archidona, Málaga), enclavada dentro de materiales arcillosos impermeables, lo que ha propiciado la existencia de un pequeño embalse subterráneo.

(J. Sanz de Galdeano)



Idealización de un embalse subterráneo, asociado al cual existen unos recursos renovables anualmente, procedentes de la precipitación y drenados por el aliviadero (manantial), y unas reservas contenidas por debajo del nivel de aliviadero del embalse (L. Sánchez)



Típico paisaje kárstico del Torcal de Antequera, en una fotografía coloreada de E. Hernández Pacheco, 1935. (Consejería de Medio Ambiente, Junta de Andalucía)



Karst en yesos de Antequera y, al fondo, karst en rocas carbonatadas del Torcal. (J. Sanz de Galdeano)



Depósitos de travertinos en el Alto Borosa, en la sierra de Cazorla (Jaén). (J. Gollonet)

Rocas carbonatadas, karst y cavidades

Los materiales carbonatados (calizas, dolomías y mármoles), por su carácter de rocas duras y solubles, se fracturan y disuelven con relativa facilidad, incrementando muy sensiblemente la permeabilidad. Ese proceso se denomina karstificación y kársticos los materiales y regiones afectadas por el mismo. Las morfologías características son de absorción, con una baja densidad de red de drenaje, de lo que resultan unos paisajes sumamente característicos. Esos mismos procesos se pueden producir, con menor intensidad, sobre materiales evaporíticos (yeso y sal gema).

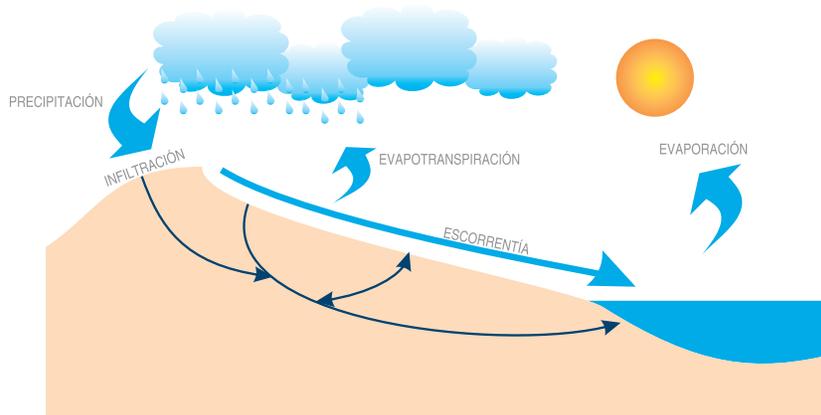
Andalucía es muy rica en este tipo materiales y de paisajes, que no sólo se ofrecen al exterior (los más evidentes), sino que también han generado bellísimos paisajes subterráneos –cuevas, simas, galerías, salas– bellamente decorados además con depósitos cristalinos (espeleotemas).

Y el material arrancado por disolución por las aguas subterráneas termina precipitando y dando lugar a otros espectaculares depósitos en las zonas de surgencia y tramos altos de ríos. Son los travertinos (o tobas), dispuestos como mesas o tablas en las laderas de las montañas calizas.



Sólo un agua y diferentes caminos

Las aguas de precipitación, superficiales y subterráneas –y también las del mar– son un todo indivisible, siguiendo el principio universal de la unidad del agua y del ciclo hidrológico. Una vez sobre tierra firme, las aguas de precipitación se desglosan en tres partidas: a) las que se evapotranspiran y retornan de nuevo a la atmósfera; b) las que escurren por la superficie del terreno; y c) las que se infiltran. Al agua de estas dos últimas partidas la denominamos “luvia útil”, ya que realmente constituyen la fracción de precipitación que queda disponible para el hombre. El flujo natural que relaciona esos cuatro tipos de aguas (precipitación, evapotranspiración, escorrentía e infiltración) es lo que se conoce como ciclo hidrológico (hídrico o del agua).

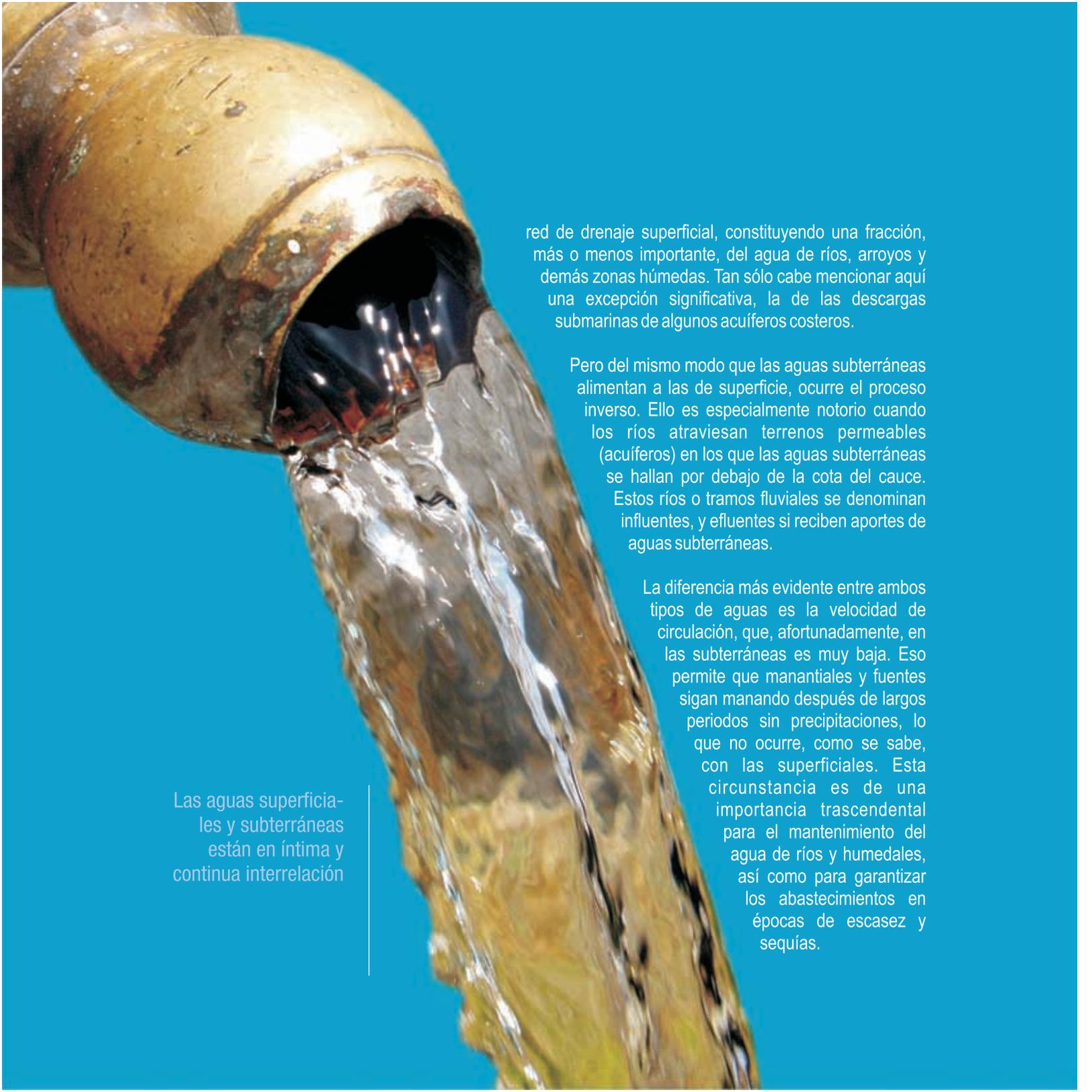


El ciclo hidrológico muestra la íntima relación que existe entre toda el agua de la tierra, que, a través de los procesos de evaporación y precipitación, está siempre en continua circulación. (L. Sánchez)

La relación entre las aguas superficiales (las que escurren) y las subterráneas (las que se infiltran) es muy estrecha. Así, las subterráneas terminan aflorando en su inmensa mayoría a la superficie por manantiales o bombeadas desde captaciones. En el primer caso, el agua naciente se incorpora a la

Las aguas de precipitación, superficiales y subterráneas forman parte del ciclo hídrico y cumplen el principio universal de la unidad del agua

Precipitación =
Evapotranspiración +
Escorrentía +
Infiltración +/-
(Variación de la reserva)



red de drenaje superficial, constituyendo una fracción, más o menos importante, del agua de ríos, arroyos y demás zonas húmedas. Tan sólo cabe mencionar aquí una excepción significativa, la de las descargas submarinas de algunos acuíferos costeros.

Pero del mismo modo que las aguas subterráneas alimentan a las de superficie, ocurre el proceso inverso. Ello es especialmente notorio cuando los ríos atraviesan terrenos permeables (acuíferos) en los que las aguas subterráneas se hallan por debajo de la cota del cauce. Estos ríos o tramos fluviales se denominan influentes, y efluentes si reciben aportes de aguas subterráneas.

La diferencia más evidente entre ambos tipos de aguas es la velocidad de circulación, que, afortunadamente, en las subterráneas es muy baja. Eso permite que manantiales y fuentes sigan manando después de largos periodos sin precipitaciones, lo que no ocurre, como se sabe, con las superficiales. Esta circunstancia es de una importancia trascendental para el mantenimiento del agua de ríos y humedales, así como para garantizar los abastecimientos en épocas de escasez y sequías.

Las aguas superficiales y subterráneas están en íntima y continua interrelación

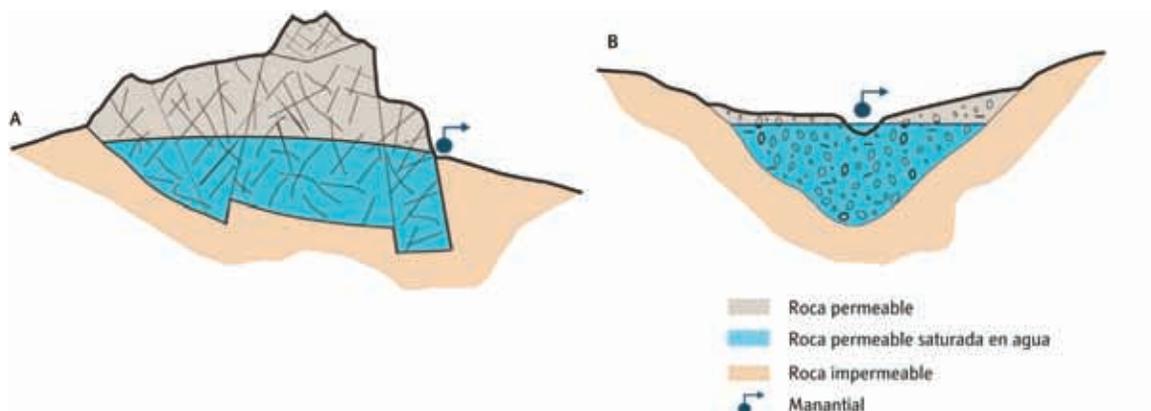
LOS MANANTIALES

Los rebosaderos de la tierra, todo un enigma

Los manantiales representan los rebosaderos del agua que circula por el interior de la tierra, constituyendo así la principal manifestación externa de las aguas subterráneas. La palabra manantial y sus variantes, como nacimiento, surgencia o rezume, hacen referencia al agua que mana, nace, surge o rezuma de la tierra. Desde antiguo, el insólito espectáculo del alumbramiento de aguas del interior de la tierra, unido a su intenso murmullo y proliferación de vida, fascinó a los hombres, que vieron en ello la manifestación de los dioses. También despertaron la curiosidad de pensadores y eruditos, que intentaban explicar el origen y significado de tan raras aguas que brotaban cuando no llovía.

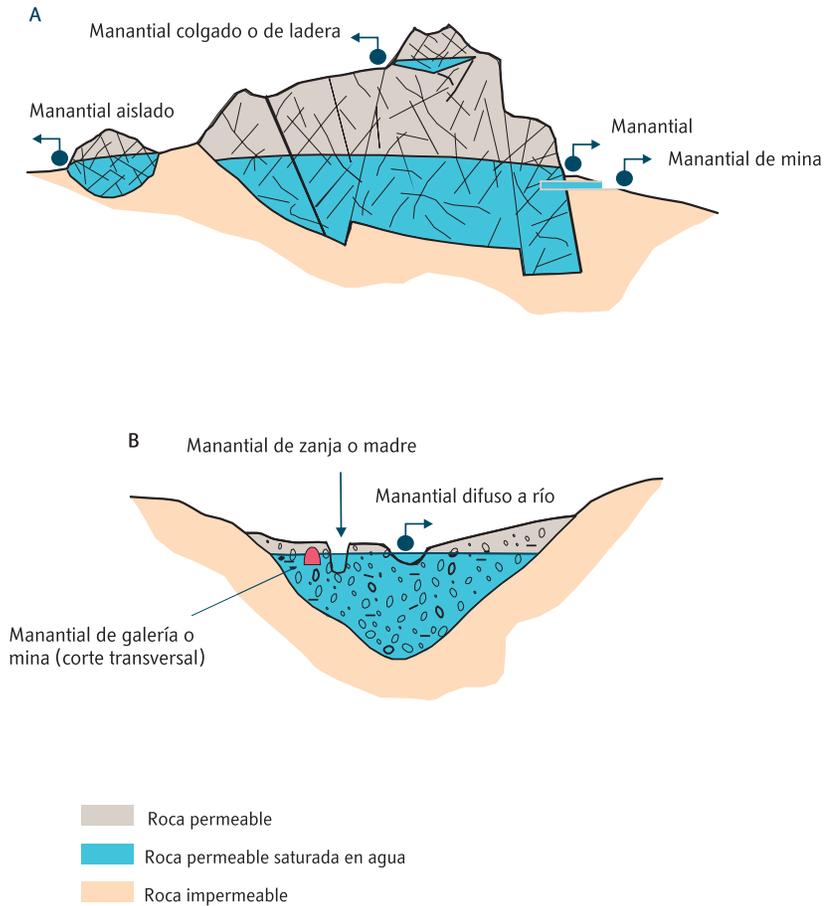
Una de las peculiaridades de los manantiales es su extraordinaria diversidad, fruto de la conjunción de multitud de variables, que los hacen únicos y diferentes a los demás. De su estudio puede obtenerse mucha información sobre el funcionamiento de las aguas subterráneas que los alimentan.

Los manantiales son los rebosaderos del agua que circula por el interior de la tierra. Constituyen la principal manifestación externa de las aguas subterráneas



Esquema idealizado de un embalse subterráneo kárstico (A) y de otro detrítico (B), con sus correspondientes aliviaderos (manantiales). (L. Sánchez)

MANANTIALES Y FUENTES DE ANDALUCÍA



Algunos tipos de manantiales:

- Por el tipo de material acuífero:
Kársticos, detríticos...
- Por su manifestación espacial:
Puntuales, difusos/visibles, ocultos
- Por el comportamiento de los caudales:
Permanentes, temporales y estacionales
- Por el tipo de aguas:
de baja mineralización, salinos...
fríos, termales...
- Por su grado de "naturalidad":
Naturales, acondicionados, de captación

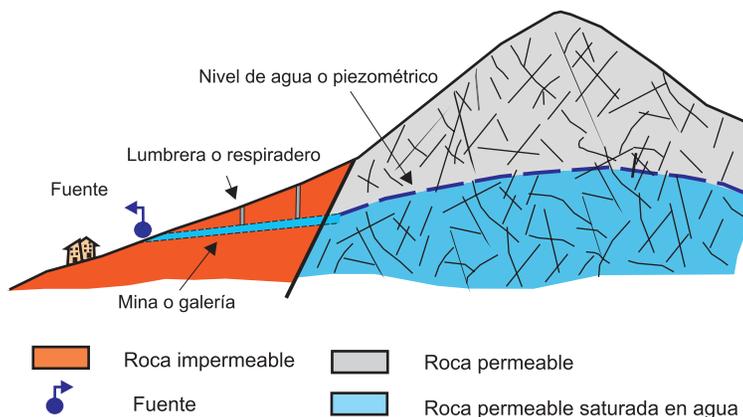
Algunos tipos de manantiales en acuíferos kársticos (A) y detríticos (B). (L. Sánchez)

Muchos nombres para una misma agua

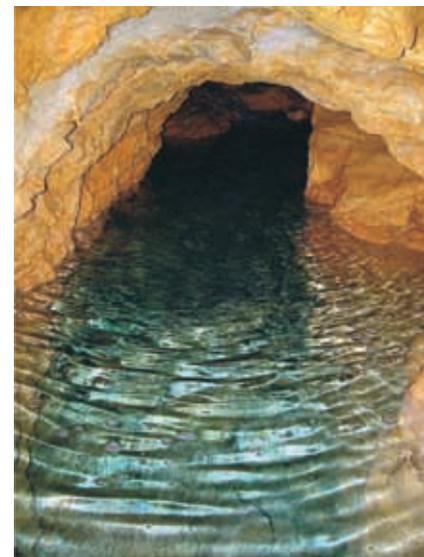
El término manantial adopta muchas variantes en su denominación, dependiendo del tipo de manifestación y de la zona geográfica. Muy habituales son las de nacimiento, naciente, surgencia, manantío, manadero, chortal, chancal, rezume, rezumadero, mina, cimbra, madre, alfaguara, vertiente, venero, ojo, noche, borreguil, trampal, y otras muchas.

Fuente es un término sumamente frecuente, que indica cierta actuación humana, bien sea para facilitar la toma de aguas del manantial con caños u obras de fábrica, o bien como adecentamiento para su uso de aguas conducidas desde un manantial a zonas más accesibles.

Pero también entrarían en la consideración de fuentes toda una serie de afloramientos de agua por gravedad a través de muy variados tipos de captaciones. Los más frecuentes son los de tipo minas o zanjas, realizados desde la más remota antigüedad en todo tipo de materiales y regiones. También entrarían en la consideración de fuentes los drenajes artificiales practicados en canteras y minas para facilitar las labores extractivas, los



Esquema de una captación muy frecuente que termina generando una fuente: la mina de agua o *qanat*.
(L. Sánchez)

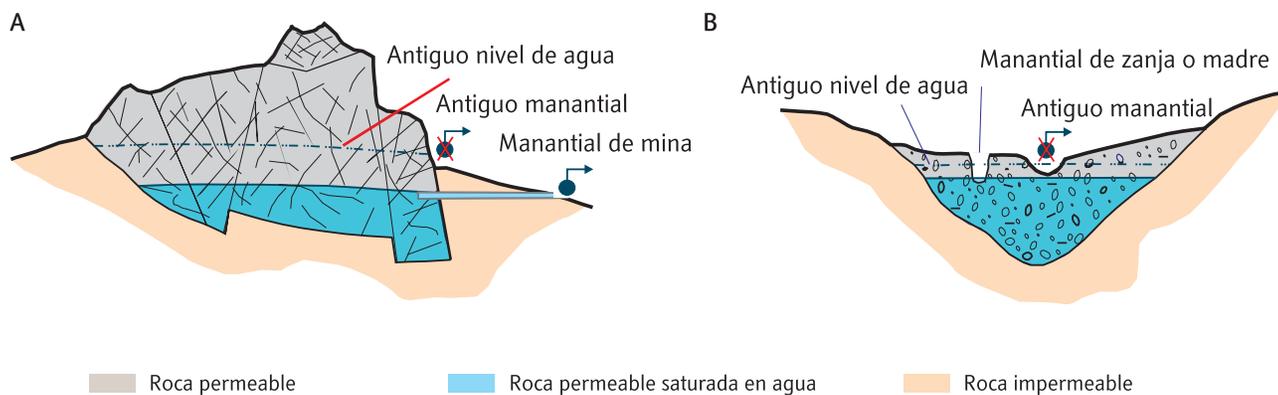


Galería o mina de agua, un tipo de captación muy abundante por toda la geografía andaluza, que termina generando realmente una fuente o un manantial antrópico. (C. Herrera).

Fuente es un término sumamente frecuente, que refleja cierta actuación humana sobre un manantial. Las urbanas son aquellas conectadas a la red domiciliaria

practicados para la desecación de zonas agrícolas encharcadas o los drenajes realizados en obras civiles para la estabilización de taludes y laderas.

No se deben confundir aquellas fuentes a partir de manantiales o de captaciones por gravedad con las conectadas a aljibes o a la red pública de abastecimiento, tan abundantes en nuestros pueblos y ciudades. En su aspecto externo apenas hay diferencias entre ellas; un criterio muy fiable para distinguir las es el de la rotulación sanitaria de las aguas; normalmente, cuando se alude a aguas no potables (por no estar cloradas) es casi seguro que se trata de aguas provenientes de manantiales o minas.



Afección por minas y zanjas a manantiales en acuíferos kársticos (A) y detritivos (B). (L. Sánchez)



Manantiales puntuales y difusos

Como se ha dejado entrever, la tipología de manantiales es muy abundante, y está relacionada, sobre todo, con la clase de terrenos (y de porosidades) por los que circula el agua. Pero hay otros muchos criterios para clasificar los manantiales.

En atención a la forma de manifestarse el agua sobre el terreno, los manantiales pueden clasificarse en puntuales y difusos. Los puntuales son los más bellos y genuinos, aunque no necesariamente los más importantes, ni abundantes. El agua sale al exterior por lugares muy concretos, para lo que suele aprovechar fracturas o conductos de disolución en rocas consolidadas. Ello ocurre, sobre todo, en la mayor parte de los acuíferos kársticos (porosidad por fracturación y disolución).

Por el contrario, los manantiales difusos pueden asimilarse realmente a un conjunto de salidas puntuales diseminadas en una extensión más o menos grande de terreno. Son las más frecuentes en los acuíferos detríticos (porosidad intergranular), aunque también se dan en materiales rocosos de media a baja permeabilidad densamente fracturados y en sus tramos de alteración superficial. A efectos prácticos, lo habitual es considerar a estas poli-surgencias como un único manantial, si bien en algunos casos complejos el comportamiento individual de las surgencias pone en evidencia distintos caminos seguidos por las aguas subterráneas.

Un tipo singular de manantial es el denominado oculto, en atención a que su afloramiento no es visible, normalmente por mezclarse con aguas superficiales (ríos y zonas húmedas). En cualquier caso, los manantiales de este tipo suelen ser de naturaleza difusa. Un caso particular es el de las surgencias submarinas.

Los manantiales pueden ser puntuales o difusos, según salga el agua al exterior en puntos localizados o en áreas más o menos extensas



Diferentes tipos de manantiales; arriba a la izquierda manantial puntual, a través de una fractura en un acuífero kárstico (Villanueva del Trabuco, Málaga). (A. Castillo); a la derecha manantial oculto a cauce fluvial (Angosturas del Guadiaro, Cortes de la Frontera, Málaga). (Universidad de Málaga); abajo manantiales difusos a través de tramos clásticos (Sierra Nevada, Granada). (A. Castillo)

Los manantiales pueden ser permanentes, temporales o efímeros según la estabilidad de sus caudales

Manantiales permanentes, temporales y efímeros

La variable temporal de la descarga del agua por manantiales es otro criterio de clasificación que ilustra muy bien sobre la naturaleza y el comportamiento hidrogeológico de éstos. Desde ese punto de vista, los manantiales pueden clasificarse en permanentes, temporales y efímeros.

Los más genuinos son los permanentes, aquellos que nunca pierden completamente el caudal, aunque éste sufra lógicamente variaciones. Normalmente están ligados a acuíferos extensos y/o de flujos lentos. También son propios de grandes superficies de materiales de media permeabilidad (acuitardos). En estos manantiales suele haber sensibles desfases en el tiempo entre las precipitaciones y las crecidas de caudal, debido a que el agua tarda bastante en recorrer el trayecto que separa las áreas de alimentación de las de descarga.

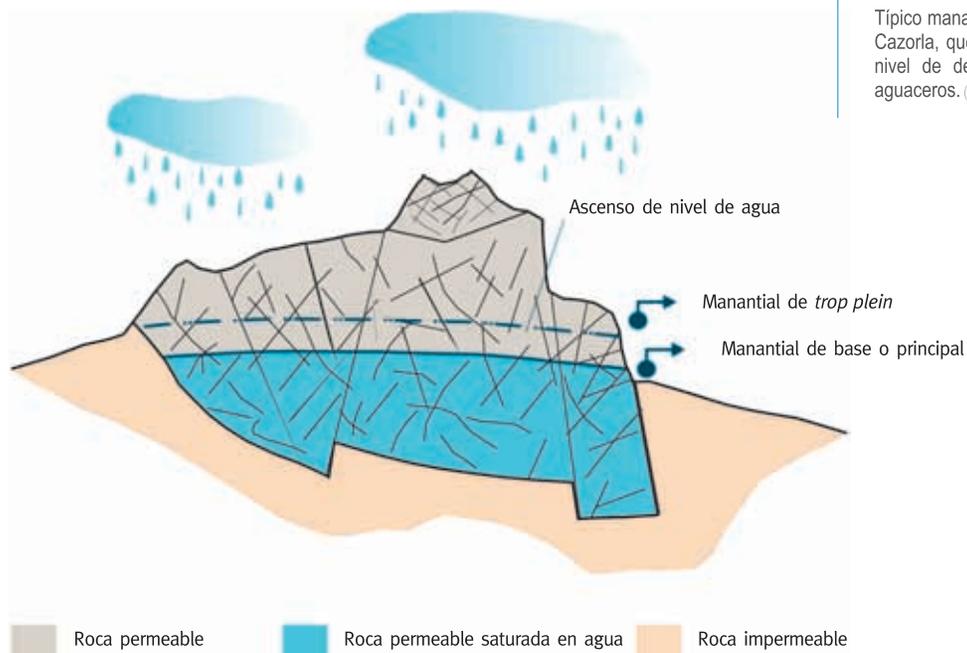
Los manantiales temporales son aquellos que llegan a agotarse completamente después de largos periodos sin precipitaciones. Este hecho se debe a que el nivel de agua queda por debajo de la cota de aliviadero, correspondiendo, en casos excepcionales, con el vaciado total del embalse subterráneo. Esto último es típico de los acuíferos colgados o de ladera.

Por fin, los manantiales efímeros (o estacionales) son aquellos que sólo funcionan como tales durante un cierto tiempo después de periodos de precipitación. En la mayoría de las ocasiones se trata de manantiales asociados a acuíferos de muy pequeña entidad o extensión, o a rezumes de materiales de baja permeabilidad o de capas superficiales del terreno.

Un tipo singular de manantial efímero es el denominado *trop plein* (“demasiado lleno”), asociado a sistemas kársticos, en los que un ascenso del nivel de agua por precipitaciones intensas llega a habilitar durante horas, días o semanas conductos inactivos situados a mayor cota que el del manantial principal con el fin de dar salida a toda el agua circulante por la roca.



Típico manantial efímero de *trop plein* en la sierra de Cazorla, que ha “roto” o “reventado” por encima del nivel de descarga habitual, después de intensos aguaceros. (F. J. Rodríguez)



Esquema de un manantial kárstico de base y de otro de *trop plein*, activo tras intensos aguaceros. (L. Sánchez)

En la naturaleza no existen dos aguas iguales. Tampoco son habitualmente incoloras, inodoras e insípidas, cualidades que sólo tiene el agua pura o destilada



Las aguas de manantial poseen un rango muy amplio de salinidades: arriba manantial de aguas de bajísima mineralización o hiposalinas del Lagunillo Misterioso en Sierra Nevada (Dílar, Granada). (A. Castillo) ; abajo manantial de aguas salmueras o hipersalinas en el arroyo Vaquillero (Baena, Córdoba). (B. Andreo)



Manantiales dulces, salados, fríos, calientes...

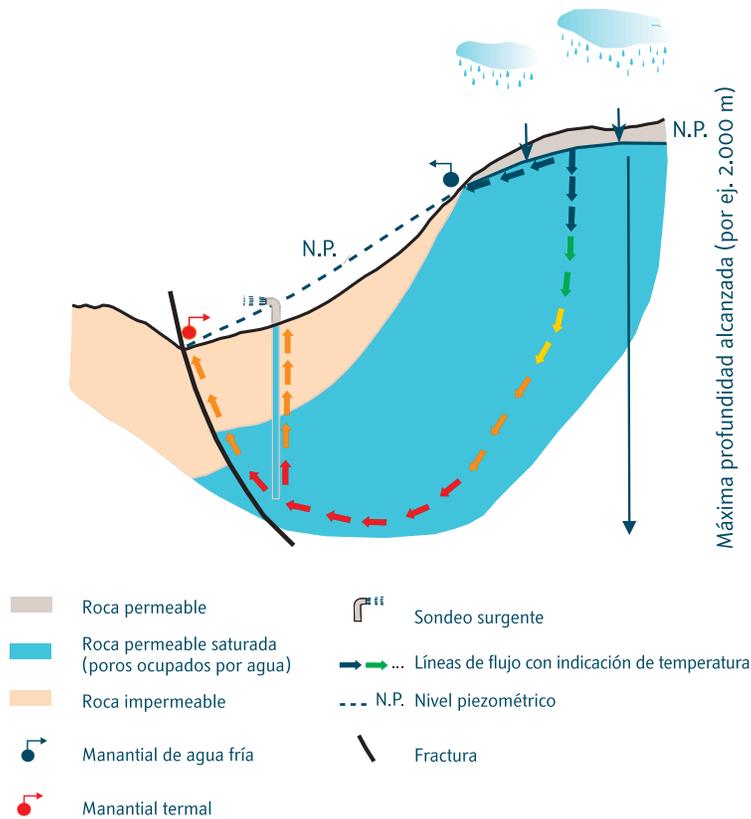
La calidad de las aguas de manantial también presenta una enorme diversidad, utilizada muy habitualmente para establecer otras clasificaciones. A este respecto, puede decirse que no existen en la naturaleza dos aguas exactamente iguales, y ello es la base de la hidrogeoquímica, utilizada para diferenciar y conocer el comportamiento de las aguas subterráneas.

La salinidad y la temperatura son las dos variables más conocidas, asequibles y usualmente utilizadas para hacer elementales diferenciaciones y clasificaciones. Como se sabe, la salinidad (conjunto de sales disueltas en el agua) responde al poder de disolución de las aguas al atravesar diferentes tipos de materiales. En la naturaleza existe todo un amplio abanico de aguas de diferente salinidad, desde las de mineralización débil, casi destiladas, de los manantiales de alta montaña, hasta las salmueras de las surgencias de salinas, donde las concentraciones pueden superar hasta en 10 veces a las del agua de mar.

Por lo que respecta a la temperatura, las aguas de manantial tienen la peculiaridad de mantener un valor característico y constante a lo largo del año, pese a que la creencia popular dictamina con rotundidad que son “frías en invierno y cálidas en verano”, lo que no responde más que a la diferente percepción del cuerpo en comparación con la temperatura ambiente reinante en cada momento.

La situación más común es que las aguas subterráneas de una cierta región tengan una temperatura similar a la media atmosférica anual de la zona. No obstante, en la naturaleza se dan todas las casuísticas posibles. Seguramente, el caso más llamativo es el de las aguas calientes o termales, en las que la temperatura es, al menos, 4 °C superior a la media ambiente de la zona. Normalmente responden al rápido ascenso de aguas que, por gradiente geotérmico (aumento de la temperatura con la profundidad, que viene a ser de 3 °C por cada 100 m) conservan aún una temperatura relativamente elevada.

Pero hay otras muchas características físicas y químicas del agua que las hacen peculiares. La presencia de gases disueltos como el anhídrido carbónico, de sabor picante, o el sulfhídrico, que da olor a huevos podridos, o la existencia de hierro, que da coloraciones anaranjadas o rojas y sabores agrios o amargos. Toda una infinidad de sabores, olores y colores, aunque en teoría nos hayan enseñado que el agua es incolora, inodora e insípida.



Esquema explicativo de la emersión de flujos profundos que dan lugar a manantiales termales.

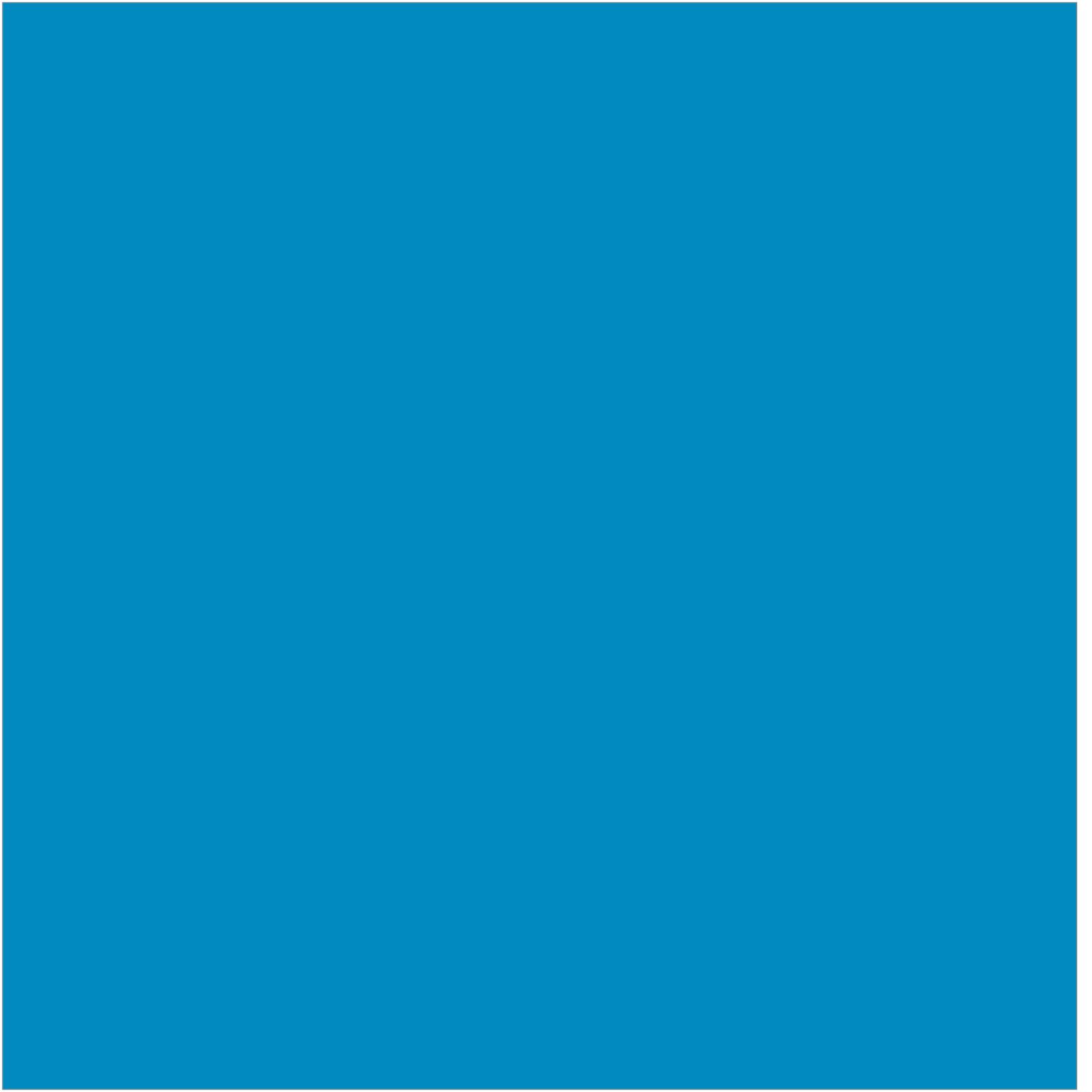


Aguas termales de Zújar (Granada). (A. Navarro)



Diferentes tipos de aguas de manantial: arriba,, por olor, Fuente Hedionda (Casares, Málaga). (A. Castillo); abajo, por color, agua ferruginosa (Mecina Fondales, Granada). (E. López)





02

EL VALOR DE MANANTIALES Y FUENTES

La inmensa mayoría de cauces fluviales y zonas húmedas se alimentan, en mayor o menor proporción, de aguas subterráneas

MANANTIALES: FUENTES DE VIDA Y DE PAISAJES

Aguas vivificadoras para la naturaleza

Los manantiales representan ante todo un aporte de agua vivificadora para la naturaleza. La inmensa mayoría de los cauces fluviales y zonas húmedas se alimentan, en mayor o menor medida, de aguas subterráneas, proporción que llega al 100% durante estiajes y sequías. Muy evidentes son los nacimientos de cabecera de nuestros ríos de montaña, pero no menos importantes son las salidas difusas, muchas de ellas ocultas, a terrazas aluviales, lechos de cauces y áreas húmedas, que siguen nutriendo a las masas de aguas continentales hasta sus desembocaduras en el mar. Y, en cualquier caso, la emersión de aguas desde manantiales aislados, por modestos que sean, constituyen siempre oasis de vida, especialmente valiosos en zonas áridas y desérticas.

A estos oasis, islas o regueros de humedad, que pintan de verde nuestros campos, se han ligado siempre comunidades vegetales y animales especialmente adaptadas al medio. Muy perceptibles son esos contrastes en zonas cerealistas y de campiña, donde la vegetación hidrófila tacha el paisaje o serpentea entre vastas extensiones pardas y amarillentas.



Algunas especies que viven en aguas puras de manantiales: a la izquierda, cangrejo de río autóctono (*Austropotamobius pallipes*); en el centro, trucha común (*Salmo trutta*); a la derecha tritón ibérico (*Lissotriton boscai*). (Consejería de Medio Ambiente, Junta de Andalucía; J. M. Soriano y J. Andrada)

Aguas de biodiversidad

El aislamiento y distancia entre manantiales ha propiciado siempre procesos de diferenciación de especies, lo que ha sido un factor determinante de biodiversidad, con la aparición de especies singulares y raras, e incluso de endemismos en estos hábitats.

Estas zonas húmedas, repartidas por todos los ambientes geográficos y climáticos, ofrecen un sustento vital para la fauna, no sólo como imprescindibles bebederos, sino también como áreas de alimentación, refugio, descanso y cría, favoreciendo las migraciones continentales de aves y, en general, los flujos locales de fauna, que utiliza las riberas, setos y perdidos adosados a ríos y arroyos como auténticos corredores verdes de enlace entre otras zonas arboladas y sierras próximas.

En definitiva, los paisajes del agua, muchos naturales y otros modelados por la mano del hombre, han enriquecido extraordinariamente la diversidad física de hábitats.

Aguas de geodiversidad

Las aguas de infiltración y subterráneas, en su faceta de agentes erosivos sobre la superficie y el interior de la tierra, han labrado bellos y característicos paisajes. Del mismo modo, los depósitos cristalinos de las aguas subterráneas, tanto en el interior de la tierra (espeleotemas) como en su salida al exterior (depósitos de travertinos, salinas, etc.) adornan, diversifican y realzan estas morfologías. Por fin, las manifestaciones de agua, bien sea a través de manantiales, nacimientos a ríos, lagunas o marismas, son otros elementos característicos de nuestros paisajes.



Vegetación de ribera del río Segura, aguas abajo de los nacimientos de Fuente Segura, Molino de Loreto y otros, en la sierra de Segura (Jaén). (A. Iruela)



Panorámica del polje de los llanos del Pozuelo, con la sierra de Líbar a la izquierda (Málaga). (F. Candela)

El agua que mana es
vida, vida para la
naturaleza, pero
también para el
hombre



Pilar abrevadero en las inmediaciones de Benaocaz (Cádiz), junto a una calzada romana. (J. Andrada)

MANANTIALES: FUENTES DE RIQUEZA Y CULTURA

Aguas que manan: promesa de fecundidad para el hombre

Con ser importante (vital) el papel medioambiental de manantiales y fuentes, su vertiente como patrimonio socio-económico y cultural está más próxima a los sentimientos y vivencias del hombre. No en vano el murmullo del agua naciente es una dulce melodía que permanece indeleble en lo más profundo de nuestra herencia genética. Y ese agradable murmullo es especialmente apreciado por las poblaciones mediterráneas, acostumbradas a largos y tórridos veranos e inclementes sequías. Así pues, la presencia de agua ha sido siempre una promesa de fecundidad. El agua que mana es vida, vida para la naturaleza, pero también para el hombre.

El agua de boca (para saciar la sed) fue posiblemente el primer interés que movió al hombre a la búsqueda de los mejores manantiales. Cerca de ellos se consolidaron a lo largo de la historia pequeños y grandes asentamientos temporales o estables, que encontraban en ellos (y en sus cuevas y abrigos muchas veces asociados) refugio, alivio térmico, buenas zonas de caza y pesca, y su más segura y pura fuente de suministro.

Posteriormente, con el dominio de la ingeniería hidráulica el hombre aprendió a domesticar las aguas. Éstas se condujeron a largas distancias para irrigar fértiles campos o para abastecer a enclaves más idóneos para los asentamientos humanos. Surgieron así multitud de fuentes a la orilla de caminos y veredas, y en los núcleos urbanos. Las aguas de manantiales y fuentes fueron modificando la fisonomía de amplios territorios, lejos de los nacimientos.

El diseño y puesta en funcionamiento de espacios de regadío permitió reorganizar el territorio, ampliando la capacidad de acogida de pobladores. Como herencia de ello, los manantiales pintaban con trazos precisos la esencia de los paisajes humanizados. Hortales, huertas, laderas abancala-

das, albercas y acequias se dibujan en nuestra tierra como señal de conquista y apropiación de un espacio antaño hosco y salvaje. Y el manantial era el principio de la lógica hidráulica: aguas abajo el huerto y la vega, y hacia arriba el secano y el monte, siguiendo la inexorable ley de la gravedad; y, en medio, la cortijada o la aldea, el asentamiento que en definitiva vivía del manantial.

Y gracias a la fuerza del agua, adquirida en caudal y desnivel, se pudo mover toda una serie de ingenios, entre ellos los molinos de harina y de aceite, pero también fábricas de luz, ferrerías, batanes, etc., tan necesarios para la supervivencia del hombre hasta épocas relativamente recientes. Estos molinos jalonaron todas las riberas de nuestros manantiales y ríos más caudalosos, propiciando y manteniendo un tránsito comercial y de intercambio muy intenso a través de esas peculiares sendas del agua. Muchas fortunas e historias que modificaron el devenir de nuestros pueblos se forjaron al amparo de estos molinos, que atesoran así un fuerte carácter etnográfico. Hoy día constituyen, además, un valioso patrimonio hidráulico que también es necesario catalogar y proteger.



Cogiendo agua para la casa en Fuente Vieja, Moclín (Granada), en una imagen de las primeras décadas del siglo XX del *Portfolio fotográfico de España* (Consejería de Medio Ambiente, Junta de Andalucía)



La fuente, o el pozo, siempre fue imprescindible para la vida de cortijadas y otros asentamientos humanos. (C. Herrera)





Virgen de la Salud en la fuente del mismo nombre, en Priego de Córdoba. (M. Peláez)

Satisfechas las necesidades básicas de “bebida y comida”, el agua adquirió un alto valor simbólico y espiritual



La fuente de Reding, óleo sobre lienzo de Guillermo Gómez Gil, hacia 1848. (Colección Carmen Thyssen-Bornemisza en depósito en el museo Thyssen-Bornemisza, Madrid)

Aguas que manan: alimento también para el alma

Y una vez satisfechas las necesidades básicas de “bebida y comida”, las aguas adquirieron también un valor simbólico, hoy muy difícilmente imaginable. En nuestras antiguas creencias, los manantiales estuvieron bajo la protección de ninfas y deidades femeninas. En el cristianismo es la Virgen la figura central de la vida religiosa y, por ende, de muchas fuentes. No en vano, en el catolicismo popular el papel del agua viva fue importantísimo, como lo atestiguan las costumbres que aún perviven en nuestros pueblos y ciudades. Algunas fuentes gozaron además de particular prestigio por sus aguas saludables e, incluso, sanadoras, con abundantes topónimos que las señalan como tales.

Con el paso del tiempo, la fuente fue atesorando progresivamente un fuerte legado social y cultural (etnográfico). Las funciones domésticas, agrícolas y ganaderas habían convertido a manantiales y fuentes en perfectos lugares de sociabilidad, especialmente femenina, lo que marcó profundamente la identidad cultural de nuestros pueblos. La fuente era el lugar adonde acudían las gentes a recoger el agua para sus casas y a hacer la colada, pero también a refrescarse después de las labores del campo, a dar de beber al ganado, a manipular los sistemas de riego, a echar el socorrido pitillo y, en definitiva, a establecer tertulias, incluidos secretos romances al caer la tarde al arrullo de las aguas. Así, se entiende que fuentes, abrevaderos y lavaderos se convirtieran en puntos de sociabilidad de primer orden, al mismo nivel que después lo serían la plaza mayor o el mercado.

Elo fue posiblemente el germen de la necesidad de organización del espacio urbano alrededor de fuentes y del ornato cívico de éstas. Muchas atrajeron hacia ellas el crecimiento de la ciudad, revistiéndose de una importancia monumental y conmemorativa que nunca antes habían tenido, casi al nivel de la iglesia o la casa consistorial. En esa dinámica, la fuente era a menudo englobada en el casco urbano hasta formar plazas o espacios más o menos amplios de disfrute popular. Las fuentes se convirtieron así en elementos urbanos de primer orden, a cuyo alrededor se celebraban fiestas, encuentros, juegos y otras tradiciones locales que fueron tejiendo un entramado cultural diferenciado, que forjó la identidad de muchos pueblos.

Y en las fuentes del extrarradio, alejadas del bullicio y rodeadas de bucólicos y serenos paisajes, el plácido murmullo de las aguas nacientes siempre hizo aflorar la paz interior y la introspección del hombre, que dio salida a sus sentimientos más íntimos a través de la poesía y la pintura. Una y otra vez se repiten las figuras poéticas del caño y la fuente, o los reflejos del agua en la pintura.

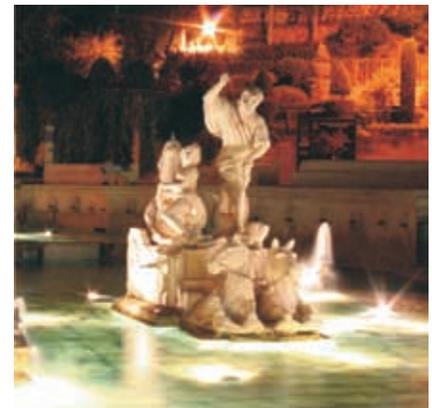


Fuente de Santa María de Baeza (Jaén), junto a la iglesia catedral y al palacio de Jabalquinto, una encrucijada de sobrecogedora monumentalidad. (J. Morón)

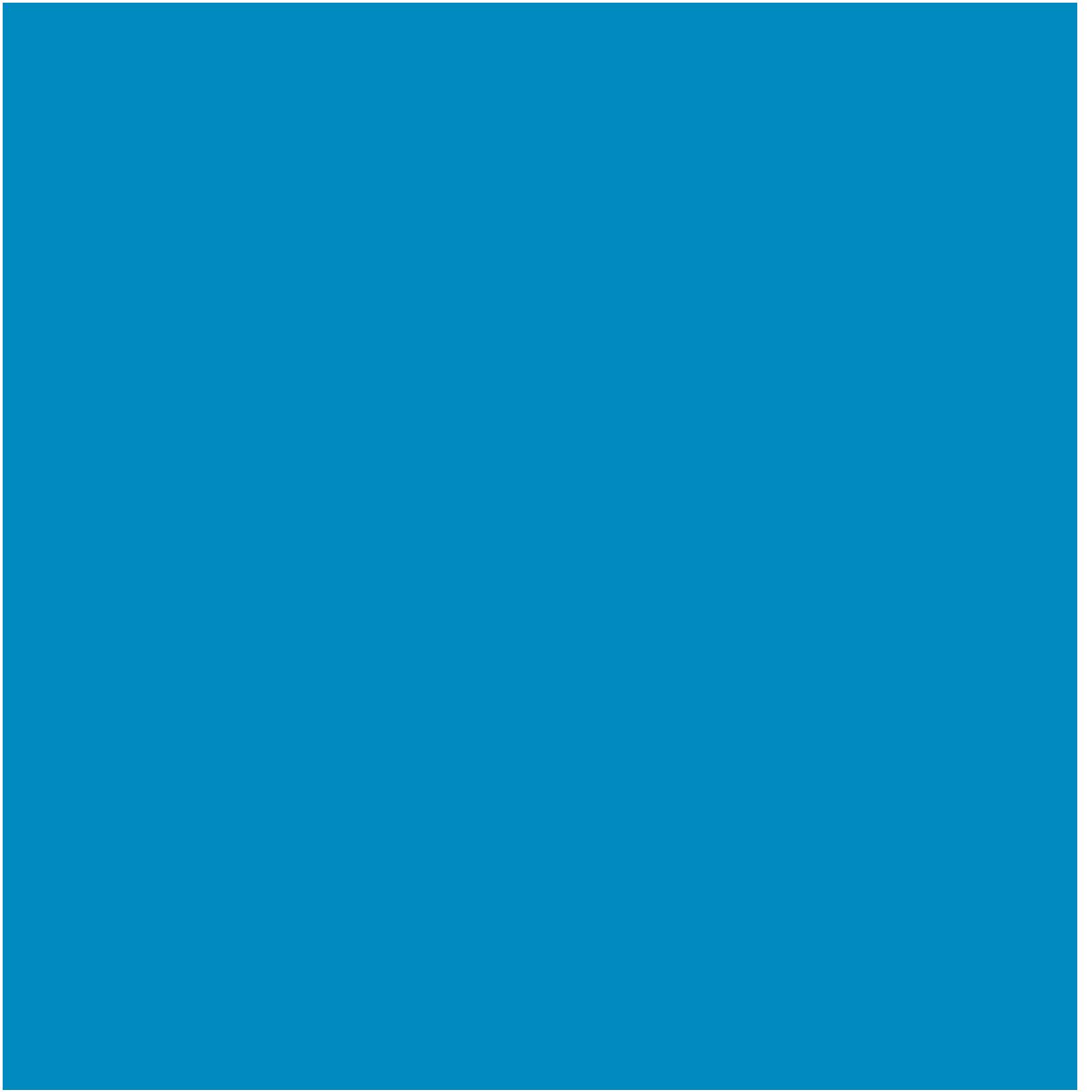


Mujeres lavando en un caz procedente de una fuente próxima, en Posadas (Córdoba), a principios del siglo XX. (Biblioteca de Andalucía, Granada)

Fuentes, abrevaderos y lavaderos se convirtieron en extraordinarios puntos de sociabilidad. Las fuentes llegaron a ser elementos urbanos de primer orden, forjando la identidad de muchos pueblos



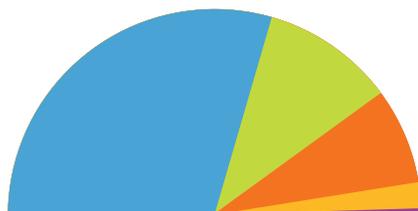
Fuente del Rey de Priego de Córdoba, declarada Bien de Interés Cultural. (M. Peláez)



03

LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS Y LOS MANANTIALES DE ANDALUCÍA

La entidad natural del agua es la cuenca hidrográfica; en Andalucía la más extensa es la del Guadalquivir



Reparto territorial de las diferentes cuencas hidrográficas de Andalucía.



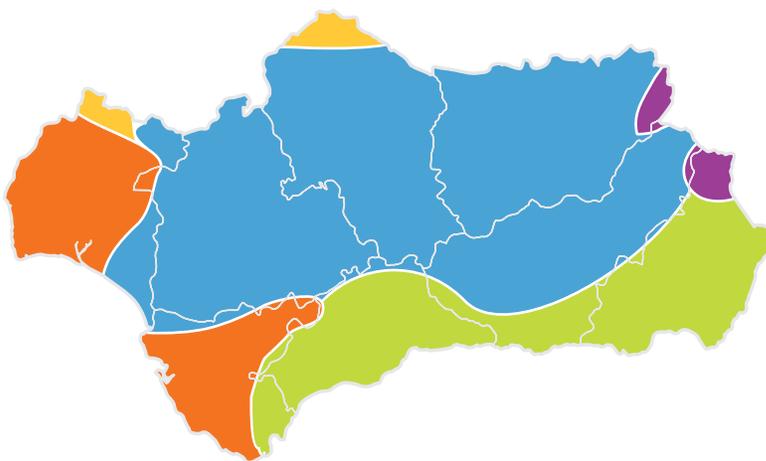
Reparto territorial de los materiales de baja-media y alta permeabilidad (acuíferos kársticos y detríticos) de Andalucía.

AGUAS SUBTERRÁNEAS Y MANANTIALES DE ANDALUCÍA

Algunas cifras: superficies, recursos, reservas y explotación

La entidad natural del agua es la cuenca hidrográfica; y ello sin perjuicio de los pequeños trasvases naturales de cuencas que pueden producirse desde las aguas subterráneas.

Andalucía reparte sus aguas entre varias cuencas hidrográficas, y muy especialmente en la del Guadalquivir, que se extiende por el 59% de su territorio. Le siguen la Mediterránea Andaluza (21%), la Atlántica Andaluza (15%), la del Guadiana (4%) y la del Segura (1%).



Cuenca del Guadalquivir
Cuenca Mediterránea Andaluza
Cuenca Atlántica Andaluza
Cuenca del Guadiana
Cuenca del Segura

Cuencas hidrográficas de Andalucía.

La superficie permeable de Andalucía es de 21.000 km² (la cuarta parte de su territorio), de los que 14.500 km² corresponden a materiales detríticos del relleno de depresiones, constituidos, sobre todo, por gravas, arenas y areniscas calcáreas, mientras que el resto, unos 6.500 km², son afloramientos kársticos (carbonatados y evaporíticos).

Las aportaciones anuales de estos acuíferos –en su mayoría a partir de la precipitación– es lo que se conoce como recursos. Las últimas estimaciones los sitúan en algo más de 3.800 hm³, lo que equivaldría a un río subterráneo imaginario y permanente de más de 120.000 litros por segundo. Pese a las diferencias en extensión de acuíferos detríticos y carbonatados, la mayor precipitación recibida por estos últimos hace que los recursos se repartan casi al 50% entre ambos tipos.

De esos recursos, cerca de 2.100 hm³ proceden de acuíferos interiores, en las cuencas del Guadalquivir, Guadiana y Segura, y los restantes 1.700 hm³ de acuíferos litorales, en las cuencas Mediterránea y Atlántica Andaluza. Por ámbitos hidrogeológicos, los acuíferos de las Cordilleras Béticas (incluidas sus depresiones postorogénicas) atesoran la mayor parte de los recursos subterráneos, del orden de 2.800 hm³ (74%); le siguen los acuíferos de la depresión del Guadalquivir, con 900 hm³ (24%) y, a título casi testimonial, los de Sierra Morena, con 60 hm³ (2%).



Las aguas subterráneas constituyen un valioso recurso para el abastecimiento de muchas poblaciones andaluzas. Manantial del Tempul, antiguo suministro de Gades –la Cádiz romana– y ahora de Jerez de la Frontera. (A. Castillo)

La superficie permeable de Andalucía es de 21.000 km², la cuarta parte de su territorio. De ellos 14.500 km² corresponden a acuíferos detríticos y 6.500 km² a acuíferos kársticos

Los recursos de aguas subterráneas de Andalucía son de 3.800 hm³/año, lo que equivaldría a un río subterráneo imaginario y permanente de más de 120.000 litros por segundo

El 45% de la población andaluza y el 75% de sus municipios se abastecen con aguas subterráneas. Un 25 % del regadío tiene la misma procedencia

La capacidad de los embalses subterráneos es muy superior a los de superficie

Pero a esas estimaciones oficiales habría que añadir los recursos, dispersos y mal conocidos, que circulan por materiales de baja-media permeabilidad, que se extienden por las 3/4 partes del territorio andaluz.

Las salidas por manantiales y ríos son de aproximadamente de 2.450 hm³/año. Los volúmenes de explotación son más difíciles de cuantificar, debido sobre todo a la complejidad que entraña el control de pozos y sondeos. Los últimos cálculos señalan que son del orden de 1.350 hm³/año. De esa cantidad, 300 hm³ se utilizan en el abastecimiento de una población de aproximadamente 3,5 millones de habitantes, repartida en casi 600 municipios (y más de 1.000 núcleos urbanos). Ello viene a representar el 45% de la población andaluza abastecida y el 75% de sus municipios. El resto de las aguas subterráneas se aplican al riego de más de 200.000 hectáreas –en continuo crecimiento, sobre todo, en el olivar, por la apertura de nuevos sondeos–, el 25% de los recursos empleados en el regadío de Andalucía.

Pero con ser importantes los recursos y las demandas satisfechas, el principal potencial de las aguas subterráneas lo constituyen sus voluminosas reservas. Su sabia utilización en periodos de sequía para abastecimiento urbano y regadíos de emergencia supone una inestimable garantía de suministro. Se calcula que las reservas de agua almacenadas sólo en los primeros 50 metros de espesor saturado de los acuíferos andaluces es de 100.000 hm³, unas diez veces más que la capacidad máxima de los embalses de superficie construidos hasta la fecha.



Balance hídrico de las aguas subterráneas en Andalucía. (con datos del año 2000) IGME

Grandes dominios hidrogeológicos de Andalucía

Andalucía es una región con una gran geodiversidad, ligada a la presencia de rocas muy diferentes y de todos los periodos geológicos, desde el Precámbrico –hace más de 550 millones de años– hasta la actualidad. Esa riqueza se manifiesta en una gran diversidad de paisajes, relacionados con rocas sedimentarias, ígneas y metamórficas afectadas a su vez por muy diferentes grados de deformación y plegamiento, desde los sedimentos horizontales más modernos hasta los materiales fuertemente plegados y fallados del Macizo Ibérico (Sierra Morena) y de las Cordilleras Béticas.

A grandes rasgos, Andalucía se puede dividir en tres grandes dominios hidrogeológicos, que son, en orden de importancia, el de las Cordilleras Béticas (incluidas sus depresiones postorogénicas), la depresión del Guadalquivir y Sierra Morena. La diferenciación litológica, y también estructural, de estos ámbitos es muy notable, y consecuentemente el comportamiento hidrogeológico de sus materiales, con un genuino reparto, naturaleza y tipo de manantiales asociados.

Andalucía se divide en tres grandes dominios hidrogeológicos: las Cordilleras Béticas, la depresión del Guadalquivir y Sierra Morena



Los grandes dominios hidrogeológicos de Andalucía: Cordilleras Béticas, depresión del Guadalquivir y Sierra Morena

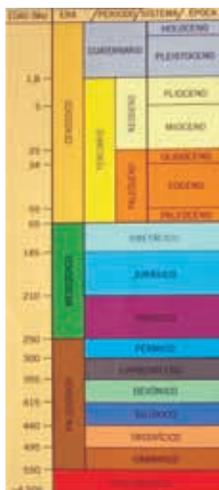
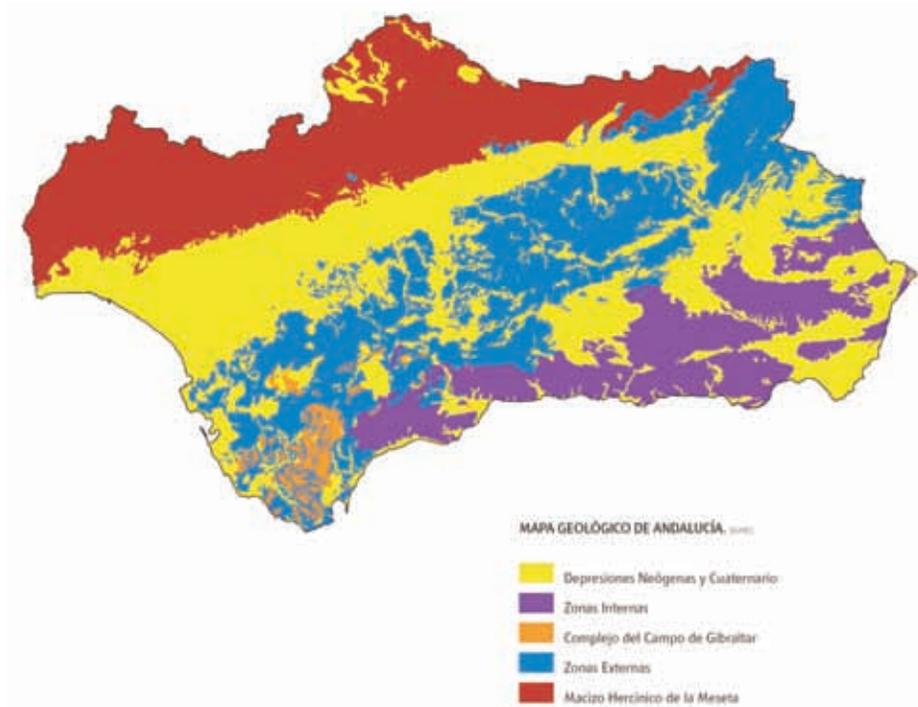


Tabla de tiempos geológicos. En los mapas y descripciones geológicas es muy frecuente referirse a eras (Precámbrico, Paleozoico, Mesozoico y Cenozoico), periodos y épocas (Triásico, Jurásico, Cretácico, etc.) de rocas, sedimentos y eventos.

(Tomada de TECNIA)

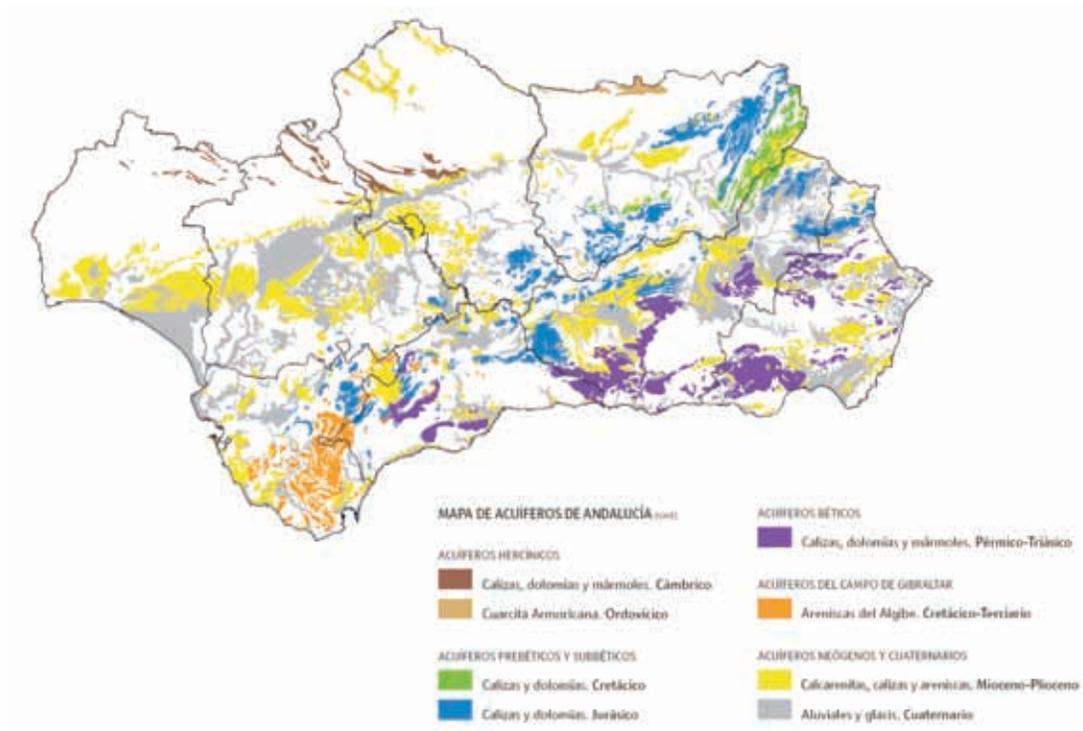
En las Cordilleras Béticas, los materiales permeables corresponden a carbonatos preorogénicos (calizas, dolomías y mármoles) del Triásico (Complejo Alpujárride), Jurásico (Subbético) y Cretácico (Prebético). También son dignos de considerar los afloramientos evaporíticos (yeso y sal gema) del Triás y del Mioceno, sobre todo. Entre los materiales postorogénicos destacan las calcarenitas del Mioceno-Plioceno y los niveles de gravas, arenas y limos del Neógeno-Cuaternario.

En la depresión del Guadalquivir los materiales postorogénicos permeables más abundantes corresponden a tramos de calcarenitas del Mioceno-Plioceno y a gravas, arenas y limos cuaternarios, en buena parte de origen aluvial.



Sierra Morena presenta muy pocos afloramientos permeables. Entre ellos cabe señalar los tramos carbonatados del Cámbrico y los niveles cuarcíticos del Ordovícico.

En todos los dominios citados son especialmente abundantes los materiales de moderada a baja permeabilidad (margas, margocalizas, arcillas, esquistos, granitos, etc.), que ocupan en su conjunto las 3/4 partes del territorio. Aunque no están considerados a efectos formales como acuíferos, en ellos existe un cierto flujo subterráneo, con presencia de manantiales.



Los manantiales más
caudalosos de
Andalucía se localizan
en las sierras kársti-
cas de las Cordilleras
Béticas

Andalucía es rica en manan-
tiales termales y balnearios
por ser una región tectónica-
mente muy activa

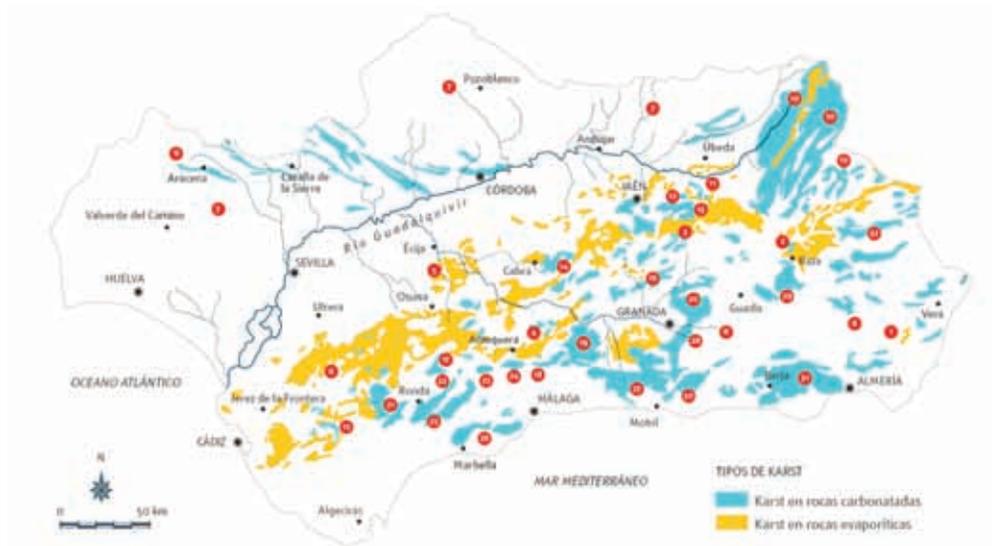
Materiales kársticos, grandes manantiales y aguas termales

Los territorios donde se localizan los manantiales más caudalosos y espectaculares son los de las sierras carbonatadas, en los que la recarga pluviométrica es alta y la explotación por bombeo baja. Estas sierras se localizan casi exclusivamente en las Cordilleras Béticas –y muy especialmente en el Alto Guadalquivir–, con la excepción de algunos afloramientos testimoniales en Sierra Morena. En estas elevaciones carbonatadas, la karstificación (procesos de fracturación y disolución de estas rocas) es responsable de una alta permeabilidad, configurando unos paisajes muy singulares y característicos. Dentro del karst, también es necesario aludir a los materiales evaporíticos (yeso y sal gema) sumamente abundantes en las Cordilleras Béticas. Si bien la extensión es notable, la menor karstificación y permeabilidad de estos materiales hace que sus recursos sean sólo moderados, dando lugar además a manantiales hipersalinos.

La localización territorial de estos materiales kársticos coincide lógicamente con la de los manantiales más caudalosos. Éstos se concentran alrededor de grandes sierras, como las de Cazorla-Segura, Mágina, Gorda de Loja, Almjara-Tejeda, Las Nieves o Grazalema.

Muy significativos también son los manantiales termales de Andalucía, abundantes por tratarse de una región muy activa tectónicamente, con numerosos accidentes y grandes fracturas por las que el agua caliente profunda alcanza la superficie del terreno. Casi todos los de mayor temperatura (entre 30 y 58 °C) se encuentran alineados en el borde meridional de las depresiones intramontañosas de Granada y Guadix-Baza (Alhama de Granada, Sierra Elvira, Santa Fe, la Malahá, Graena, Alicún y Zújar, entre otros).

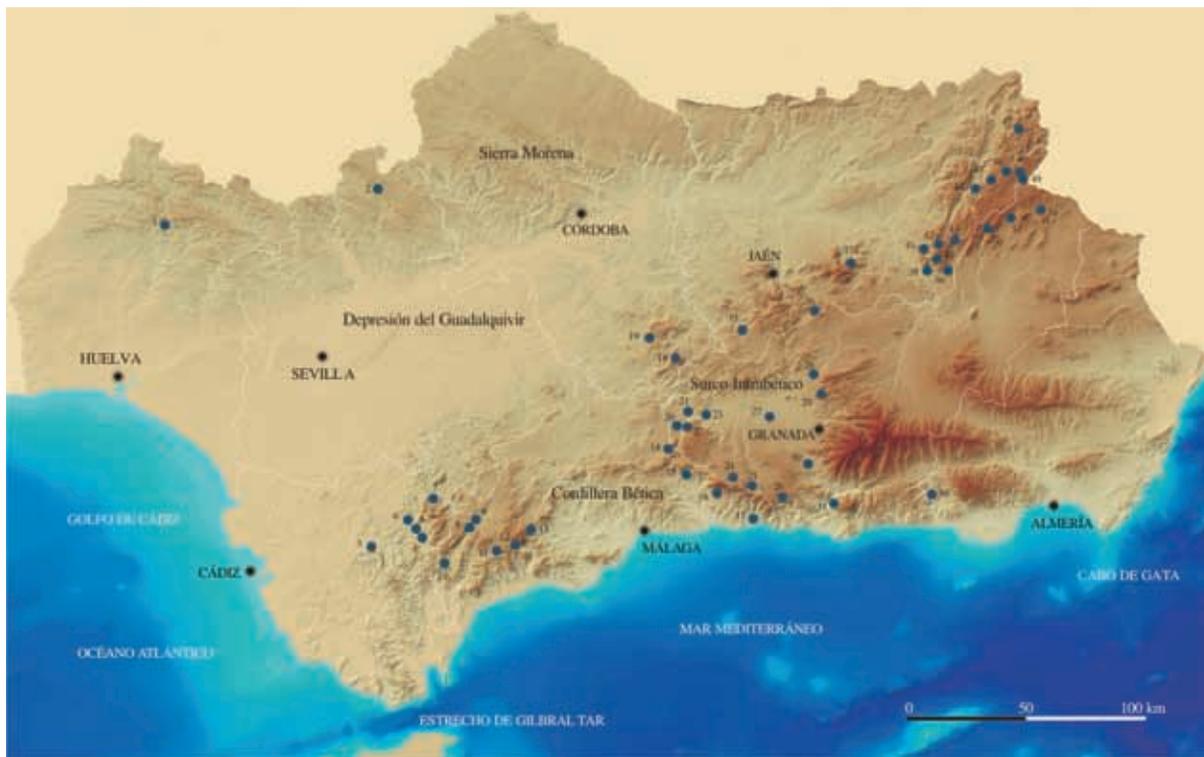
En muchos de estos manantiales de aguas calientes se levantaron edificios balnearios, algunos desde época romana, de los que apenas una docena se mantienen activos en la actualidad.



Mapa del karst de Andalucía (afloramientos carbonatados y evaporíticos), con la identificación de las principales localizaciones que se citan en este capítulo. (IGME)

- | | | |
|--|---------------------------------------|---|
| 1. Karst yesífero de Sorbas-Tabernas | 12. Pegalajar | 23. Sierra del Valle de Abdalajís |
| 2. Depresión de Baza | 13. Sierra Mágina | 24. Torcal de Antequera |
| 3. Sector de Cambil-Huelma | 14. P. N. Sierras Subbéticas | 25. Sierra de las Nieves |
| 4. Sector de Antequera-Archidona | 15. Sierra de Las Cabras | 26. Sierras Blanca-Mijas |
| 5. Sector de Osuna-Écija | 16. Sierras de Parapanda-Moclin | 27. Sierras Tejeda-Almijara-Albuñuelas-Los Guájares |
| 6. Sector de Ultrera-Lebrija-Olvera | 17. Sierra de Cañete | 28. Sierras de Padul-La Peza |
| 7. Sierra Morena | 18. Sistema de la Alta Cadena | 29. Sierra de Baza |
| 8. Sierra Nevada-Sierra de los Filabres | 19. Sierra Gorda | 30. Sierra de Lújar |
| 9. Sierra de Aracena | 20. Sierra Arana | 31. Sierra de Gádor |
| 10. Sierras de Cazorla-Segura-Las Villas y Castril | 21. Sierras de Grazalema-Líbar | 32. Sierra María-Los Vélez |
| 11. Sector Jódar-Bedmar | 22. Sierra Hidalga-Blanquilla-Merinos | |

MANANTIALES Y FUENTES DE ANDALUCÍA



Mapa preliminar de manantiales de elevado caudal (próximo o superior a 100 l/s), obtenido del primer catálogo de manantiales y fuentes significativas de Andalucía.

PROVINCIA DE HUELVA

1 Nacimientos al río Múrtigas (La Nava)

PROVINCIA DE SEVILLA

2 Nacimiento del río Huelva (San Nicolás del Puerto)

PROVINCIA DE CÁDIZ

3 Manantial del Tempul (San José del Valle)
 4 Manantial del Cornicabra (Ubrique)
 5 Manantial del Hondón (Benaocaz)
 6 Nacimiento de Benamahoma (Grazalema)
 7 Manantial de Bocaleones (Zahara)

PROVINCIA DE MÁLAGA

8 Manantial de Cascajales (Benaoján)
 9 Manantial de la cueva del Gato (Benaoján)
 10 Manantial del Charco del Moro (Cortes de la Fra.)
 11 Nacimiento del río Genal (Igualeja)
 12 Nacimiento del Río Verde (Parauta)
 13 Manantial de Zarzalones (Yunquera).
 14 Manantial de los Cien Caños (Villanueva del Trabuco)
 15 Nacimiento del río Guaro (Periana)
 16 Manantial de la Fajara (Canillas de Aceituno)
 17 Nacimiento de Maro (Nerja)

PROVINCIA DE CÓRDOBA

18 Fuente del Rey (Priego de Córdoba)
 19 Fuente del Río (Cabra)

PROVINCIA DE GRANADA

20 Manantial de Río Frío (Loja)
 21 Manantial de Plines (Loja)
 22 Manantial de la Tajera (Loja)
 23 Manantial del Frontil (Loja)
 24 Nacimientos del río Alhama (Alhama de Granada)
 25 Nacimientos del río Cacin (Arenas del Rey)
 26 Manantial de la cerrada de Cázulas (Otívar)
 27 Nacimientos al río Genil (Fuente Vaqueros)

28 Manantial de Deifontes (Deifontes)
29 Manantial de Fuente Grande (Alfacar)
30 Manantial de Alcázar (Villamena)
31 Manantial del Nacimiento (Vélez de Benaudalla)
32 Nacimiento del río Castril (Castril)
33 Manantial de la Natividad (Castril)
34 Manantial de Montilla (Puebla de Don Fadrique)

PROVINCIA DE JAÉN

35 Nacimiento del río San Juan (Castillo de Locubín)
36 Nacimiento de Arbuliel (Cambil)

37 Manantial del Sistillo (Bedmar)
38 Manantial de la Canal (Quesada)
39 Nacimiento de molino de Peralta (Pozo Alcón)
40 Nacimiento del río Aguascebas (Villacarrillo)
41 Manantial de Béjar (Quesada)
42 Nacimiento del río Guadalquivir (Quesada)
43 Manantial de la Canaleja (Cazorla)
44 Nacimiento del río Aguamulas (Santiago-Pontones)
45 Nacimiento del río Segura (Santiago-Pontones)
46 Manantial de molino de Loreto (Santiago-Pontones)
47 Nacimientos al río Madera (Segura de la Sierra)

48 Manantial de la Toba (Santiago-Pontones)
49 Nacimiento del Cerezo (Santiago-Pontones)

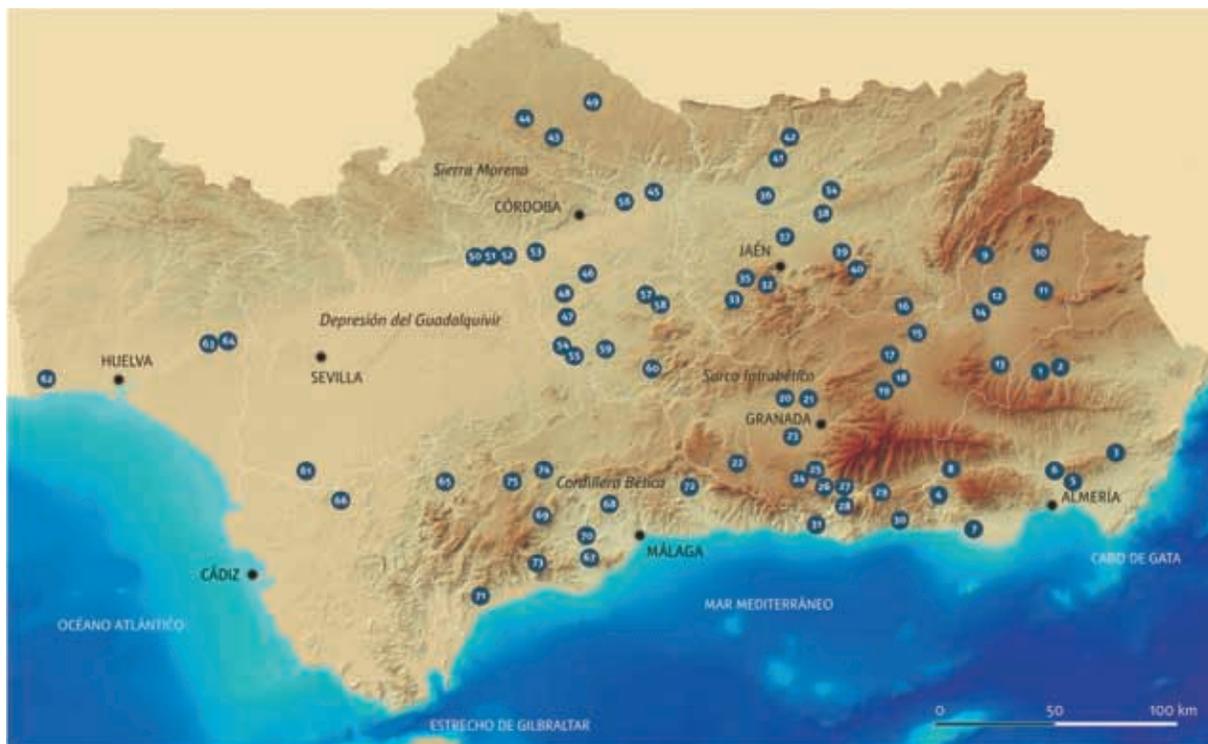
PROVINCIA DE ALMERÍA

50 Fuentes de Marbella (Berja)



Mapa de balnearios contemporáneos de Andalucía

MANANTIALES Y FUENTES DE ANDALUCÍA



Mapa de manantiales termales de Andalucía. (J. J. Cruz San Julián)

PROVINCIA Y N°	DENOMINACIÓN-TÉRMINO MUNICIPAL	TIPO	TEMPERATURA (°C)	OBSERVACIONES
ALMERÍA				
1	Fuencaliente (El Aljibe) y Fuente Perica-Serón	manantiales	23-24	
2	Baños de Cela-Tijola	manantial	27	
3	Baños de la Marranica-Lucainena de las Torres	manantial	21	
4	Fuentes de Marbella-Berja	manantial	27	
5	Balneario de Sierra Alhamilla-Pechina	manantial	58	
6	Baños de Alfaró-Pechina	manantial	22	
7	Baños de Guardias Viejas-El Ejido	manantial	28	
8	Balneario de Guarros-Paterna del Río	manantial		

PROVINCIA Y Nº	DENOMINACIÓN-TÉRMINO MUNICIPAL	TIPO	TEMPERATURA (°C)	OBSERVACIONES
GRANADA				
9	Los Tubos-Castril	manantial	22	
10	Fuencaliente-Hués-car	manantial	19	
11	Fuencaliente-Orce	manantial	21	
12	Fique Alto-Cortes de Baza	manantial	21	
13	Cortijo del Curcás-Caniles	manantial	28	
14	Baños de Zújar y otros	manantiales	38-40	Inundado por embalse
15	Baños de Alicún-Villanueva de las Torres	manantial	34	
16	El Canjorro-Alicún de Ortega	manantial	23	
17	Fuente Alta-Huélago	manantial	22	
18	Baños de Graena	manantial	44	
19	Los Bañuelos-Diezma	manantial	30	
20	Baños de Sierra Elvira y otros-Atarfe	(*)	32	(*) el agua se bombea
21	La Laguna-Albolote	manantial	20	
22	Baños de Alhama y otros	manantiales	42	
23	Baños de la Malahá y las Delicias	manantiales	26-28	
24	Urquizar y Bacamías-Dúrcal	manantiales	21-24	
25	Baños de Chite	manantial	24	
26	Baños de Melegís	manantial	24	
27	Baño, Capuchina y otros-Lanjarón	manantiales	20-29	
28	Baños de la Colorá-Órgiva	manantial	26	
29	Baños del Piojo-Cástaras	manantial	24	
30	Aijón, Alberca y otros-Albuñol	manantiales	26-27	
31	Venero y otros-Lobres	manantiales	20-24	
JAÉN				
32	Baños de Jabalcuz-Jaén	manantial	29-31	
33	Baños de Agua Hedionda-Martos	manantial	19,4	
34	Balneario de San Andrés-Canena	manantial	22	
35	Baños de la Salvadora-Jamilena	manantial+pozo	21	
36	Palorreajejo-Jabalquinto	manantial	20	
37	Pago de la Higuera-Torrequibradilla	manantial	23	
38	Puente del Obispo-Begijar	manantial	20	
39	La Viñuela-Garcíez	manantial	20	
40	Casatraca-Bedmar	manantial	21	
41	Fuente del Rumberal/Ventorrillo-Guarromán	manantiales	¿?	
42	Baños de Montesordo-La Carolina	manantial+pozo	¿?	
CÓRDOBA				
43	Balneario Fuente Agria/Malos Pasos-Villaharta	manantial	20	
44	Balneario Peñas Blancas/Santa Elisa-Espiel	manantial	20	
45	Baños del Arenosillo-Montoro	manantiales	22	
46	La Piscina-Fernán Núñez	manantial	20	Existe también un pozo
47	Huerta Melero-Montalbán	manantial	20	
48	La Alcubilla-La Rambla	manantial	21	
49	Puente Guadalquivir-Villanueva de Córdoba	manantial	23	
50	Los Molinillos-Posadas	manantial	25	
51	Cerro Espino-Posadas	manantial	21	
52	Fuente del Higuero-Posadas	manantial	22	
53	Fuente del Ladrillo-Guadalcázar	manantial	22	
54	Fuente Álamo-Puente Genil	manantial	20	
55	Huerta La Poza-Puente Genil	manantial	20	

MANANTIALES Y FUENTES
DE ANDALUCÍA

PROVINCIA Y N°	DENOMINACIÓN-TÉRMINO MUNICIPAL	TIPO	TEMPERATURA (°C)	OBSERVACIONES
56	Los Canónigos-Adamuz	manantial	20	
57	Cortijo Torre Moro-Baena	manantial	20	
58	Cortijo Perdiguero-Baena	manantial	22	
59	De Mora-Lucena	manantial	21	
60	Cortijo Arandas-Rute	manantial	21	
SEVILLA				
61	Fuente del Algarrobo-Lebrija	manantial	22	
HUELVA				
62	De Oro-Isla Cristina	manantial	20	
63	Fuente Vieja-Paterna del Campo	manantial	20	
64	Fuente de los Serranos-Paterna del Campo	manantial	20	
CÁDIZ				
65	Los Conejos-Algodonales	manantial	30	
66	Arcos de la Frontera	manantial	21	
MÁLAGA				
67	Baños del Puerto-Alhaurín El Grande	manantial	24	
68	Manantial del Sultán-Almogía	manantial	20	
69	Baños de Ardales	manantial	20	
70	Fuente Relumbrosa-Cártama	manantial	20	
71	Baños de Manilva	manantial	22	
72	Baños de Vilo-Periana	manantial	21	
73	Tolox y Fuente Amargosa-Tolox	manantiales	20	
74	Fuente Tolox-Teba	manantial	26	
75	Fuente del Caño Santo-Cañete la Real	manantial	25	

MANANTIALES DE LAS CORDILLERAS BÉTICAS

Breve repaso por tipos de materiales y manantiales

Las Cordilleras Béticas se extienden dentro de Andalucía al sur de la línea imaginaria que une Sanlúcar de Barrameda, en Cádiz, con la población de Villarrodrigo, en Jaén. Esa franja territorial ocupa una extensión aproximada de 49.000 km², el 57% de la superficie de Andalucía, atesorando unos recursos subterráneos del orden de 2.800 hm³, el 74% de los de Andalucía.

Esta gran cordillera alpina se formó por plegamiento, tras la colisión en el Mioceno inferior de la placa europea y africana. Ello dio lugar a una serie de sierras y valles paralelos, de dirección aproximada noreste-suroeste, que conforman una región eminentemente montañosa y elevada, en la que coexisten dos grandes conjuntos de materiales. Estos son los preorogénicos, afectados por el citado plegamiento, que conforman los sistemas montañosos y constituyen realmente lo que se entiende por Cordilleras Béticas, y, en menor extensión, los postorogénicos, depositados sobre los anteriores, a los que recubren en depresiones, valles y llanuras en general.

Los materiales carbonatados (calizas, dolomías y mármoles), que se reconocen fácilmente por dar lugar a sierras, macizos y alineaciones montañosas de coloraciones cremas o grises, constituyen los principales acuíferos de las Cordilleras Béticas. En el Alto Guadalquivir (especialmente en las provincias de Jaén y Granada) se localiza la mayor concentración de sierras carbonatadas, muy abundantes en aguas subterráneas. En las cadenas prelitorales y litorales, desde Almería hasta Cádiz, también existen excelentes y extensos acuíferos kársticos. Con gran reparto superficial se hallan también materiales evaporíticos (yeso y sal gema) parcialmente karstificados, origen de numerosos manantiales hipersalinos.

Otros materiales rocosos, como los esquistos (pizarras) son también abundantes en las Cordilleras Béticas (sobre todo en las provincias de

Las Cordilleras Béticas representan el 57% de Andalucía y acumulan el 74% de sus recursos de aguas subterráneas



Los manantiales más caudalosos de Andalucía corresponden al drenaje de extensas sierras kársticas de las Cordilleras Béticas, abundantes sobre todo en el Alto Guadalquivir. Manantial de la Magdalena, en el acuífero de la sierra de Castril (Granada). (A. Castillo)

Granada, Almería y Málaga). Pese a no ser considerados como acuíferos por su baja permeabilidad, poseen ciertos flujos subterráneos, responsables de multitud de manantiales de montaña dignos de mención, especialmente numerosos en el núcleo de Sierra Nevada.

Los materiales detríticos postorogénicos (bien representados en las provincias de Almería, Granada y Málaga), que recubren a los anteriores en depresiones, valles y llanuras, dan lugar en algunos sectores a extensos y potentes acuíferos, con importantes recursos gracias a las aguas infiltradas desde ríos y retornos de regadíos. La alta explotación de aguas subterráneas en estos enclaves, dedicados a una intensa agricultura de regadío y con numerosos abastecimientos urbanos, ha mermado o hecho desaparecer la mayoría de los manantiales y zonas húmedas antaño abundantes.



Manantiales de las Cordilleras Béticas por provincias

Como es de suponer, una descripción de los acuíferos y manantiales (kársticos y detríticos) requeriría de una extensión y complejidad muy superior a la de un cuaderno divulgativo como éste. Hecha esta salvedad, se expone sólo lo más notorio, organizando la descripción por provincias (de este a oeste), sin entrar en diferenciaciones geológicas (zonas, complejos, unidades, etc.).

En la provincia de **Almería** el acuífero kárstico más extenso e importante es el de la sierra de Gádor. De carácter dolomítico, da lugar a manantiales de cierta entidad, entre los que destaca el de las Fuentes de Marbella, el más caudaloso de la provincia. Otros nacimientos dignos de mención son los de Berja (fuente de Alcaudique y otras), el nacimiento de Celín (Dalías), el de Laujar y Fuente Godoy (Beires). Al otro lado del río Andarax se alza Sierra Alhama, que posee algunos afloramientos carbonatados, a los que se ligarían los Baños del mismo nombre, con aguas termales a 58°C, las más calientes de Andalucía.

En el extremo septentrional de la provincia se halla la sierra de María y del Maimón, alineación que continúa en la provincia de Granada con la sierra de Orce. Los drenajes principales se localizan en las proximidades de Vélez Blanco, entre los que destaca el de los Molinos.

De igual forma, en la cabecera del Alto Almanzora existen sierras con afloramientos carbonatados aislados, las más notables las de las Estancias, Lúcar y los Filabres, que drenan por manantiales de moderado caudal, entre ellos la Balsa de Cela (Lúcar) y Fuente Liar (Serón).

En la Sierra Nevada almeriense los manantiales se ligan, en su mayoría, a materiales esquistosos de baja permeabilidad, origen de gran parte de los bellos arroyos y ríos de montaña allí existentes (Bayárcal, Alcolea, Andarax y Nacimiento). Los mismos materiales afloran en la sierra de los Filabres, donde los manantiales son escasos y de muy bajo caudal.



Manantial de los Molinos, uno de los drenajes principales de la sierra carbonatada de María (Vélez Blanco, Almería). (A. Castillo)

Las cubetas y depresiones (interiores y litorales) son especialmente abundantes en la provincia de Almería. Entre ellas cabe destacar por su extensión e importancia socio-económica la del Campo de Dalías, en íntima conexión hidrogeológica con la sierra de Gádor. De cualquier forma, la alta explotación de aguas subterráneas hizo desaparecer hace mucho tiempo sus drenajes naturales. Sólo el abandono de bombeos por alta salinidad y los retornos de riegos han propiciado en los últimos años algunos humedales, como el de la Balsa del Sapo. El pequeño acuífero detrítico del delta del Adra posee también una valiosa zona húmeda, ligada en parte a descargas subterráneas (Lagunas Honda y Nueva). Las cubetas detríticas interiores y, en general, los depósitos de ramblas, muy abundantes en toda la provincia, carecen prácticamente de manantiales naturales, y sólo drenan por minas y captaciones similares, muchas de ellas origen de fuentes-lavaderos-abrevaderos muy apreciados y de gran valor etnográfico. La depresión de Sorbas, rellena por tramos de yesos, como es el caso de otras menores, da lugar a cuevas y manantiales salinos sumamente interesantes, entre los que destaca el nacimiento del río Aguas.

En la provincia de **Jaén**, los acuíferos kársticos más extensos se hallan en la sierra de Cazorla y Segura, donde se originan varios grandes ríos de



Las albuferas Honda y Nueva de Adra reciben aportes de aguas subterráneas desde el acuífero del delta del río Adra (Almería). (A. Castillo)

enorme belleza y valor ambiental, como son los del Guadalquivir, Segura, Borosa, Aguamulas, Guadalentín, Madera y Zumeta. Los manantiales más importantes que drenan por el borde sur (sierras de Quesada, el Pozo y la Cabrilla) son los de Molino de Peralta, la Canal, Guazalamanco y la Canaliega. En el sector occidental, muy compartimentado tectónicamente (“zona de escamas”), hay muchos nacimientos, pero sus caudales son más modestos; entre ellos cabe citar el del río Béjar, Nacerríos, o el Aguascebas Grande.

La parte central, en la margen derecha del Guadalquivir, drena por algunos de los manantiales más bellos de esa sierranía, como son los del río Aguamulas y Aguas Negras (río Borosa), sin olvidar los de la Cañada de las Fuentes, considerados oficialmente como el nacimiento del río Guadalquivir. Por el extremo norte del macizo, en plena sierra de Segura, hay también bellísimos y caudalosos manantiales, como son los de Fuente Segura (nacimiento del río Segura), Molino de Loreto, nacimientos del río Madera, nacimiento del Cerezo (río Zumeta) o el de la Toba.

La otra gran sierra kárstica de la provincia, por elevación y extensión, es la de Mágina, que drena por caudalosos manantiales origen de ríos y arroyos permanentes, como los de Sistillo (río Cuadros), Gargantón, Fuenmayor y Mata-Begid.

El carácter fuertemente montañoso de la provincia atesora otras elevaciones carbonatadas de notoriedad, como son las de las sierras de la Pandera, Jabalcuz, Alta Coloma, Montillana o Lucena. A la sierra de la Pandera de ligan los manantiales de Río Frío y de Mingo, a la sierra de Alta Coloma el nacimiento del río San Juan y a la de Montillana-Lucena el de Arbuniel, todos ellos de caudales considerables.

En el sector de Alcalá la Real y Alcaudete son frecuentes los afloramientos de areniscas calcáreas o calcarenitas, origen de numerosas fuentes en todos sus contornos.



Salto de los Órganos, a partir del manantial de Aguas Negras, nacimiento del río Borosa, en la sierra de Cazorla (Jaén) (A. Castillo)



El Guadalquivir, en el puente de las Herrerías, cerca de su nacimiento en la sierra de Cazorla (Jaén). (A. González)



Laguna de Juntillas, alimentada por manantiales (borreguiles) de cabecera, en Sierra Nevada (Trevélez, Granada). (A. Castillo)

Muy abundantes en esta provincia son los afloramientos evaporíticos (yeso y sal gema) del Trías, origen de muchos manantiales salinos, especialmente en la cuenca del río Guadajoz, donde se localizan numerosas salinas ligadas a estas modestas surgencias de salmueras.

La provincia de **Granada**, junto con la de Jaén, es la más montañosa de Andalucía, y en ella existe un buen número de sierras carbonatadas, con manantiales de entidad. Aunque Sierra Nevada es la más extensa y elevada, está formada en su mayor parte por esquistos de baja permeabilidad. No obstante, a través de estos materiales el agua fluye, aprovechándose de depósitos glaciares y periglaciares (en las zonas más elevadas), así como de fracturas y otras discontinuidades. Todos los ríos principales de Sierra Nevada (Genil, Monachil, Dílar, Dúrcal, Lanjarón, Poqueira, Trevélez o Cádíar) y una gran parte de sus lagunas de alta montaña (cerca de 40) se originan en manantiales, denominados allí “borreguiles”. La vertiente sur, en la comarca de la Alpujarra, es un caso singular, en el que, además, las prácticas ancestrales de careo y riego en bancales dieron lugar a la existencia de multitud de manantiales y fuentes, hoy totalmente integradas en sus pueblos y campos. Entre otras muchas, son de destacar las fuentes de Lanjarón y Fuente Agria de Pórtugos.

En la periferia occidental de Sierra Nevada hay una orla de sierras carbonatadas de interés. Se trata de las de la Peza, Huétor, Padul y Dúrcal, que alimentan de forma más o menos difusa a numerosos ríos (Morollón, Beas, Fardes, Darro, Aguas Blancas, Monachil, Dílar y Dúrcal, entre otros), al tiempo que dan lugar a algunos manantiales puntuales de interés, como el de Fuente Grande de Alfacar o los de la depresión de Padul.

La sierra de Castril, y, en general, las sierras aledañas del norte de la provincia (Seca, Guillimona, la Sagra y Montilla-Encantada), ocupan una vasta superficie, con enclaves naturales y manantiales caudalosos poco

conocidos y de gran salvajismo y belleza. Ejemplo magnífico de ellos es el nacimiento del río Castril, sin olvidar a los también sobresalientes de la Magdalena, Túnez, el Maguillo, fuentes del Guardal, Montilla, Fuencaiente de Huéscar o Parpacén.

Por su extensión y pluviometría habría que destacar a continuación Sierra Gorda, que alberga, en el entorno de la población de Loja, la mayor concentración de manantiales de alto caudal de Andalucía, entre los que sobresale el de Río Frío (con cerca de 1.000 l/s de caudal medio), sin desmerecer de los de la Tajea, Plines, Genazal, Manzanil, la Cadena y el Frontil (todos con caudales de más de 100 l/s). Algo alejados de éstos se hallan los conocidos manantiales termales de los Baños de Alhama de Granada, que reciben aportes también de la vecina sierra de la Almirajara.

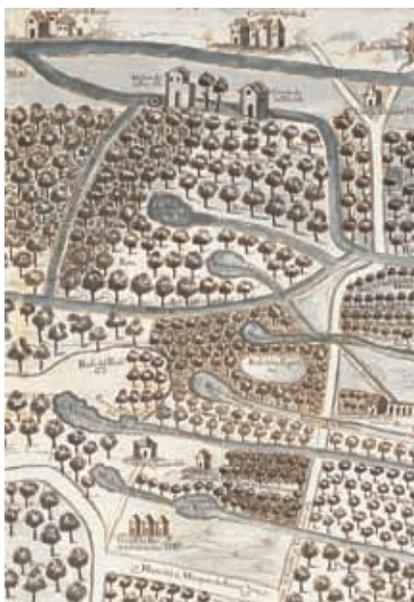
La sierra de Baza es otro extenso macizo, si bien sólo su sector occidental es carbonatado, mientras que el resto es esquistoso. Su carácter dolomítico da lugar a moderados y muy diseminados manantiales, origen de pequeños ríos y arroyos de montaña (Gor, Baúl...) y de algunos manantiales próximos a la población de Baza (San Juan y Siete Fuentes, hoy seriamente afectados por sondeos).

La cadena montañosa de Sierra Arana destaca también por su extensión y por poseer uno de los manantiales más caudalosos de la provincia, el de Deifontes (que en su tiempo tuvo un caudal medio de 1.000 l/s, hoy sensiblemente afectado por bombes). Otros manantiales significativos drenan hacia la cuenca del río Fardes (Fuente Grande de Prado Negro, el Despeñadero y otros menores).

En la vertiente mediterránea de la provincia se localizan varias sierras carbonatadas especialmente abruptas y salvajes. Una de ellas es la de Lújar, que drena por varios manantiales en la población de Vélez de Benaudalla.



Uno de los ríos de montaña salvajes o escénicos más bellos de Andalucía es el río Castril (Granada), procedente de caudalosos nacimientos de aguas subterráneas. (A. Iruela)



Plano del siglo XVIII con las salidas de aguas subterráneas al río Genil, aguas abajo de la población de Fuentevaqueros, drenaje antaño muy caudaloso del acuífero detrítico de la Vega de Granada.

A caballo entre las provincias de Granada y Málaga se encuentra la extensa serranía de Tejeda-Almijara-Chaparral-los Guájares, notablemente más explotada en la provincia de Málaga. Sierra Tejeda drena por la vertiente granadina (la norte) a través del nacimiento del río Alhama, de los de Játar y de otros más pequeños a los arroyos y ríos del sector. La sierra de la Almijara da lugar a multitud de pequeños manantiales, entre los que destacan por su belleza los del cañón del río Verde y los nacimientos de los ríos que vierten al embalse de los Bermejales (Grande, Añales, Cacín...), en zonas de montaña poco conocidas y solitarias. La sierra del Chaparral-los Guájares posee manantiales también de cierto caudal, como son los de los Molinos en Padul, Zaza y Alcázar.

La provincia presenta otros muchos afloramientos y sierras carbonatadas de menor extensión, como son las de Orce, Albuñol, Mencal, Jabalcón, Moclín-Pozuelo-las Cabras, Chanzas o Parapanda, que apenas conservan manantiales de entidad, salvo el de Fuencaliente de Orce y el de Alomartes, en la primera y última de las sierras citadas, respectivamente.

En el sector de Montefrío son destacables los afloramientos de calcarenitas, diseminados por otros lugares de la provincia, origen de multitud de pequeñas fuentes.

Pero junto al carácter montañoso de la provincia de Granada, también son destacables sus extensas depresiones, entre las que cabe resaltar a las de Granada y Guadix-Baza. El acuífero detrítico más importante es el de la Vega de Granada, en la depresión de Granada, que en su tiempo llegó a tener la zona de descarga más caudalosa posiblemente de Andalucía, con salidas conjuntas del orden de 4.500 l/s. Era un verdadero río que manaba entre las poblaciones de Santa Fe y Fuentevaqueros. Hoy día los bombeos y la regulación de aguas de superficie (que antes se infiltraban) por embalses han disminuido drásticamente esas descargas, que ahora son sólo del orden de 1.500 l/s. La depresión de Guadix-Baza apenas mantiene algunas captaciones tipo mina de moderado caudal, que drenan los aluviones de ríos

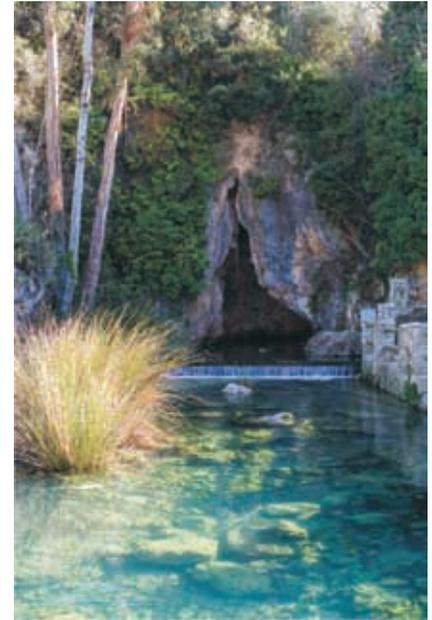
y ramblas. El delta de Motril-Salobreña es otro de los acuíferos detríticos que cabe mencionar, pero apenas conserva ya manantiales, con la excepción de algunas surgencias en su zona de desembocadura (Charca de Suárez).

La provincia de **Málaga** también presenta una orografía muy montañosa, con buenos manantiales, si bien parte de sus sierras están constituidas por materiales rocosos de baja permeabilidad. En la serranía de Ronda se encuentran las sierras de Líbar, a caballo con la provincia de Cádiz, y de las Nieves, donde se localizan los mayores manantiales de la provincia, en gran parte gracias al alto grado de karstificación y de pluviometría reinante en esa zona.

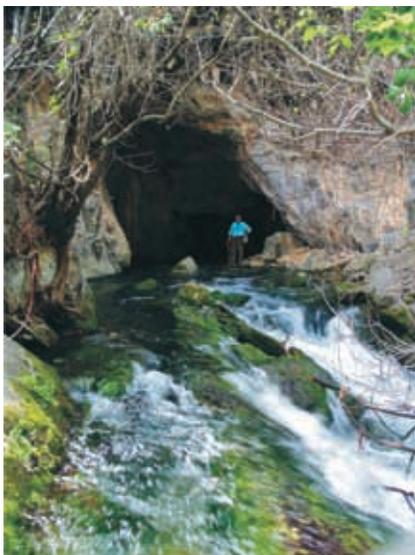
En la sierra de Líbar se halla un buen puñado de nacimientos excepcionales, como son los de la Cueva del Gato (salida del cauce subterráneo del río Gadares, con caudales punta de hasta 12 m³/s), Molino del Santo (Cascajales o El Ejío) y Jimera de Líbar; otra salida espectacular, pero menos conocida, es la del Charco del Moro, en el paraje de las Angosturas del río Guadiaro, oculta bajo el cauce y que pudiera ser una de las más importantes de Andalucía.

La sierra de las Nieves se descarga especialmente por cuatro manantiales caudalosos y de gran belleza, origen de otros tantos ríos, como son el Genal, Verde, Grande y Jorox. De ellos destaca el nacimiento del río Grande, el manantial de Zarzalones.

Las sierras Blanca y Mijas, de carácter marmóreo, se localizan en un área de alta demanda hídrica, en la Costa del Sol Occidental. Sierra Blanca poseía unos espléndidos manantiales, hoy muy afectados por bombeos, entre los que habría que destacar los de Istán (río Molinos), Nagüeles y Coín (estos dos últimos prácticamente secos). La sierra de Mijas tiene agotados por bombeos sus manantiales, que antes eran importantes en el entorno de Torremolinos.



Manantial del Genal, nacimiento del río del mismo nombre (Igualeja, Málaga). (J. Morón)



Manantial de Zarzalones, nacimiento del río Grande, uno de los más caudalosos de la Sierra de las Nieves (Yunquera, Málaga). (A. Castillo)

Más al este, a caballo con la provincia de Granada, se encuentran las sierras Tejeda y Almijara, que se descargan en la provincia de Málaga a través de un buen número de manantiales. Sierra Tejeda lo hace por los de Alcázar y la Fajara, entre otros. Sierra Almijara alimenta muchos manantiales dispersos que dan caudal permanente a ríos y arroyos de montaña de gran belleza (Chillar, Higuero...), así como al manantial de Maro, próximo a la turística Cueva de Nerja. Por el frente litoral comprendido entre Maro y Cerro Gordo se producen una serie de descargas submarinas, detectadas por termografías.

Las sierras de la cadena de los Torcales (sierras del Valle de Abdalajís, Torcal de Antequera, las Cabras, Camarolos y Gibalto) presentan alta karstificación y gran compartimentación, con numerosos manantiales modestos, que pueden llegar a presentar importantes puntas de caudal. Mención aparte hay que hacer del manantial de la Villa (Torcal de Antequera), antaño muy caudaloso y que daba vida a un arroyo permanente con numerosos molinos, hoy prácticamente seco por su regulación para el abastecimiento de la ciudad de Antequera. Otro manantial espectacular en aguas altas es del de los Cien Caños (Villanueva del Trabuco, sierra de Camarolos), dentro de un sector de borde rico en manifestaciones de agua (Parroso y otros).

En el entorno de la depresión de Ronda hay otra serie de pequeñas sierras (Blanquilla, Carrasco y Merinos) con manantiales de menor interés.

Los afloramientos de materiales evaporíticos triásicos son especialmente abundantes en la cuenca del Guadalhorce. Merced al carácter kárstico de éstos, son relativamente abundantes los manantiales salinos, algunos muy significativos, como el de la Laguna Grande de Archidona o el de Meliones.

También existen en la provincia de Málaga algunas depresiones importantes, como las de Antequera y Bajo Guadalhorce, cuya explotación por bombeos ha hecho desaparecer los manantiales y zonas húmedas antaño existentes. Mención aparte merece la laguna de Fuente de Piedra, que recibe aportaciones mixtas desde su cuenca vertiente.

En la provincia de **Córdoba** los afloramientos de sierras carbonatadas béticas presentan ya menor extensión. Las más significativas se agrupan bajo la denominación de Sierras Subbéticas, entre las que destacan la de Cabra y la de Rute. A la primera se liga el Nacimiento del Río, en Cabra, mientras que la segunda drenaba por el nacimiento del río de la Hoz, hoy prácticamente regulado por sondeos, y por la emblemática y monumental Fuente del Rey de Priego. En la sierra de Gaena se encuentran los manantiales de Carcabuey.

En la provincia de **Cádiz** se localiza un conjunto de elevaciones montañosas, englobadas bajo la denominación de sierra de Grazalema (sierras de Líbar, Ubrique, Caílo, Endrinal, Pinar y Zafalgar), muy karstificada y con una altísima pluviometría, por lo que posee manantiales caudalosos, aunque de rápidas y drásticas oscilaciones de caudal. Entre ellos cabe citar los de Benamahoma, Hondón, Arroyomolinos, Bocaleones y los nacimientos de la localidad de Ubrique. La pequeña sierra de las Cabras constituye el acuífero carbonatado más occidental de las Cordilleras Béticas. A ella se asocia el importante manantial del Tempul, que abasteció a la antigua Gades (Cádiz) y hoy brinda sus aguas para el abastecimiento de Jerez de la Frontera.

En la provincia son abundantes también los afloramientos de evaporitas del Trías, que dan lugar a drenajes a arroyos, lagunas y algunas salinas. También son extensos los afloramientos de areniscas y calcarenitas, que drenan por multitud de pequeños manantiales, como los conocidos Caños de Meca, procedentes de las calcarenitas de Barbate.

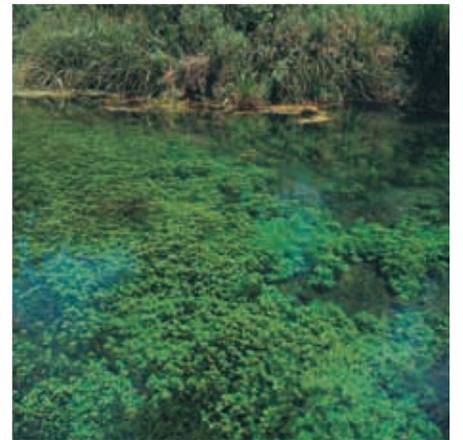
En la provincia de **Sevilla** existen sólo unas pequeñas sierras carbonatadas béticas, la más grande de las cuales es la de Estepa, con manantiales prácticamente agotados, entre ellos el de Roya. No obstante, son relativamente extensos los afloramientos de evaporitas del Trías, origen de salinas y lagunas en la parte sur de la provincia.



Fuente de Roya, drenaje de la sierra de Estepa (Sevilla). (J.Andrada)

En la doble página siguiente, desde arriba a la izquierda a la derecha: Manantial de Sistillo, Sierra Mágina (Jaén). Salinas de Hinojares (Jaén). Baños de Sierra Alhamilla (Pechina, Almería). Balsa del Sapo o Cañada de las Norias, Campo de Dalías (Almería). Fuente Segura, sierra de Segura (Jaén). Nacimiento de la Toba, sierra de Segura (Jaén). Humedal en Padul (Granada). Barranco del Buitre, en la fuente del Maguillo, sierra de Castril (Granada). Trop plein en el nacimiento del río Castril (Granada). Manantial de Alicún, Villanueva de las Torres (Granada). Cueva de las Palomas, Almuñécar (Granada). Manantial de Jorox, Alozaina (Málaga). Nacimiento del Río, Cabra (Córdoba). Caños de Meca, Barbate (Cádiz). La Rocina, Almonte (Huelva). Manantial de Fuenteheridos (Huelva). Manantial de la Peña de Arias Montano, Alájar (Huelva). El Borbollón, San Nicolás del Puerto (Sevilla).





La depresión del Guadalquivir representa el 17% de Andalucía y el 24% de sus recursos de aguas subterráneas



Pilar Ancho de Carmona, drenaje de niveles de areniscas calcáreas de la depresión del Guadalquivir. (A. Castillo)

MANANTIALES DE LA DEPRESIÓN DEL GUADALQUIVIR

La depresión del Guadalquivir ocupa una vasta extensión llana y deprimida, atravesada por el río del mismo nombre, que tiene forma de cuña de dirección sureste-noroeste, con vértice oriental en la población de Baeza (Jaén) y abierta al océano atlántico entre la desembocadura del Guadalquivir en Sanlúcar de Barrameda (Cádiz) y Ayamonte (Huelva). Limita por su borde meridional con las Cordilleras Béticas y por el septentrional con Sierra Morena. Su extensión aproximada es de 15.000 km², lo que representa el 17% de la superficie de Andalucía. No obstante sus recursos subterráneos son del orden de 900 hm³ (el 24% de los de Andalucía).

Corresponde a una gran cuenca que quedó ubicada entre las Cordilleras Béticas y el Macizo Ibérico (Sierra Morena), en la que, desde el Mioceno, se depositó un potente espesor de sedimentos, esencialmente margas, arenas y areniscas, antes de la retirada definitiva del mar a la posición de la línea de costa actual. Todo su borde sur limita con un extenso conjunto de depósitos gravitacionales que llegaban a la depresión deslizados desde las Cordilleras Béticas. Estas masas, de litologías y edades muy diferentes, quedaron englobadas entre sedimentos más modernos, constituyendo lo que se conoce como olistolitos u olitostromas.

La suave topografía, combinada con fértiles suelos y buen clima, ha favorecido desde antiguo una importante actividad agrícola, cuya explotación de aguas subterráneas ha mermado sensiblemente las antiguas surgencias. Entre ellas destacan las descargas del extenso acuífero de Almonte-Marismas y del de Ayamonte-Huelva a cauces y zonas húmedas, y las salidas difusas al río Guadalquivir procedentes del acuífero aluvial del mismo nombre. Muy numerosas también son las minas y fuentes que proceden de los tramos de areniscas calcáreas del Mioceno, sobre todo desde el extenso acuífero de Sevilla-Carmona-Écija, con manantiales muy representativos en Carmona y Alcalá de Guadaíra (mina de Santa Lucía),

este último parte del antiguo abastecimiento a Sevilla. También son abundantes las minas y surgencias de los acuíferos de calcarenitas del borde con la meseta (Sierra Morena) y de la campiña de Córdoba y Jaén.

El mayor acuífero detrítico de la depresión del Guadalquivir es el de Almonte-Marismas. El esquema de funcionamiento corresponde, en general, con un nivel permeable en su base (Mioceno basal), confinado hacia el interior de la cuenca por margas miocenas, a las que se superpone un relleno acuífero del Plioceno-Cuaternario de gran espesor, que vuelve a quedar confinado hacia la zona de marismas por un potente tramo de limos y arcillas del Cuaternario. Gran parte de las emergencias tienen lugar precisamente hacia la zona de marisma, alimentando cauces y zonas húmedas de diverso tipo y gran valor ecológico, en su gran mayoría sometidas a diferentes figuras de protección ambiental (Espacio Natural de Doñana).

Área húmeda permanente de la Rocina, alimentada con aportes de aguas subterráneas del acuífero de Almonte-Marismas, en el Espacio Natural de Doñana (Almonte, Huelva). (A. Castillo)





Fuente de los Doce Caños de Fuenteheridos (Huelva), una de las más caudalosas de la sierra de Aracena.
(A. Castillo)



El pilar de Belalcázar (Córdoba), una de las fuentes más bellas y conocidas del valle de los Pedroches, procedente del drenaje de niveles alterados de granitos. (A. Castillo)

MANANTIALES DE SIERRA MORENA

Sierra Morena es una vasta región geográfica, que comprende una banda montañosa de moderada altitud y relativamente suave orografía, situada, al norte de la línea imaginaria que uniría las poblaciones de Ayamonte, en Huelva, y Villarodrigo, en Jaén. Bajo esa delimitación se contabilizan aproximadamente 23.000 km², el 26% de la superficie de Andalucía, si bien los recursos de sus afloramientos acuíferos son sólo testimoniales, del orden de 60 hm³, un 2% de los de Andalucía.

Está constituida por rocas metamórficas (pizarras, cuarcitas y calizas marmóreas, entre otras) y plutónicas (granitos y rocas afines), de edades comprendidas entre el Precámbrico y el Paleozoico, plegadas y estructuradas en bandas de dirección noroeste-sureste. La orogenia Hercínica, iniciada en el Paleozoico, sometió los sedimentos a fuertes transformaciones (metamorfismo) y deformaciones (pliegues y fracturas). Las rocas resultantes fueron atravesadas por magmas. Durante el Mesozoico, Sierra Morena fue el único relieve emergido de Andalucía. Desde entonces, permanece sometido a la acción de la erosión, que ha modelado su característico paisaje actual.

Los materiales carbonatados (del Cámbrico) son los únicos de interés netamente hidrogeológico, y ofrecen unos pocos afloramientos aislados de pequeña extensión, localizados en el sector occidental de Sierra Morena, en la sierra de Aracena (Huelva), Sierra Norte de Sevilla y sierras al norte y oeste de la ciudad de Córdoba.

La alta pluviometría reinante en el sector más occidental (sierra de Aracena) mantiene activos gran número de manantiales y fuentes. En el área se reparten varios afloramientos carbonatados acuíferos, englobados en las unidades de Cañaverol-Santa Olalla y Galaroza-Zufre. A ellos se ligan algunos manantiales representativos, como los de la Peña de Arias Montano (el más caudaloso), fuente de los Doce Caños de Fuenteheridos, fuente del Carmen de Galaroza, fuente del Concejo de Zufre y Fuente Redonda, entre otros muchos.

En la provincia de Sevilla se encuentran los acuíferos de Constantina-Cazalla y Guadalcanal-San Nicolás, que drena por el Nacimiento del río Huéznar, el más caudaloso de la provincia. Hacia oriente, ya en la provincia de Córdoba, hay varios afloramientos carbonatados, entre los que destacan los de las Navas-Hornachuelos y Santa María de Trassierra-Córdoba.

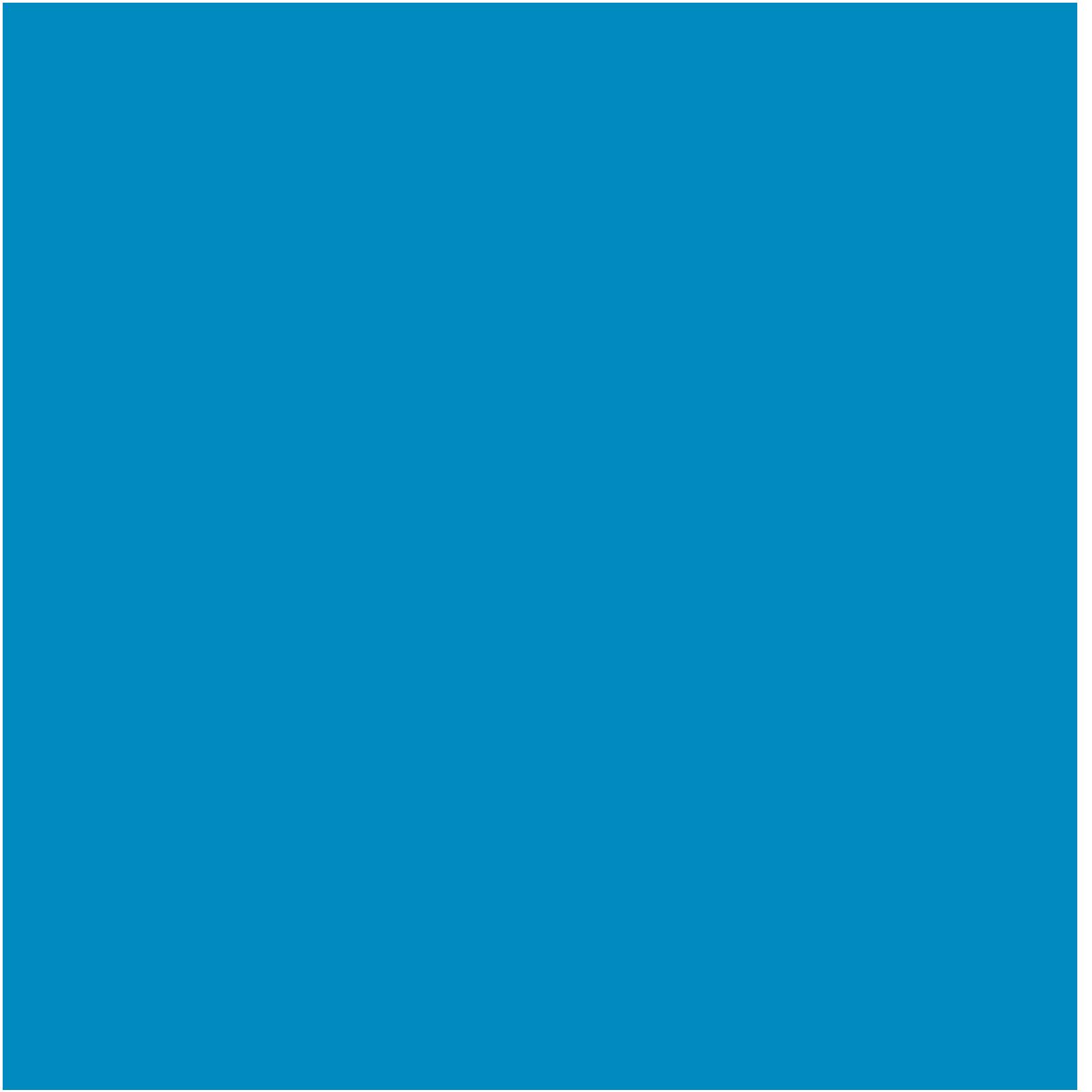
En los materiales graníticos y esquistosos, muy abundantes en Sierra Morena, existen también manantiales y fuentes, que, aunque son de bajo caudal, poseen gran relevancia ambiental, social y cultural. Muchas surgencias se producen a la red fluvial que atraviesa estas montañas. Las descargas proceden, sobre todo, de niveles superficiales de alteración, de fracturas, de tramos de areniscas, y de diques y niveles cuarcíticos. Las fuentes, siempre estrechamente vinculadas con vías de comunicación y asentamientos urbanos, atesoran un fuerte legado social y cultural. Son destacables, entre otras muchas, las del pilar de Belalcázar, Fuente Abejera, Fuente Redonda o el pilar de Hinojosa del Duque.

En la parte oriental de Sierra Morena, al norte de la provincia de Jaén, afloran más extensamente rocas cuarcíticas, cuya intensa fracturación da lugar a un incremento relativo del flujo subterráneo, origen de muchos manantiales diseminados por arroyos y ríos.

Sierra Morena representa el 26% de Andalucía y sólo el 2% de sus recursos de aguas subterráneas

Cascada de la Cimbarra, drenaje temporal de tramos cuarcíticos de Sierra Morena oriental (Aldeaquemada, Jaén). (J. Morón)





04

MÁS DE 50 CURIOSIDADES ACERCA DE MANANTIALES Y FUENTES



Acueducto de los Caños de Carmona, que traía a Sevilla el agua de las minas de Alcalá de Guadaíra. Litografía de mediados del siglo XIX. (Colección particular, Sevilla)



La Fontanilla, en Palos de la Frontera (Huelva). En esta fuente hicieron aguada las naves de Cristóbal Colón antes de zarpar en la singladura que le llevaría por primera vez al Nuevo Mundo.

MÁS DE 50 CURIOSIDADES ACERCA DE MANANTIALES Y FUENTES

Los manantiales y fuentes, y sus aguas, son un yacimiento inagotable de conversaciones, comentarios, chascarrillos y discusiones de muy diversa índole, especialmente entre las gentes del campo.

En este capítulo se recogen algunas de las curiosidades más comentadas, más de cincuenta, con la intención de ir ampliando esta relación inicial en la web conocetusfuentes.com con las aportaciones y sugerencias que vayamos recibiendo; así pues, si conoce otras curiosidades, o quiere puntualizar o añadir algo a las aquí expuestas, no dude en contactar con nosotros.

1. Acequias y transporte del agua

Aunque al principio el hombre se asentó sobre los manantiales (y sus cuevas y abrigos frecuentemente asociados), con el dominio de la ingeniería hidráulica fue transportando el agua cada vez a mayores distancias, bien para irrigar terrenos o para dotar de abastecimiento a lugares con mejores condiciones de asentamiento. Todavía se conservan impresionantes obras de ingeniería hidráulica (azudes, presas, acequias, acueductos, túneles, puentes, sifones...) que tuvieron su origen en manantiales, algunas de ellas, de decenas de kilómetros de longitud.

2. Aguadas

La aguada consistía en el avituallamiento por parte, generalmente, de tropas y marinería. Para ese menester eran muy apreciados ciertos manantiales costeros, y también de interior. Alrededor de ellos incluso se llegaron a levantar fortificaciones o fueron objeto de asedios y refriegas por su control. En algunas calas se esperaba a la bajamar para excavar hoyos en la arena de los que extraer la preciada agua dulce cuando no había otras alternativas.

3. Aguaderos y bebederos

En el inclemente y tórrido estío andaluz, las charcas, pozas, fuentes, arroyos, manaderos y demás manifestaciones de aguas subterráneas son las únicas que no llegan a agotarse completamente, por lo que son muy frecuentadas por el ganado y la fauna, que acude a ellas con verdadera avidez. Aguaderos y bebederos es el nombre dado a estos puntos de agua, muy conocidos en cada comarca por pastores, cazadores y naturalistas, entre otros.

4. Aguadores

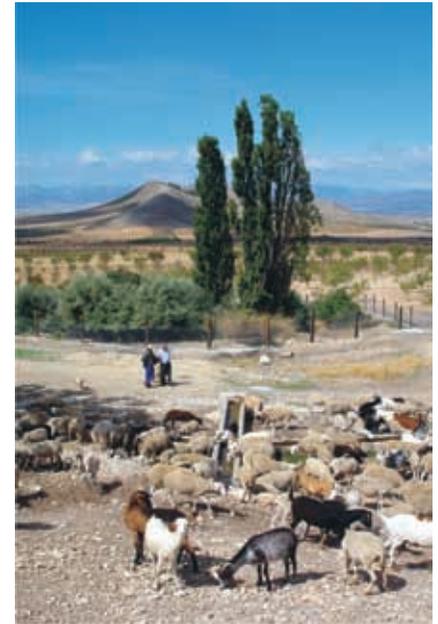
Es difícil encontrar un pueblo o ciudad en Andalucía que no contara antaño con manantiales, fuentes y su correspondiente legión de aguadores, que sometían el líquido elemento a las leyes del comercio, oficio que se ha dilatado hasta bien entrado el s. XX. En los pueblos, y en los tajos de trabajo, los aguadores fueron siempre una estampa costumbrista, con sus recuas de acémilas y sus aguaderas de esparto cargadas con cántaras de barro de fresquísima agua.

5. Aguas de boca

Las aguas de algunos manantiales y fuentes gozaron, y gozan, de enorme fama para la bebida. Junto a sus caños se formaban largas colas, con frecuentes trifulcas, por lo que, en muchas ocasiones, fue necesario establecer turnos y limitar la cantidad de cántaras a llenar. A ciertas fuentes acuden aún gentes de lejanas procedencias a por el abasto semanal o mensual.

6. Aguas duras y blandas

Una de las conversaciones más frecuentes junto a la fuente es el de la dureza del agua. Con ello se quiere indicar si el agua es buena (ligera o blanda) o sólo regular (dura, salobre, con cuerpo...). Muchas de nuestras aguas de manantial son relativamente duras, sobre todo las de regiones áridas y las de sierras carbonatadas, lo que no le resta bondad a las aguas, aunque sí tiene efectos sobre el paladar (si no se toman muy frías) y las



Ganado abrevando en la fuente de la Tejera, Orce (Granada). (C. Herrera)



Aguadores abasteciéndose en una fuente en Chiclana de la Frontera (Cádiz), en una imagen de principios del siglo XX del *Portfolio fotográfico de España*. (Consejería de Medio Ambiente, Junta de Andalucía)



Acarreando agua de la Fuente Mora de Mojácar (Almería) a principios del siglo XX. (Biblioteca de Andalucía, Granada)



Fuente Agria de Pórtugos (Granada), una de las aguas ferruginosas más famosas de Andalucía. (A. Castillo)

conducciones (por calcificaciones). Antiguamente la dureza se calibraba en la boca, pero también por la facilidad o no de hacer jabón, por los restos dejados en ollas y por el tiempo de cocción que requerían los garbanzos para que estuvieran tiernos.

7. Aguas hediondas, con olor a huevos podridos

Ese desagradable olor es perceptible en algunos manantiales, denominados frecuentemente hediondos o sulfurosos. El olor lo da el gas sulfhídrico que se desprende del agua, adquirido en niveles orgánicos o de yacimientos de sulfuros. Aunque el olor es repulsivo, son aguas de consumo muy apreciadas por sus propiedades curativas sobre todo para trastornos intestinales.

8. Aguas picantes y agrias

Hay aguas que presentan sabor picante debido a sus elevadas concentraciones en anhídrido carbónico disuelto. En esos casos, lo más frecuente además es que el agua posea también ciertas cantidades de hierro, que da además un inconfundible gusto a herrumbre (agrio, amargo).

9. Aguas santas

Los manantiales fueron considerados en la Antigüedad como manifestaciones de ninfas o diosas, y en la época cristiana muchas veces relacionados con la Virgen por sus frecuentes apariciones junto a sus aguas, veneradas con el alzamiento de ermitas y santuarios. Esa férrea creencia, unida a las bondades naturales del agua y al efecto placebo ejercido por los bellos remansos de paz de los nacimientos, operó en muchas personas curaciones milagrosas, lo que no hizo más que acrecentar la devoción por las aguas. A estas fuentes santas se acudía para pedir sanación, pero también favores, o en procesión para aplacar sequías, desastres naturales...

10. Aguas termales

Las manifestaciones de agua caliente siempre han sorprendido y espoleado la imaginación de las gentes. Muy frecuentemente se relacionaron con volcanes dormidos o calderas magmáticas existentes bajo la superficie del

terreno. Pero el motivo más común de esas anomalías es el incremento de la temperatura con la profundidad (denominado gradiente geotérmico, y que es de 1 °C cada 33 metros aproximadamente), suficiente para calentar aguas que fluyen a cierta profundidad y ascienden rápidamente a superficie a través de fracturas. Aparte de su elevada temperatura, estas aguas se caracterizan por llevar disueltas muchas sales, gases y otros elementos minoritarios, algunos ligeramente radiactivos. Esas propiedades físico-químicas proporcionan efectos muy beneficiosos para el hombre, que desde antiguo buscó y utilizó estos emplazamientos para baños, ingesta de aguas y unción de barros y lodos. Muchas de estas aguas están declaradas como minero-medicinales y de utilidad pública.

Los animales fueron en bastantes ocasiones los primeros en descubrir el poder curativo de estas aguas, a partir de baños de barro caliente, que buscaban ávidamente antes de morir o para desparasitarse y restañar heridas y enfermedades de la piel. Ésa es la razón de algunas chocantes toponimias dadas, en principio, a aguas tan saludables (Baños de la Marrana, Baños del Piojo...).

11. Aljibes bajo tierra

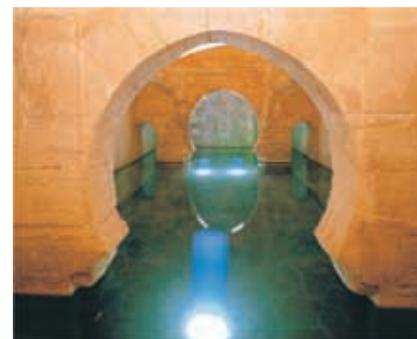
En fuentes y minas de agua de mísero caudal, situadas en zonas áridas sin otras alternativas de suministro, se han ideado sistemas de cierre con pantalla y grifo, lo que permite almacenar el líquido elemento dentro del terreno mientras no es utilizado, evitando de paso la evaporación y su posible contaminación.

12. Alumbramiento de manantiales

El “trasteo” de las aguas, bien para alumbrarlas, o para aumentar el caudal de las fluyentes, siempre ha sido una obsesión entre las gentes del campo. En algunos lugares se conservan verdaderas obras de ingeniería, difíciles de concebir, y desde luego irrealizables si hubiera que llevarlas a cabo hoy día. Minas kilométricas labradas a pico y pala, en las que apenas cabía un hombre encorvado. En esas tareas se forjaron verdaderos especialistas.



Fons signatus, la fuente o “manantial de aguas claras” de la que manan la Virtud y la Gracia, óleo sobre tabla, anónimo del siglo XVII. (Colección de la Diputación de Huelva)



Baños árabes del balneario de Alhama de Granada. (Balneario de Alhama de Granada)



Alumbramiento de un manantial en el cuadro de Lucas Valdés *San Francisco de Paula en el milagro de la fuente*, hacia 1710. (Museo de Bellas Artes de Sevilla)

Pero la superstición, la intuición e incluso la cabezonería han estado detrás de otras muchas labores absurdas, hoy borradas por el paso implacable de los años y sumidas en el más absoluto de los olvidos.

13. Balnearios

El uso balneario de los manantiales termales tuvo un auge excepcional con los romanos, que otorgaron a estas aguas un fuerte carácter simbólico, con la construcción de termas y templos consagrados a ellas. La cultura árabe fue también una gran impulsora de la práctica termal. De este modo, Andalucía heredó y vivió un pasado esplendoroso, con magníficos edificios balnearios, que cayeron en decadencia a mediados del siglo XX. En la actualidad parece existir un cierto resurgimiento de los tratamientos hidrotermales, con numerosos proyectos de restauración de balnearios, si bien gran parte del mercado se está dirigiendo hacia modernas instalaciones hoteleras con spa.

14. Balsas

El campo andaluz está lleno de antiguas balsas de riego. La inmensa mayoría se alimentaban de manantiales y minas. En su construcción se empleaban únicamente materiales del terreno, con impermeabilizaciones de arcilla o tierra compactada. El desagüe se taponaba con troncos recubiertos de trapos u otros remedios caseros. Eran balsas ideadas para recoger pequeños caudales, que se almacenaban normalmente de noche, para poder regar por gravedad pequeños hortales al venir el día. Hoy llama la atención la cantidad de acequias y balsas, con restos de cortijos y laderas apartadas, que se hallan secas y en ruina, sumidas en el más completo de los olvidos, como testigos mudos de un cambio en el clima relativamente reciente.

15. Biodiversidad

El nacimiento de aguas en ambientes climáticos y fisiográficos muy diferentes (desde desiertos a montañas) propició la aparición de especies vegetales y animales singulares adaptadas a dichos medios y a la extrema

variabilidad en calidad de las aguas (frías, calientes, dulces, saladas, etc.). En ocasiones, el aislamiento y distancia entre surgencias indujo además procesos adaptativos específicos, con la colonización de especies singulares y raras, y la presencia de algunos endemismos. Por último, la transformación ancestral de estos enclaves por el hombre, normalmente para el regadío, con la construcción de acequias, balsas, huertas, setos, etc., aumentó la riqueza del medio, propiciando un nuevo incremento de la biodiversidad asociada.

16. Burbujeos

Muchas veces son apreciables intensos burbujeos en las pozas o charcas de los manantiales. Ello se suele deber a salidas de aire arrastradas por el agua en los conductos kársticos y más raramente a desprendimientos de gases.

17. Caminos del agua y trazadores

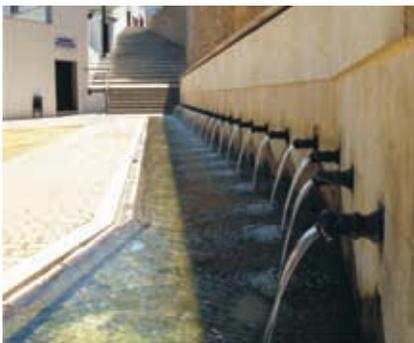
Uno de los motivos de conversación más reiterativo entre las gentes del campo es el de la procedencia del agua de manantiales y fuentes. “*Este agua viene de Sierra Nevada*”, se suele oír con frecuencia para explicar caudalosos nacimientos de frías aguas, aunque nos encontremos a centenares de kilómetros de distancia del citado macizo. Los hidrogeólogos utilizan ciertas sustancias, conocidas como trazadores, para conocer los caminos seguidos por el agua. Se trata normalmente de compuestos químicos, algunos colorantes o fluorescentes, añadidos al agua en zonas concretas por donde se sabe que ésta se infiltra en el terreno. Los antiguos utilizaban paja fina, que depositaban en ciertas cuevas y grutas hasta detectarla en las salidas naturales. Pese a los avances científicos, todavía se mantienen incógnitas sobre la procedencia del agua de algunos manantiales, que mantienen vivo así un halo de misterio.



Tarjetas postales y fotografías de época de diversos balnearios de Andalucía durante su periodo de auge, entre fines del siglo XIX y los primeros años del XX: de arriba abajo y de izquierda a derecha, balneario de Fuente Amarga en Chiclana de la Frontera (Cádiz), balneario de la Aliseda (Jaén), balneario de Pozo Amargo en Morón de la Frontera (Sevilla), balneario de Lanjarón (Granada) y balneario de Marmolejo (Jaén). (Colección J. Sánchez Ferré)



Manantial de los Cien Caños en Villanueva del Trabuco (Málaga) (A. Castillo)



Fuente de los Veinticinco Caños en Loja (Granada). (A. Castillo)

18. Caminos, fuentes y peones camineros-forestales

Muchas fuentes se encuentran a la orilla de carreteras y caminos, como es de suponer, no por casualidad, sino porque fueron construidas allí por las cuadrillas que trabajaron en las citadas vías, tras conducir las aguas desde manantiales más o menos próximos. Eran labores que se hacían con sumo agrado, con el fin de abastecer a las personas y sus animales, en unos tiempos en los que los trayectos duraban una eternidad. Hubo muchos peones camineros y forestales que destacaron en estas tareas, levantando unas rudimentarias y sobrias fuentes de mampostería, que aún perduran, como si por ellas el tiempo no hubiera pasado, si no fuera por la continua merma del caudal de sus caños.

19. Caños

La mayoría de las fuentes están dotadas de caños, muy diferentes, eso sí, en tipo y número. De forma que son conocidas muchas veces por ellos. Frecuentes son las denominaciones en tal sentido: fuente de los Ocho Caños, de los Veinticinco Caños, de los Cien Caños, o fuente de la Teja, del Cañuelo, de los Caños Dorados, etc. El caño, y algunas veces el vaso escondido en los alrededores, siempre ha sido una señal de pureza de las aguas, de las que hay que desconfiar cuando la sabiduría popular no las ha dotado de caño o de un acceso cómodo al líquido elemento.

20. Careos, riegos y fuentes

El careo de aguas hace alusión al abandono intencionado de éstas en bancales y laderas, a partir de su derivación desde ríos por acequias. Se trata de una práctica ancestral, cuya finalidad, entre otras, era la de recargar el terreno, lo que terminaba originando fuentes, rezumes y humedades aguas abajo. Algo parecido ocurría con los generosos riegos por gravedad –por inundación o por surcos–, cuya abundante tasa de infiltración era responsable también de muchos nacimientos. El abandono de azudes, acequias, careos y riegos tradicionales, sobre todo en zonas de montaña, está detrás de la desaparición de fuentes y zonas húmedas, un proceso de inexorable y callada transformación del paisaje y de los ecosistemas, sobre el que es necesario reflexionar y actuar en consecuencia.

21. Castillos, guarniciones y manantiales

Algunas de estas construcciones militares se levantaron al amparo de manantiales, con el fin de defender tan estratégicos enclaves –entre ellos las salinas– y de paso garantizar el abastecimiento en épocas de revueltas o asedios. Ésa suele ser la explicación de algunas localizaciones de fortalezas en vaguadas y depresiones. Especial relevancia tuvieron los manantiales costeros en el levantamiento de castillos y torres vigía, que defendían así puntos de aguada estratégica para el suministro de la marinería.

22. Catedrales subterráneas

El agua de manantiales carbonatados posee una concentración de carbonato cálcico disuelto del orden de medio gramo por litro. Con el paso del tiempo, esa cantidad de mineral arrancada a la roca termina generando fabulosas oquedades subterráneas. Los espeleólogos han descubierto conductos y salas de enormes dimensiones, verdaderas catedrales de piedra bajo tierra, primorosamente adornadas además por toda una variada gama de depósitos cristalinos (espeleotemas).

23. Caudales de aforo y de explotación

En nuestro campo hay una verdadera obsesión, con claras tendencias a la exageración, por los caudales alumbrados desde captaciones (sondeos y pozos sobre todo). “Este pozo echa un cuerpo de agua” o “el pozo no se agota nunca”, son expresiones oídas con frecuencia. La realidad es muy distinta. Para conocer el caudal que puede dar una captación es necesario realizar lo que se denomina un ensayo de bombeo de larga duración (entre 24 y 72 horas). Y una vez conocidas las entradas sostenibles de agua a una captación (caudal de aforo), habría que considerar cuál es el caudal de explotación razonable, aquel que no produzca afecciones sensibles a usuarios ni ecosistemas próximos

24. Caudales de base

Se llama tiempo de concentración al que necesita la gota de agua superficial más alejada de una cuenca para alcanzar el mar. En los ríos andaluces ese



Castillo de las Aguzaderas, en una zona de vaguada, protegiendo la fuente del mismo nombre, en una imagen de la década de 1930



Una sala de enormes dimensiones en la Gruta de las Maravillas, en Aracena (Huelva).
(Ayuntamiento de Aracena, F. J. Hoyos y R. Manzano)



Extracción de aguas subterráneas mediante un sondeo, con Sierra Nevada al fondo. (A. Castillo)



Manantial de Fuente Amargosa, en Tolox (Málaga).
(F. Montuno)

tiempo es de sólo unos pocos días. Eso quiere decir que, sin embalses ni otras retenciones del flujo natural de las aguas, los ríos se quedarían sin caudal al poco tiempo después de la última precipitación. Afortunadamente, eso no ocurre debido a los aportes al cauce de aguas subterráneas, de flujo más lento. Esos aportes, conocidos como caudales de base, son de enorme importancia para el mantenimiento de los cursos fluviales.

25. Densidad de surgencias

En regiones muy permeables (acuíferos) la densidad de manantiales es baja, debido a que normalmente el flujo subterráneo se halla muy jerarquizado, dirigiendo las aguas hacia unos pocos puntos de surgencia. Sin embargo, aunque pudiera parecer paradójico, en materiales de baja permeabilidad (acuitardos) el número de manifestaciones de agua es frecuentemente más abundante, ya que en ellos el flujo es más heterogéneo y anárquico, repartiéndose entre un mayor número de puntos de drenaje. Eso sí, se trata de manantiales de bajo caudal y normalmente temporales o efímeros.

26. Diversidad composicional

Se puede decir que no hay dos aguas de manantial con la misma calidad, incluso estando próximas entre sí. Ello es especialmente notorio en macizos rocosos de baja permeabilidad, al aflorar en un mismo punto aguas que han seguido fracturas y discontinuidades de diferentes profundidades y lugares.

27. Edad de las aguas

Las aguas de manantial circulan a baja velocidad, y algunas veces tienen además que hacer tortuosos y larguísimos viajes. Por eso no es de extrañar que lleguen a tener decenios de años de antigüedad (el agua extraída por sondeos puede superar incluso miles de años). La datación de las aguas se realiza mediante complejas técnicas isotópicas.

28. Efecto sifón

En algunos manantiales kársticos, y sobre todo en el interior de cuevas y galerías, es frecuente que se produzcan periódicas y súbitas crecidas de

caudal como consecuencia del rápido vaciado de sifones de agua. Ello puede provocar accidentes fatales de espeleólogos, especialmente en épocas de crecidas. En el exterior, estas salidas intermitentes de agua dan lugar a manantiales denominados sifonantes. Sin necesidad de ello, en aguas altas, después de intensos aguaceros pueden producirse puntas de caudal muy notables en los conductos kársticos, con elevaciones de muchos metros de la lámina de agua subterránea.

29. Embalses subterráneos

Bajo la cota de los manantiales, que actúan de aliviadero, el agua subterránea se encuentra saturando todos los poros y discontinuidades intercomunicadas de la roca. Aunque la proporción de agua en volumen es pequeña, sólo del orden del 5 al 10 %, pueden llegar a alcanzarse fabulosos volúmenes de aguas almacenadas debido a la vasta extensión y espesor que poseen los sistemas acuíferos.

30. Endemismos y especies raras

El aislamiento de manantiales, las peculiares calidades de las aguas y las variables ambientales y climáticas reinantes en cada emplazamiento, han favorecido con el tiempo procesos de diferenciación adaptativa, con la aparición frecuente de especies endémicas o raras. La fauna asociada a aguas subterráneas en grutas kársticas es una de las más diversas y desconocidas. Algo similar ocurre con la fauna y flora de nacimientos hipersalinos, ferruginosos o sulfurosos.

31. Epigrafía de fuentes

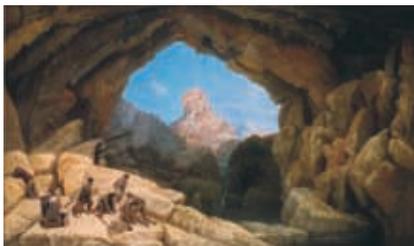
Los antiguos pobladores de Hispania fueron especialmente prolíficos en la elaboración de inscripciones conmemorativas en piedra para dejar constancia de la construcción de sus fuentes. Las más antiguas conservadas datan al menos del siglo XII y las hay de todas las épocas hasta nuestros días, manteniéndose muy viva todavía la tradición de reflejar la fecha, sin olvidar, sobre todo, el nombre del regidor responsable de la obra.



Peligrosa crecida en una cueva por fuertes precipitaciones. Cascada de los Toriles, en el interior del complejo de Hundidero-Gato (Montejaque y Benaolán, Málaga). (Museo Andaluz de Espeleología)

En la doble página siguiente, desde arriba a la izquierda a la derecha: El viaje de Moisés, de J. Bassano. El Pilar de Hinojosa del Duque (Córdoba). Fuente Grande de Alfacar (Granada). Fuente de Senés (Almería). Pilar en Benaocaz (Cádiz). Fuente de la Salud, óleo de I. Marín Garés. Fuente de Casares (Málaga). Manantial del Berral, Santiago-Pontones (Jaén). Cartel de las aguas de Lanjarón (Granada). Fuente de la Jaula, Monda (Málaga). Fuente Mora de Mojácar (Almería). Fiesta de los "Jarritos", Galaroza (Huelva). Pilar Ancho de Carmona (Sevilla). Fuente en Archidona (Málaga). Manantial de la Virgen de Gracia, Carmona (Sevilla). Lavadero de Pegalajar (Jaén). Fuente de Morellana, Luque (Córdoba). Fuente Baena, en Baena (Córdoba).





Bandoleros en la Cueva del Gato, óleo sobre lienzo de Manuel Barrón y Carrillo, 1860.

(Museo de Bellas Artes de Sevilla)



Mujeres en un lavadero cubierto al pie del Calvario, en Cuevas del Almanzora (Almería) a mediados del siglo XX.

(Colección E. Fernández Bolea)



Legendaria efigie del Lagarto, junto a la fuente de la Magdalena de Jaén. (J. A. Sierra)

32. Fecundidad y fuentes

Las aguas de ciertas fuentes poseían un fuerte poder ritual para dotar de fecundidad. Ello se conseguía en forma de inmersión o de libaciones, y, en algunos pueblos, lavando los colchones de boda, con lo que se auguraba, supuestamente, ánimo y fertilidad al futuro enlace.

33. Guerras, bandoleros y manantiales

En épocas de revueltas, los manantiales, y sus frecuentes cuevas y abrigos, en zonas recónditas de montaña se convirtieron en excelentes puntos de refugio, dominio y uso estratégico. No es de extrañar, por tanto, que alrededor de ellos se produjeran abundantes refriegas y hechos, muchos de los cuales han llegado hasta nuestros días, e incluso dado nombre a esos lugares. El bandolerismo andaluz está repleto de episodios junto a fuentes de caminos y cortijadas, o en la soledad de manantiales, cuevas y abrigos de las montañas béticas y de Sierra Morena

34. Lavaderos

Los lavaderos a partir de aguas de manantial siempre fueron preferidos a los de río, sobre todo por la garantía de transparencia y pureza de las aguas, sin olvidar la mayor templanza relativa de éstas en los gélidos días de invierno. Constituyeron un lugar sagrado de sociabilidad femenina, prácticamente el único espacio reservado del que disponían. El lavadero se regía por normas muy estrictas. Se lavaba no sólo la ropa, sino otros enseres domésticos y productos. En algunos había letreros con curiosas restricciones, como no lavar tripas (para la matanza) o ropas de muerto; sin comentarios.

35. Leyendas y cuentos para niños

Muchos manantiales son sitios peligrosos para los más jóvenes. Minas, pozas, albercas, acequias, ríos, charcas, lagunas, etc. han sido siempre lugar de juegos y aventuras infantiles que causaron numerosas desgracias. Por ese motivo, eran frecuentes los cuentos y leyendas de terror sobre tales lugares. Grandes reptiles y monstruos que habitaban en las aguas, profundidades insondables, hombres mantequeros o desapariciones misteriosas

eran invocadas para ahuyentar, en la medida de lo posible, a la chiquillería de estos lugares de peligro.

36. Manantiales de *trop plein*

Esa expresión significa “demasiado lleno” en francés. Con ella los hidrogeólogos denominan los manantiales efímeros que se originan, por encima de los manantiales kársticos habituales, después de prolongados aguaceros con el fin de dar salida a toda la avalancha de agua que en esos momentos circula por la roca. El “romper” o “reventar” del agua puede ir acompañado de silbidos y estruendos, junto a violentas salidas de agua a presión. Es frecuente que estas originen espectaculares saltos y cascadas en “cola de caballo”, con gran estrépito, motivo de atracción vecinal y turística en muchas comarcas.

37. Manantiales en altozanos

Algunas veces los manantiales se localizan en altozanos o cerca de la cima de cerros vigía, planteando más que razonables dudas sobre la procedencia del agua. En esos casos, se suele tratar de relieves rocosos residuales, enraizados con otros más elevados y lejanos, por cuyas fracturas asciende agua a presión, denotando flujos sifonantes (vasos comunicantes). Por ese motivo no es raro que mantengan el agua en épocas de sequía, pese a no disponer aparentemente de cuenca vertiente.

38. “Mesas” de travertinos

Muchos manantiales kársticos están asociados en el paisaje a curiosas formas planas, del tipo mesas o tablas, adosadas a las pendientes laderas carbonatadas. Sobre el terreno se comprueba que estas formaciones están compuestas por carbonato cálcico poco denso y poroso (tobas o travertinos), originadas por precipitación, al desprenderse el anhídrido carbónico de las aguas de surgencia. En esos materiales es frecuente hallar multitud de abrigos y oquedades, muy apreciadas como refugio por la fauna y el hombre primitivo. Con un poco más de observación, es habitual hallar restos calcificados de plantas e incluso de animales, muy útiles en estudios



Cascadas en “cola de caballo” de manantiales de *trop plein* en la sierra de Cazorla (Jaén) después de intensas precipitaciones. (F. J. Rodríguez)



Típica “mesa” de travertinos de la Peña de Arias Montano (Alájar, Huelva), en una fotografía coloreada de E. Hernández Pacheco, hacia 1930. (Consejería de Medio Ambiente, Junta de Andalucía)



Excavando una mina de agua en Almería, a principios del siglo XX. (Colección E. Fernández Bolea)

paleoambientales y de datación. También son frecuentes los travertinos relictos, no asociados a ningún manantial actual, indicativos de paleosurgencias, desaparecidas al ir encajándose por erosión la red fluvial y rebajándose, por tanto, las cotas de drenaje basal.

39. Minas de agua (cimbras, galerías...)

Este tipo de captación puede considerarse entre los trabajos de ingeniería más antiguos realizados por el hombre. De origen persa, se extendió a través de la ruta de la seda, desde Irán (*qanat* o *kanat*) hacia oriente: Afganistán y Pakistán (*karez*), India, Beluchistán (*kahn*), China (*kanerjing*)..., pero también hacia los países limítrofes de los Emiratos Arabes (*falaz*), Jordania y Siria (*qanat romani*), y hacia occidente: Chipre, Egipto, Argelia (*foggara* o *fughara*), Marruecos (*khattara*)..., llegando a España con los romanos (*mina*), y desde aquí al Nuevo Mundo. Muchas minas de agua labradas a pico y pala son kilométricas, constituyendo verdaderos monumentos al esfuerzo y tesón de años del hombre en busca de la preciada agua.

El rebaje de este tipo de obras, para teóricamente aumentar el caudal fluyente, es una práctica muy utilizada, de limitados efectos a medio plazo, ya que lo único que se suele conseguir es aumentar temporalmente el caudal a costa de vaciar parte del embalse subterráneo al provocar un ligero descenso del anterior punto de aliviadero.

40. Noviazgos y fuentes

Las idas y venidas de las féminas a la fuente con los cántaros a la cadera o a hacer la colada eran aprovechadas por los mozos para establecer romances y noviazgos, en épocas en las que la comunicación a solas entre ambos sexos gozaba de pocas oportunidades. También era utilizada la fuente en rituales de noviazgo de tres tipos: los que servían para romper la soltería, los que se utilizaban para adivinar las características del amante y los juegos que propiciaban el encuentro entre solteros y que precipitaban el noviazgo.

41. Ojos de agua

Se denomina así a afloramientos de agua más o menos circulares dentro de materiales detríticos finos (cieno y limo). Son frecuentes en zonas de marismas. Algunos, conocidos como nocles y trampales, tienen la peculiaridad de poseer un fondo de cieno de baja densidad por su saturación en agua ascensional, lo que provoca rápidos y profundos hundimientos si alguien se introduce en ellos. Por este motivo, son sitios peligrosos que suelen estar vallados.

42. Oscilaciones y desfases de caudal

El generoso tiempo que emplea el agua subterránea en desplazarse por el interior de la tierra, desde que se infiltra hasta que brota por manantiales, es la causa de que el caudal de los manantiales presente, afortunadamente, un importante desfase temporal con las precipitaciones. Es muy frecuente que a la gente le sorprenda que en verano muchos manantiales arrojen más caudal que en pleno invierno. Y todavía más si después de secos “rompen” a manar en una época sin lluvias. No obstante, algunos manantiales, especialmente los de extensos acuíferos detríticos y los de materiales poco permeables, no manifiestan tan acusadamente las crecidas y decrecidas, y de ellos se suele decir que “echan siempre la misma agua”, como sinónimo de fuentes seguras y buenas.

43. Poesía, pintura y aguas

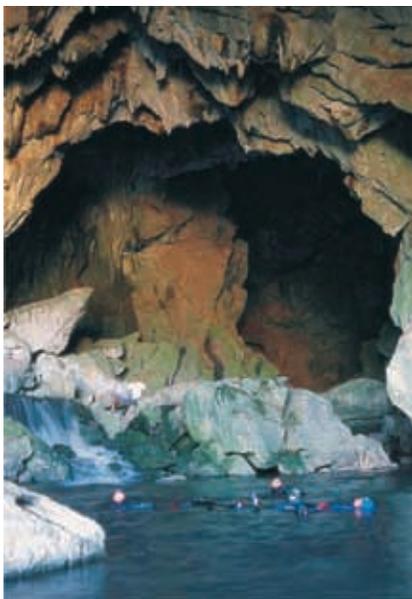
El plácido murmullo de las aguas nacientes y los hermosos y bucólicos paisajes de sus entornos siempre han propiciado la paz interior, la introspección y el afloramiento de las más íntimas sensaciones y sentimientos del hombre, frecuentemente materializados a través de la poesía y la pintura. Son reiterativas las figuras poéticas del caño y la fuente, o las estampas costumbristas junto a la fuente y las láminas de agua, y sus reflejos en la pintura.



Afloramientos de aguas subterráneas, “ojo”, en la marisma seca de Doñana (Huelva).
(H. Garrido) (J.M^o. Fernández-Palacios)



La fuente, óleo sobre lienzo de Manuel Cabral y Aguado Bejarano, 1866. (Colección M. Rueda, Málaga)



Salida del río Guadalequivir por la boca de la Cueva del Gato, Benaolán (Málaga). (A. Iruela)

44. Radiactividad y manantiales

La tierra posee elementos radiactivos que pueden transmitirse de forma natural al agua que circula por su interior y de ahí salir por manantiales. La mayor parte de esa radiactividad procede del gas radón (desintegración del radio-uranio), que está especialmente presente en algunas aguas termales. Sus concentraciones suelen ser bajas, en cuyo caso son beneficiosas para el organismo y apreciadas para ciertos tratamientos terapéuticos.

45. Rezumes y pozos de cañadas

En terrenos de baja permeabilidad, muy frecuentemente margosos o arcillosos, pero también pizarrosos, graníticos y de otros tipos, existe cierto flujo de aguas subterráneas a través de niveles superficiales de alteración. La circulación entonces se adapta a la topografía del terreno, dirigiéndose hacia las zonas más deprimidas, generalmente cañadas o barrancos. En ellos el agua mana muy lentamente y de forma difusa, brindando una humedad extra que se manifiesta por vegetación típica de tarajes, carrizos, cañas, juncos y zarzas. Aunque los caudales son pequeños, pueden tardar en agotarse por las bajas velocidades de flujo, especialmente si las cuencas o áreas de alimentación son extensas. Se trata de un tipo de surgencias muy generalizadas por toda Andalucía, especialmente apreciadas en aquellas zonas rurales, donde, por la naturaleza poco permeable de los terrenos, no se dispone de otras fuentes de abastecimiento. En estas cañadas era frecuente hacer pozos de poca profundidad, con el fin de mantener a buen recaudo de la evaporación y posible contaminación a estas preciadas aguas en los tórridos e inclementes estiajes.

46. Ríos y veneros subterráneos

En la creencia popular está muy arraigada la idea de que el agua circula bajo tierra a través de ríos o veneros subterráneos, que siguen direcciones concretas. Ello se debe, posiblemente, a la observación de ese fenómeno en ciertas cavidades, lo que no es más que una excepción del sistema de flujo subterráneo, que normalmente es en lámina y sumamente lento.

47. Rituales de agua

Los rituales del agua de nuestras fuentes tuvieron, y tienen, un fuerte arraigo popular. La utilización del agua en rituales se debe a tres razones fundamentales: por ser el agua origen de la vida, por su fuerza regeneradora y, sobre todo, por su poder lustral. Por el contacto con el agua se intenta vivificar y captar la fuerza intrínseca de la fuente (o de los objetos sumergidos en ella); también se espera limpiar toda inmundicia, o liberar de todo resto anterior; y por su poder lustral, el agua tiene la facultad de separar, y por esta razón se utiliza en los ritos de paso: el agua vuelve a poner todo en su sitio después de un momento crítico o un desarreglo.

48. Rótulos sanitarios

En épocas relativamente recientes se empezaron a instalar rótulos en fuentes y manantiales que alertaban acerca de la potabilidad de las aguas. Con un criterio excesivamente rígido siempre se indicaba “Agua no potable” cuando ésta era de manantial o fuente, con aguas previamente no desinfectadas (cloradas), aunque su procedencia fuera de lo más puro de montaña. La gente se ha resistido a esas indicaciones, en aguas que habían bebido siempre sin el menor problema. La semántica intentó precisar mejor lo que se quería decir, dando lugar a todo un rosario de indicaciones, seguramente más acertadas. De ese modo pueden leerse carteles como “Agua de manantial no clorada”, “Agua potable sin clorar”, “Agua no tratada sanitariamente”, etc.

49. Salinas y salmueras

Algunas aguas subterráneas circulan a través de depósitos de sal gema (que se comportan como un acuífero kárstico), por lo que sus concentraciones en cloruro sódico alcanzan la saturación, con valores que pueden superar los 350 gramos por litro (10 veces más que el agua del mar), denominándose salmueras. Esas aguas constituyen, si el caudal lo permite, un preciado tesoro para la extracción de sal por evaporación. Las abundantes salinas interiores andaluzas responden a este esquema. El alto valor de la sal en otros tiempos (de esta palabra proviene el nombre de salario), convirtió a



Placas sobre la potabilidad del agua en fuentes de Vélez Blanco (Almería) y Güéjar Sierra (Granada), abajo. (A. Castillo)

Abajo, ritual de adivinación asociado al agua durante la fiesta de San Juan en Fuentes de Andalucía (Sevilla).
(J. Andrada)



esos manantiales en prósperos negocios y enclaves estratégicos, dotados incluso de guarniciones y defensa militar.

50. Sanguijuelas y otros animalejos

Algunas aguas de manantiales y fuentes guardan desagradables sorpresas. En muchas fuentes de aguas templadas, sobre todo a partir de las calcarenitas del Mioceno, son frecuentes las sanguijuelas, de las que las gentes del campo siempre se han guardado, ya que producían algunas muertes de caballerías y otros animales. En otro orden de cosas, los caños de fuentes, y en general las piletas de agua y abrevaderos, siempre han sido lugar predilecto de abejas y avispas. Especial cuidado se ha de tener al tragar directamente del caño, por posibles picaduras en garganta y paladar. Y minas y pozos también han sido lugar preferido por algunos de nuestros ofidios, las culebras, que eso sí, sólo pueden darnos un respetable susto, pero nada más.

51. Supersticiones y fuentes

Las fuentes son lugares que atesoran multitud de supersticiones, muchas de ellas inspiradas en sus supuestos poderes divinos y en abundantes rituales, algunos paganos. Rituales de mediación, curación, purificación, noviazgo, maternidad, etc. Y siempre la superstición universal en forma de moneda lanzada a las aguas con la petición de un deseo.

52. Surgencias submarinas

Ciertos acuíferos costeros mantienen aún salidas activas bajo el mar. Muy excepcionalmente están documentados casos de surgencias puntuales, caudalosas y someras, que llegaron incluso a ser utilizadas directamente como puntos de aguada de pescadores y navegantes en otros tiempos. Actualmente, las surgencias submarinas, muy aminoradas y escasas, se detectan por sus contrastes de temperatura con el agua de mar, utilizando para ello vuelos fotográficos de infrarrojos o falso color (termografías).

53. Suspiradores y explosiones

Después de precipitaciones intensas, el agua que penetra en masa en los macizos kársticos desplaza violentamente al aire contenido en los huecos de la roca. Si la salida del mismo al exterior se produce por conductos estrechos se provocan silbidos y ruidos similares, que algunas veces sobrecogen por parecer suspiros. Excepcionalmente, pueden quedar bolsadas de aire atrapadas en la roca, que la fuerza del agua comprime y empuja hasta provocar violentas salidas con estruendos parecidos a explosiones, perceptibles a muchos kilómetros de distancia. Cuando se oyen se dice que el manantial reventó o rompió.

54. Temperatura de las aguas

Los manantiales tienen la peculiaridad de mantener una temperatura siempre constante, similar a la media atmosférica anual del lugar. Sin embargo, está férreamente arraigada la creencia popular de que las aguas son cálidas en invierno y frías (“hasta doler las manos”) en verano, lo cual no responde más que al contraste térmico entre el cuerpo y el ambiente. En los días fríos del invierno es común ver salir vapor de manantiales, zonas húmedas, rezumes y vaguadas, aun tratándose de aguas frías. Ese efecto térmico colchón de las aguas de manantial fue aprovechado por el hombre primitivo con fines diversos. En invierno, los grandes manantiales –y sus grutas y cuevas frecuentemente asociadas– imponían un cierto alivio térmico, que el hombre buscaba para refugiarse y también para cazar, al ser frecuentados, por el mismo motivo, por animales de sangre caliente. Por el contrario, esos mismos manantiales eran aprovechados en verano para resguardarse del calor inclemente y como improvisadas neveras para sus alimentos. En el mundo rural se han venido utilizando pozos, fuentes y minas de agua para conservar la leche y otros productos perecederos.

55. Terremotos, fracturas y manantiales

Toda la Cordillera Bética es zona sísmicamente activa, donde se producen multitud de terremotos y pequeños temblores de tierra. Esas sacudidas del terreno abren fracturas (o las cierran), por lo que pueden modificar los



“Nuevo” manantial termal de Alhama de Granada, surgido tras el llamado terremoto de Andalucía, del año 1884. (Colección IGME)



Cueva del Agua de Tíscar, en Quesada (Jaén), uno de los numerosos topónimos de Andalucía asociados a los manantiales y las fuentes. (J. Morón)

camino seguidos por las aguas subterráneas y, consecuentemente, los puntos de surgencia o hacer variar su calidad (especialmente la temperatura), como ha ocurrido en numerosas ocasiones. De este modo, hay quien ha querido ver en repentinas alteraciones del caudal o de la temperatura un signo premonitorio de la ocurrencia de un gran terremoto.

56. Tiempos de agotamiento

Cada manantial presenta, en ausencia de precipitaciones, una curva o ecuación característica de decrecimiento de sus caudales. Los hidrogeólogos pueden saber así el tiempo que tardará teóricamente en agotarse en ausencia de precipitaciones. A igualdad de otras variables, cuanto más poroso y permeable es un terreno, más rápidamente se agotan sus fuentes. Ésa es la explicación de por qué modestas fuentes en materiales poco permeables conservan durante más tiempo el agua.

57. Topónimos

Los manantiales, las fuentes y sus aguas han sido un yacimiento casi inagotable de toponimias, que se reparten por todo el campo andaluz y dan sustanciosa información. A título meramente de ejemplo, son muy frecuentes los topónimos que aluden a la calidad del agua: Fuente Amarga, Agria, Herrumbrosa, Hedionda, Dura, Salada, Salobral, Fría, Caliente...; o a su carácter sanador: Fuente Santa, de la Salud, de Aguas Santas, ...; también son abundantes los nombres que se refieren a la fisonomía: Fuente Vieja, Nueva, Redonda, de la Teja, de los Veinticinco Caños, de los Dornajos, del Álamo, de los Berros...; o a la riqueza de aguas: Fuente Grande, Fuenmayor, Chica, Cañuelo, Chorrillo...

58. Transpiración vegetal y surgencias

La vegetación que crece junto a las surgencias detrae parte de sus aguas por transpiración a la atmósfera. En zonas húmedas, el caudal transpirado puede llegar a ser importante, haciendo incluso disminuir los niveles de agua. Un caso curioso es el que se produce en ciertas fuentes forestales, donde la transpiración de la cubierta vegetal es suficiente para aminorar e

incluso agotar los caudales fluyentes durante los días de más calor. Ésa es la explicación de algunos milagrosos rebotes (“remanaos”) de caudales al caer la noche, que desaparecen nuevamente con la salida del sol. Lo mismo puede apreciarse en el lecho de charcas y lagunas.

59. Trashumancia y abrevaderos

Andalucía está surcada por una abundante red de cañadas reales, cordeles y coladas utilizadas por el ganado desde tiempos inmemoriales para desplazarse de los pastos de invierno a los de verano. Estas cañadas se adaptaban a la perfección a la orografía del terreno, a sus puertos y vaguadas. Pero sus trazados también tuvieron en cuenta la existencia de manaderos y fuentes, aguas seguras y puras, imprescindibles para saciar la sed del ganado. De este modo, los manantiales, a menudo convertidos en abrevaderos, eran parte indisoluble de esas “veredas de carne”, junto a las que se levantaron otros elementos etnográficos de gran valor, hoy casi desaparecidos, como descansaderos, majadas, contaderos, puentes, casas de esquila, lavaderos de lana o chozos.

60. Zonas húmedas

Buena parte de las zonas húmedas están asociadas a flujos de aguas subterráneas, más o menos abundantes, y en gran parte ocultos y desconocidos. La estabilidad de los niveles de agua es un buen indicador de la existencia de estos flujos. Existe toda una extraordinaria variedad de zonas húmedas, caracterizadas por constituir ecosistemas de alto valor, especialmente en regiones áridas.

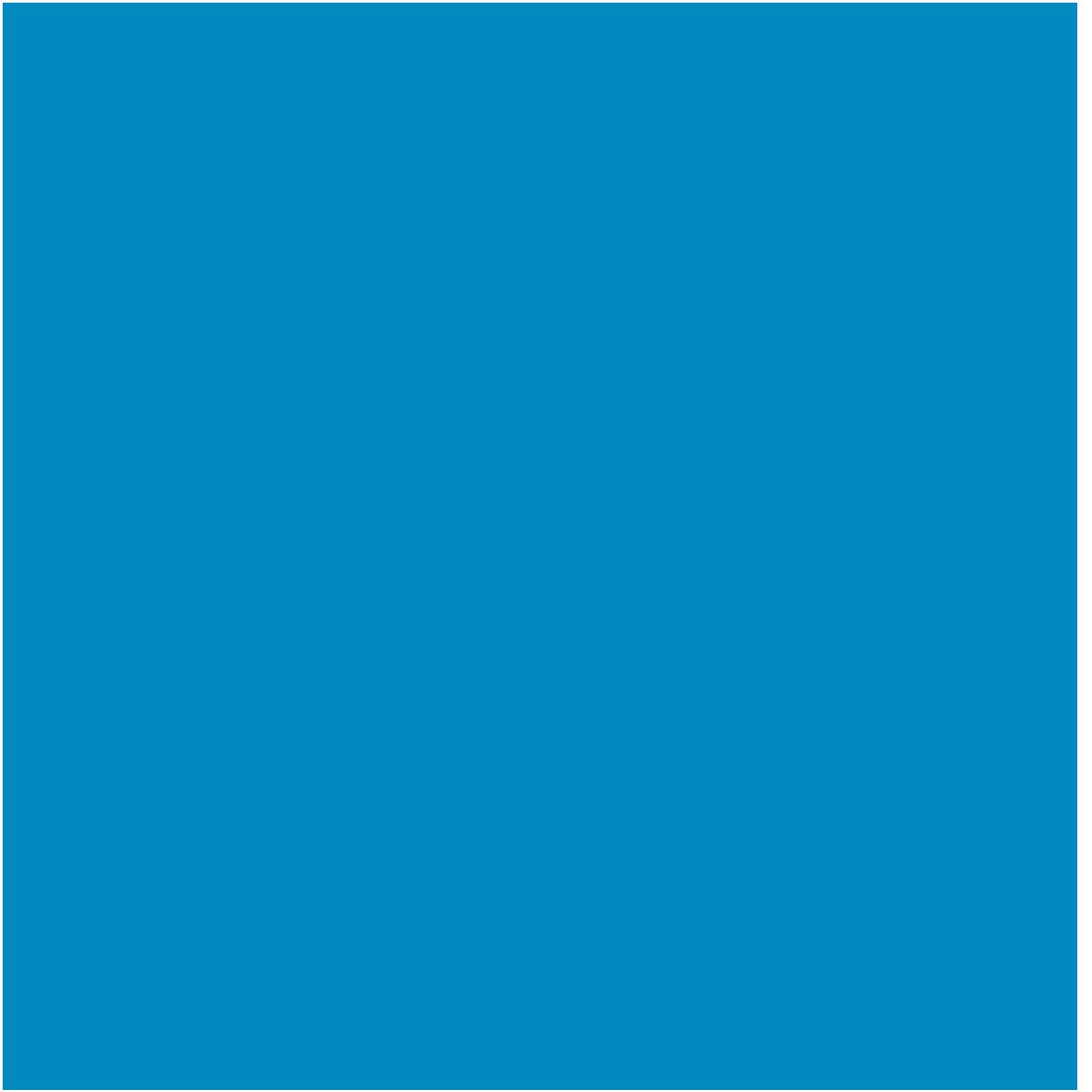
61. Volcanes de barro

Cuando los flujos de agua ascendentes son fuertes y el fondo de la poza del manantial está cubierta por depósitos de limo o cieno, se producen pequeños volcanes de barro. Un fenómeno similar, a mayor escala, es el de ciertos ojos de agua, como nocles y trampales. La baja densidad de esos substratos saturados en agua es causa de rápidos y profundos hundimientos, motivo de frecuentes accidentes.



Vista aérea del “ojo” de las Gangas, en la marisma de Aznalcázar de Doñana, destino de un uso entramado de veredas utilizadas por el ganado y la fauna.

(H. Garrido)



05

EL PROYECTO CONOCE TUS FUENTES

www.conocetusfuentes.com

Conoce tus Fuentes es un proyecto de catalogación vía web de manantiales y fuentes de Andalucía, abierto a la colaboración ciudadana



Logotipos del programa *Manantiales y fuentes de Andalucía: hacia una estrategia de conservación*, dentro del que se enmarca el proyecto *Conoce tus Fuentes*, ambos auspiciados por la Agencia Andaluza del Agua de la Consejería de Medio Ambiente

¿EN QUÉ CONSISTE?

Los manantiales y fuentes de Andalucía constituyen un valioso patrimonio ambiental, socio-económico y cultural que es necesario conocer y proteger mejor. Conscientes de ello, la Agencia Andaluza del Agua de la Consejería de Medio Ambiente ha puesto en marcha el programa *Manantiales y fuentes de Andalucía: hacia una estrategia de conservación*. Entre sus primeros objetivos está el de realizar un inventario-catálogo, abierto a la participación ciudadana. Esa tarea se articula a través del proyecto *Conoce tus Fuentes*.

Andalucía cuenta con un alto número de manantiales y fuentes, extraordinariamente diseminados y repartidos por una vasta extensión, en gran parte montañosa y de complicado acceso. Ésa es la razón principal, aunque no la única, por la que se requiere la colaboración ciudadana para esta labor de catalogación. Para ello se ha articulado y puesto a disposición pública un proceso *on line* a través de la página web www.conocetusfuentes.com.

La universalización de la informática, Internet, de la fotografía digital y de programas gratuitos de localización geográfica (como los portales de ortofotografía digital de la Junta de Andalucía, el SIGPAC del Ministerio de Agricultura, o el *Google Earth*) son herramientas imprescindibles para llevar a cabo esta iniciativa, que hubiera sido inviable hace apenas unos años.

La intención es catalogar los manantiales de mayor valor ambiental, como son muchos de los que se encuentran en el interior de los espacios naturales protegidos y, en cualquier caso, los que dan origen a ríos y demás zonas húmedas permanentes de Andalucía. Del mismo modo, serán también preferentes los manantiales y las fuentes de áreas recreativas, redes viarias y cascos urbanos, en definitiva, las más ligadas al contacto con el hombre, casi siempre poseedoras de un hondo patrimonio social y cultural.

La disponibilidad con el tiempo de una extensa y sólida base de datos será una útil herramienta también para la gestión del agua en Andalucía. A través del conocimiento se deben identificar los manantiales y fuentes vulnerables de mayor relieve ambiental, socio-económico y/o cultural, sobre las que centrar políticas de gestión y conservación preferentes. Del mismo modo, el adecentamiento, la rehabilitación, la recuperación o el realce arquitectónico de las fuentes más señeras, o de aquellas otras con mayores aptitudes para dichas actuaciones, será otro de los objetivos de esta base de datos, cuyas posibilidades de explotación van mucho más allá de las aquí esbozadas.



Pantalla de inicio de la página web www.conocetusfuentes.com

Se considera manantial a toda surgencia (afloramiento) natural de aguas subterráneas. Fuente es un término sumamente frecuente, reservado para aquellos manantiales que han sido acondicionados por la mano del hombre, así como para las captaciones por gravedad (minas, zanjas, drenes, etc.) que han terminado dando lugar a un manantial donde antes no lo había.

Ambos tipos, manantiales y fuentes, son objeto de la catalogación que se propone en *Conoce tus Fuentes*

Conoce tus Fuentes tiene como uno de sus objetivos dejar constancia documental y fotográfica de los manantiales y fuentes de Andalucía en los albores del siglo XXI



Uno de los objetivos del proyecto *Conoce tus Fuentes* es el de dejar constancia fotográfica de los manantiales y fuentes de Andalucía en los albores del siglo XXI. Fotografiando la hermosa fuente de la Jaula (Monda, Málaga). (A. Castillo)

¿CUÁLES SON SUS OBJETIVOS?

El objetivo más directo y evidente de este proyecto es el de crear un inventario-catálogo abierto, que deje constancia documental y fotográfica de las surgencias andaluzas en los albores del siglo XXI, antes de la desaparición de muchas de ellas por la presión de los bombeos y del previsible cambio climático. También se espera aumentar el conocimiento y la sensibilidad ciudadanas hacia nuestros manantiales y fuentes, como valiosos elementos de un patrimonio ambiental, socio-económico y cultural que hunde sus raíces en el hombre y en toda la naturaleza de Andalucía.

Entre las tareas y objetivos a alcanzar por el proyecto *Conoce tus Fuentes* figuran los siguientes:

- Realización de una página web servidora y huésped de información (ya disponible: www.conocetusfuentes.com).
- Diseño de una ficha-encuesta de fácil cumplimentación vía web (ya disponible: ver más adelante y en www.conocetusfuentes.com).
- Elaboración de diverso material divulgativo: audiovisuales, paneles, póster, cuaderno divulgativo, etc. (en gran parte ya disponibles en www.conocetusfuentes.com).
- Puesta en marcha de una campaña de divulgación (jornadas, exposiciones itinerantes, charlas-coloquio, etc.) por algunos de los principales municipios de Andalucía (ver relación en www.conocetusfuentes.com).
- Materialización de acuerdos y estrategias de colaboración con asociaciones y entes sociales. Puesta en marcha de medidas de incentivación (premios, concursos, materiales didácticos, etc.).

- Secretaría de organización (recepción, tratamiento y depuración de la información recibida).
- Implementación y mantenimiento de la página web www.conocetusfuentes.com. Organización de catálogos por provincias y municipios (esta tarea durará hasta la finalización del proyecto, en principio prevista para diciembre de 2009).
- Apoyo a la realización de una exposición y un catálogo de las mejores fotografías recibidas (contemporáneas, curiosas y de época) de fuentes y manantiales de Andalucía.
- Apoyo y asesoramiento a la Agencia Andaluza del Agua para todas aquellas iniciativas complementarias de difusión y divulgación del catálogo de fuentes y manantiales que se consideren oportunas.



La aportación de fotos de época vía correo electrónico o web es posible tras digitalizar, o fotografiar en digital, los originales, muchos de ellos testimonios históricos únicos que se guardan aún en cajas de zapatos en muchos domicilios andaluces.



Conoce tus Fuentes está abierto a cualquier persona o asociación que desee rellenar una ficha-encuesta de un manantial o fuente de Andalucía no catalogado hasta el momento

Ficha-encuesta del proyecto *Conoce tus Fuentes*

¿A QUIÉN VA DESTINADO Y CÓMO SE PUEDE PARTICIPAR?

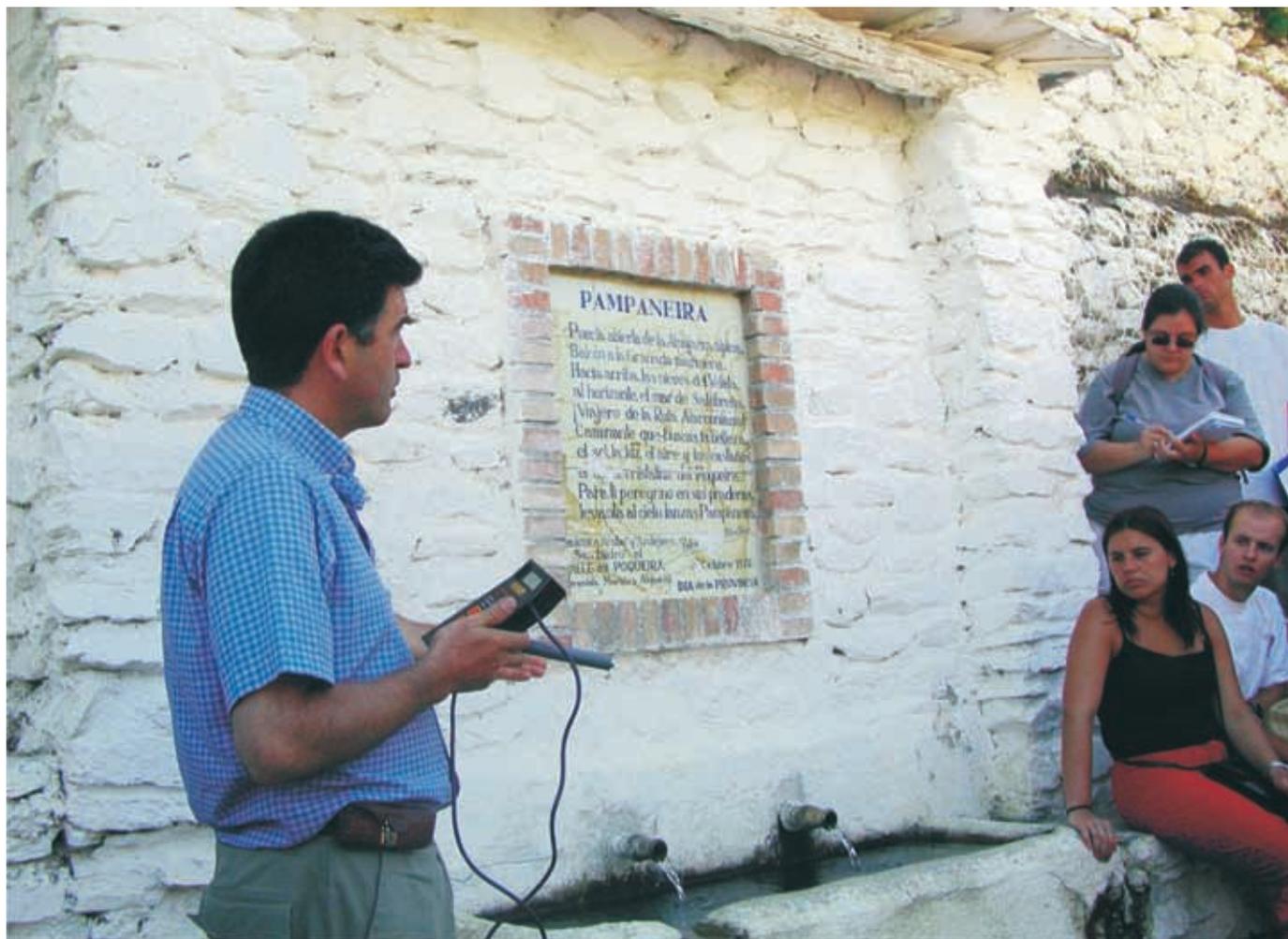
Como se ha comentado, este proyecto está abierto y tiene su razón de ser en la participación ciudadana. Especial colaboración se solicita de ayuntamientos, comunidad educativa, asociaciones (senderistas, ecologistas, culturales, juveniles, vecinales, deportivas, etc.), agentes de medio ambiente y, en general, de todos aquellos particulares que quieran contribuir al conocimiento, valoración, conservación y recuperación de nuestros manantiales y fuentes. Muy importante debe ser la implicación del profesorado y alumnado de Andalucía y de la red de voluntariado ambiental, compuesta por personas y colectivos que, de forma libre, altruista y sin ánimo de lucro, dedican parte de su tiempo libre a mejorar el medio ambiente y la conservación de los recursos naturales. Se siguen así las recomendaciones de participación ciudadana que desde la *Estrategia Andaluza de Educación Ambiental* y la *Directiva Marco de Aguas* se hacen a las Administraciones públicas.

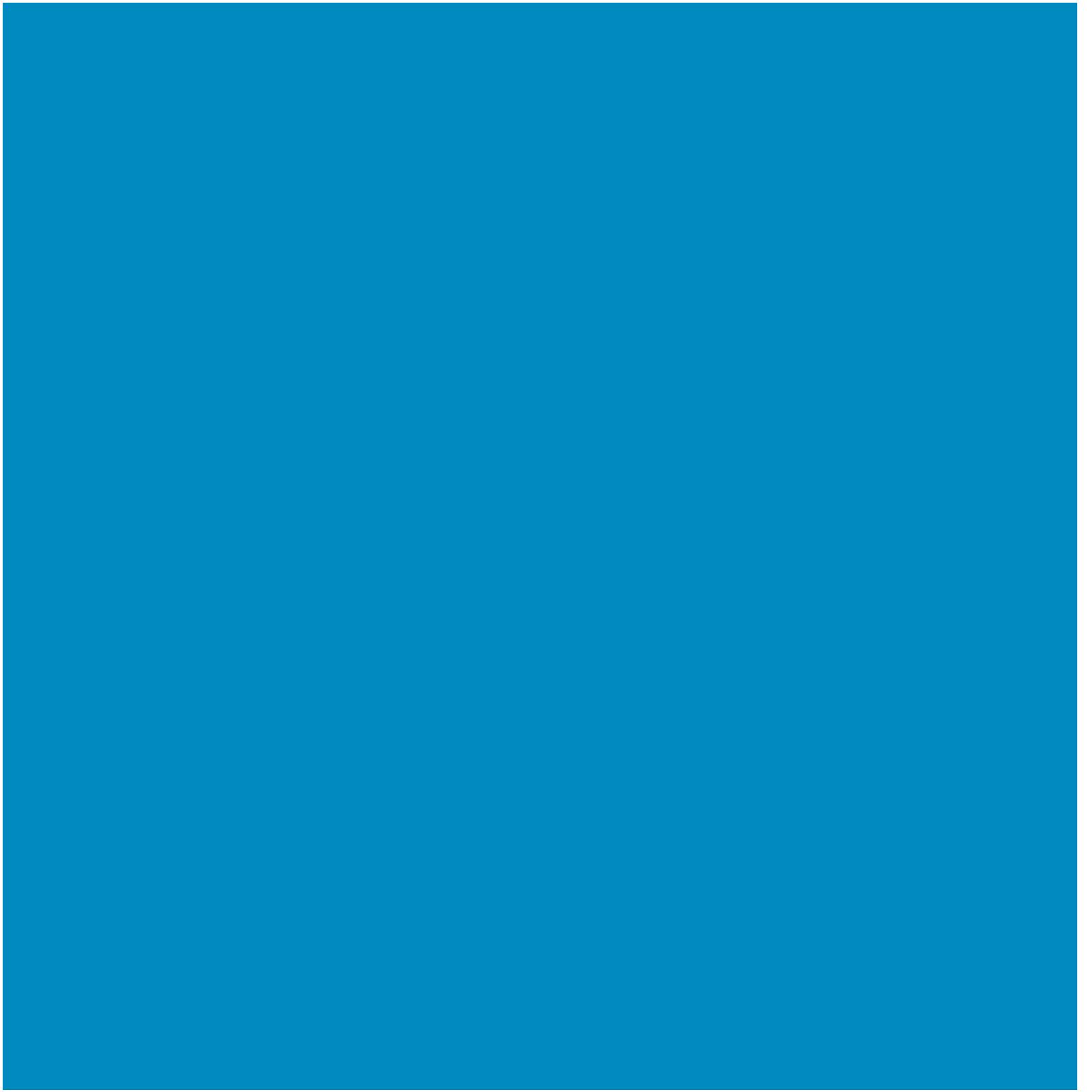
La manera más habitual de participar en *Conoce tus Fuentes* será rellenando la ficha-encuesta (ver a continuación y en www.conocetusfuentes.com, donde se da respuesta a las dudas que se pueden plantear) de un nuevo manantial o fuente de Andalucía.

Quizás el procedimiento más recomendable sea imprimir tantas fichas-encuesta como fuentes se quieran inventariar, y llevarlas en la mochila o en la guantera del coche, para rellenarlas a pie de agua, sin olvidarse de hacer las cuatro fotos digitales requeridas. Delante del ordenador será ya muy fácil trasvasar los datos a la ficha digital y enviarla *on line*. En ese momento, el remitente recibirá en su ordenador el correspondiente acuse de recibo. La ficha será recepcionada por la secretaría del proyecto, cuyos técnicos se encargarán de completar y homogeneizar la información recibida, pudiendo contactar si lo creen necesario con el remitente para aclaraciones o dudas. Una vez realizados esos pasos, la ficha será colgada en la página web para su consulta pública, evitando de paso repeticiones y facilitando su depuración por otros participantes del proyecto.

En cualquier caso, el proyecto tendrá siempre abierto un canal de comunicación vía web o e-mail, para dar respuesta a dudas, sugerencias e informaciones que se crean relevantes sobre manantiales y fuentes de Andalucía.

El proyecto *Conoce tus Fuentes* pretende ser un portal abierto a la colaboración ciudadana para recibir información sobre manantiales y fuentes andaluzas. En la foto, recabando datos de la fuente de Sonsoles (Pampaneira, Granada). (J. Benavente)





06

APÉNDICES

a

Acuicludo Material o formación geológica que, por el insuficiente número y/o tamaño de sus poros y discontinuidades, aún siendo capaz de almacenar cierta cantidad de agua, no puede transmitirla o lo hace con extremada lentitud (equivale a “material impermeable”).

Acuífero Material o formación geológica capaz de almacenar y transmitir agua con facilidad (equivale a “material permeable”).

Acuífero colgado Se dice de tramos permeables de poca potencia que, por diferentes motivos, quedan desconectados del acuífero principal y drenan de forma aislada a mayor cota que las surgencias de base. A sus manantiales se les denomina colgados o también “de ladera”.

Acuífero confinado Es aquél cuya agua se encuentra a una presión superior a la atmosférica, sellada por una capa superior de material impermeable. Al perforar esa capa, el agua asciende, llegando, incluso, a salir a presión a la superficie; se habla entonces de aguas “artesianas” o “surgentes”.

Acuífero libre Es aquel cuya agua se encuentra en equilibrio con la presión atmosférica en toda su superficie. Son los más frecuentes.

Acuífero multicapa Es aquel que presenta varios niveles permeables superpuestos en la vertical, separados por otros tantos tramos impermeables, en los que las aguas suelen presentar presiones y calidades diferentes.

Acuífugo Material o formación geológica que no dispone apenas de poros o discontinuidades susceptibles de ser ocupadas por agua y, consecuentemente, ni es capaz de almacenarla ni de transmitirla (equivale a “material impermeable”).

Acuitardo Material o formación geológica con capacidad de transmitir y almacenar lentamente el agua (equivale a “material semi-permeable”, o “semi-impermeable”, según el caso).

Aforo (de agua) Medida del caudal. En cauces o canales, requiere de secciones uniformes en las que medir la velocidad. A los lugares habilitados para tal fin se les denomina “estaciones de aforo”.

Agria (agua) Agua que posee ciertas cantidades de hierro, suficientes para dar sabor herrumbroso, amargo o agrio, de ahí su calificación.

A R I O

Agua subterránea Agua que fluye bajo la superficie del terreno.

Alimentación Ver aportación/recursos.

Aluviales Materiales detríticos no consolidados de génesis fluvial. Por su elevada porosidad, permeabilidad y habitual conexión con aguas superficiales, presentan gran interés hidrogeológico.

Año hidrológico (o hidráulico) Periodo continuo de doce meses, seleccionados de manera que los cambios globales en el almacenamiento de agua en el acuífero sean mínimos. En nuestra latitud, el año hidrológico comienza el 1 de octubre.

Aportación (de un acuífero) Volumen de agua de cualquier procedencia que recibe anualmente (equivale a “alimentación” o a “recursos renovables”).

Área de recarga (de un acuífero) Superficie permeable expuesta a la infiltración de aguas de precipitación.

Artesiano Ver acuífero confinado.

Balance hídrico (de un acuífero) Ecuación que expresa las diferentes partidas de entradas y salidas, según el principio de que éstas, en un año hidrológico medio, son iguales, con la diferencia de almacenamiento correspondiente.

Calidad (de aguas) Conjunto de parámetros físicos, químicos y biológicos que caracterizan el agua y la hace, más o menos, idónea para sus diferentes tipos de usos, incluido el ambiental.

Captación (de un acuífero) Cualquier tipo de obra realizada con la finalidad de extraer o drenar aguas. Las más habituales son los pozos y sondeos, pero también son abundantes las galerías, zanjas, drenes, etc.

Carbonatados (afloramientos, materiales, acuíferos...) Se refiere a la naturaleza de las rocas, constituidas esencialmente por minerales del grupo de los carbonatos. Entre las rocas sedimentarias pertenecientes a este grupo destacan las calizas y las dolomías. Los mármoles son rocas carbonatadas que han sufrido metamorfismo. Por su alta porosidad y permeabilidad, debida a procesos kársticos, este tipo de materiales presentan gran interés hidrogeológico.

b
c

Careo Acción de abandonar intencionadamente el agua sobre el terreno con la finalidad (entre otras) de recargarlo.

Caudal Volumen de agua por unidad de tiempo que circula por un manantial (fuente, río, arroyo, acequia, etc.). El caudal de base de un río corresponde al que circula por el mismo en época estival, procedente de la descarga de aguas subterráneas (en ríos sin desembalses, ni otras alteraciones antrópicas del flujo).

Caudal ecológico (de un río o nacimiento) Caudal mínimo que debe dejarse fluir para posibilitar el mantenimiento de los procesos y dinámica de los ecosistemas asociados.

Caudal específico (de un manantial) Caudal medio anual por kilómetro cuadrado de área de alimentación que drena en régimen natural.

Ciclo del agua (hidrológico, hídrico) Sucesión de estados y fases por las que pasa el agua en su movimiento desde la atmósfera a la tierra y océanos, y viceversa.

Cimbra Ver galería.

Coefficiente de almacenamiento Ver porosidad.

Coefficiente de infiltración/escorrentía Porcentaje medio anual de agua de precipitación que se infiltra/escurre en un determinado sector (cuenca, acuífero, etc.).

Composición (de un agua subterránea) Conjunto de sustancias químicas que incorpora el agua, en gran parte adquiridas en su circulación por el interior de la tierra.

Conductividad eléctrica Ver salinidad.

Cono o conoide de depresión (de un acuífero) Depresión en forma de cono o embudo de la superficie piezométrica, causada normalmente por el bombeo desde una o más captaciones.

Contaminación (de aguas) Afección causada, directa o indirectamente, por el hombre, que ha modificado las características físicas, químicas y/o biológicas del agua, hasta hacerla, parcial o totalmente, inadecuada para el uso al que estaba destinada, incluido el ambiental.

A R I O

Cuenca (hidrográfica, vertiente, receptora, fluvial, de drenaje, recepción) Unidad territorial, caracterizada por drenar superficialmente a un mismo cauce. Es la unidad básica o elemental de gestión del agua.

Cueva Forma de conducción del agua (activa o fósil) con desarrollo, más o menos horizontal, habitualmente dentro de rocas solubles (carbonatadas y evaporíticas). Según su morfología y dimensiones se denominan “corredores”, cuando son largas y estrechas; “galerías” cuando son muy altas; y “salas” cuando son muy amplias.

Curva de agotamiento (de un manantial) Gráfica (o función) caudal-tiempo en ausencia de precipitaciones, que muestra la pauta de decrecimiento del caudal fluyente.

Detríticos (afloramientos, materiales, acuíferos...) Se refiere a la naturaleza de las rocas, constituidas por fragmentos de diversa naturaleza y tamaño. Según este último, pueden ser arcillas, limos, arenas o gravas. Por su alta a media porosidad y permeabilidad (excepto las arcillas y limos finos) son materiales que presentan interés hidrogeológico.

Dureza Concentración de iones de calcio y magnesio presentes en el agua. Se suele medir en grados franceses. Da idea del grado de mineralización y del poder incrustante del agua.

Embalse subterráneo Masa de agua contenida en una formación geológica permeable (acuífero). Equivale a acuífero saturado. También hace referencia al volumen de agua en tránsito (“recursos renovables”) y al almacenado bajo los aliviaderos naturales (“reservas”).

Escorrentía Fracción del agua de precipitación que escurre o fluye por la superficie del terreno.

Espeleotemas Depósitos, generalmente de naturaleza carbonatada, sobre las paredes de los conductos subterráneos. Las más habituales son las “estalactitas” (enraizadas desde el techo), las “estalagmitas” (dispuestas sobre el suelo), las “columnas” (de la unión de estalactitas y estalagmitas) y las “cortinas” (unión lateral de varias columnas).

Evaporíticos (afloramientos, materiales, acuíferos...) Se refiere a la naturaleza de las rocas, constituidas esencialmente por minerales muy solubles, tipo yeso o halita (sal gema). Se trata de rocas sedimentarias, que si son masivas pueden tener un comportamiento hidrogeológico similar al de las rocas carbonatadas. En esos casos, por su media a alta porosidad y permeabilidad, debida a procesos kársticos, presentan interés

d

e

hidrogeológico. Sus drenajes dan aguas salinas o, incluso, salmueras.

Evapotranspiración Fracción del agua de precipitación que se evapora directamente desde el terreno o es transpirada por los seres vivos (sobre todo la vegetación).

f

Fuente Término sumamente frecuente, que indica cierta actuación humana, bien sea para captar agua por gravedad (a través de minas, galerías, zanjas o drenes), bien para adecuar el manantial con caños u obras de fábrica, o bien para conducir el agua a zonas más accesibles. También entrarían en la consideración de fuentes los drenajes artificiales practicados en canteras y minas, los drenes para la desecación de zonas agrícolas encharcadas y los drenajes realizados en obras civiles para estabilización de taludes y laderas.

g

Galería Ver mina.

Gradiente geotérmico Aumento de la temperatura de la tierra (y de las aguas subterráneas) con la profundidad (aproximadamente 1 °C cada 33 m).

Gradiente hidráulico Pendiente de la superficie piezométrica en un acuífero libre.

“Grea” o “greda” Voz popular, que alude a un material arcilloso muy impermeable, considerado como el substrato impermeable de un acuífero; sinónimo de ausencia de agua en pozos y sondeos.

h

Hidrogeología Ciencia que estudia las aguas subterráneas en su consideración de sustancia mineral que fluye por materiales geológicos. También rama de la geología que trata las aguas subterráneas.

Hidrograma (de un manantial) Gráfica (o función) caudal-tiempo del caudal fluyente.

Humedal Superficie llana que está temporal o permanentemente inundada, regulada, normalmente, por aportes de aguas superficiales y/o subterráneas, y en constante interrelación con la flora y fauna asociada.

i

Impermeable Ver acuicludo/acuífugo.

A R I O

Infiltración Fracción del agua de precipitación que se introduce en el terreno a través de materiales más o menos permeables.

Intrusión marina Proceso por el cual el agua de mar invade un acuífero costero, al descender por bombeos el nivel piezométrico por debajo de la cota del mar.

Isopieza (de un acuífero) Curva o línea que une todos los puntos de la superficie del agua (“superficie piezométrica”) que están a una misma cota en un acuífero libre. La representación de curvas isopiezas de un acuífero se denomina “mapa piezométrico” o “de isopiezas”.

Kárstico/a (rocas, sierras, macizos, paisajes, etc.) Se dice de aquellos procesos o elementos que tienen relación con la disolución de rocas relativamente solubles (carbonatadas y evaporíticas). La “karstificación” sería el proceso de fracturación y posterior disolución de esas rocas, lo que origina morfologías externas (“exokarst”) e internas (“endokarst”) muy peculiares y características (“paisaje kárstico”).

Ley o fórmula de Darcy Ecuación física que rige el movimiento de las aguas subterráneas. Expresa la proporcionalidad entre el caudal de agua que fluye por un medio poroso, en régimen laminar, y el gradiente hidráulico.

Lluvia útil (en hidrología) Fracción del agua de precipitación no evapotranspirada y que, por tanto, queda potencialmente a disposición de la regulación y aprovechamiento por el hombre. Equivale a las partidas de infiltración y escorrentía.

Madre Zanja de drenaje para captación de aguas.

Manantial Cualquier tipo de manifestación externa de agua subterránea. Equivale al término “surgencia”, aunque éste es más amplio. Posee infinidad de sinónimos locales, como nacimiento, naciente, surgencia, manadero, manantío, rezume, rezumadero, fuente, alfaguara, vertiente, venero, mina, cimbra, madre, ojo, nocle, trampal, borreguil y otros muchos.

Manantial de ladera Ver acuífero colgado.

k
l
ll
m

Manantial de *trop plein* Típico manantial efímero o temporal que se activa en acuíferos kársticos por encima de los manantiales habituales sólo en periodos de intensas precipitaciones.

Manantial difuso Se dice de manifestaciones de agua que ocupan una extensión relativamente grande. Realmente se trata de multi-surgencias puntuales.

Manantial efímero Se dice de aquel que sólo permanece activo tras épocas de precipitación.

Manantial permanente Se dice de aquel que no llega nunca a agotarse completamente.

Manantial puntual Se dice del que aflora en un punto a área concreta.

Manantial temporal Se dice de aquel que llega a agotarse completamente después de un largo periodo sin precipitaciones.

Manantial termal Surgencia de agua subterránea con una temperatura que sobrepasa en, al menos, 4° C la media anual del lugar.

Mina (de agua) (también galería o cimbra) Conducto o galería de dimensiones variables excavada en el terreno con la finalidad de captar aguas subterráneas por gravedad. Si es a cielo abierto se habla de “zanja” (también “canal” o “madre”).

Mineralización Ver salinidad.

Molinete Aparato dotado de una hélice, utilizado para conocer la velocidad de una corriente de agua, dato imprescindible para calcular el caudal (una vez conocida la sección de flujo).

n

Nivel o cota piezométrica Es el que alcanza el agua subterránea en la zona saturada del terreno; se mide en m s.n.m. Se denomina también “nivel freático” cuando se trata de un acuífero libre o no confinado. A la lámina de agua de un acuífero libre se la denomina “superficie piezométrica”.

A R I O

Nueva cultura del agua Corriente de pensamiento que predica un uso más racional del agua, en el que queden garantizados unos caudales ecológicos. Aboga por un uso más eficiente del agua, con mayores tasas de ahorro y reutilización.

Permeabilidad Parámetro hidráulico que da idea de la facilidad de un material para permitir o no el paso del agua (o de otro fluido) a través de sus poros y discontinuidades.

Permeable De permeabilidad, ver acuífero.

Piezómetro Normalmente, sondeo de pequeño diámetro (u otro tipo de obra o captación) utilizado para medir la cota del agua subterránea. En sondeos de gran diámetro se puede realizar esta operación a través de tubos de pequeño diámetro (“tubos piezométricos”).

Pluviómetro Aparato que mide la precipitación. Si lo hace en continuo se denomina “pluviógrafo”. Los dispositivos destinados a medir nieve de llaman “nivómetros” o “nivógrafos”, según los casos.

Porosidad (eficaz) Relación entre el volumen de huecos interconectados, susceptibles de ser ocupados por agua que pueda fluir por gravedad, y el volumen total de roca o sedimento (se expresa en %). Término similar a “coeficiente de almacenamiento”. Básicamente hay dos tipos de porosidad según la naturaleza de los huecos, la intergranular (acuíferos detríticos) y la debida a fracturación y disolución (acuíferos kársticos).

Precipitación Cualquier tipo de aportación de agua al suelo desde la atmósfera. Habitualmente lluvia y nieve. Otros tipos, como la condensación (rocío, escarcha) o la intercepción, se denominan precipitación oculta, al no ser medidos por los pluviómetros convencionales.

Recarga artificial Acción planificada para introducir agua en el terreno, normalmente a partir de excedentes de superficie (ríos).

Recursos (subterráneos) Volumen de agua que recibe anualmente un acuífero. Generalmente, suele proceder de infiltración de aguas de precipitación (“recursos propios”), pero también a partir de ríos, retornos de regadío, etc. Término equivalente al de “alimentación” o “aportación” anual; se expresan en hm³/año.

p

r

Regulación (de manantiales) Explotación por bombeo que provoca el agotamiento o la disminución de caudal de los manantiales, con el objeto de adecuar el régimen de los caudales fluyentes al de las demandas.

Reservas Volumen de agua almacenada en un embalse subterráneo por debajo de su cota de aliviadero; se expresan en hm³.

Residuo seco Ver salinidad.

S

Salinidad o mineralización (del agua) Conjunto de sales disueltas que posee el agua. Se suele medir indirectamente por la “conductividad eléctrica” (antiguamente por el “residuo seco”).

Semi-permeable/semi-impermeable Ver acuitardo.

Sima Forma de conducción de las aguas subterráneas de desarrollo eminentemente vertical abierta al exterior.

Sobreexplotación (de un acuífero) Término de compleja definición, que admite diferentes matizaciones. En general, se dice de un acuífero cuyas extracciones plurianuales son superiores a las aportaciones del mismo periodo, lo que provoca progresivos descensos del nivel piezométrico por consumo de reservas.

Sulfurosas (aguas) Aguas que poseen gas sulfhídrico, que al desprenderse da un característico y desagradable olor a huevos podridos. Se las conoce también como hediondas.

t

Toba Ver travertino.

Transmisividad Parámetro hidráulico que da idea de la cantidad de agua que puede fluir por un acuífero. Más estrictamente, caudal que circula a través de una sección de acuífero de anchura unidad, bajo un gradiente unitario. Corresponde al producto entre permeabilidad y espesor saturado.

Travertino Roca porosa y poco densa formada por precipitación de carbonato cálcico, en general alrededor de restos vegetales, a partir de la desgasificación de aguas de manantial o de tramos altos de ríos. Término equivalente a “toba”.

A R I O

Trazador Sustancia añadida al agua subterránea para conocer sus direcciones de flujo y otras variables hidrogeológicas.

Unicidad del agua Principio universal que dictamina que todas las aguas son una misma, con las únicas diferencias de su estado (gas, líquido o sólido) y de su tipo dentro del ciclo hídrico.

Uso conjunto Principio por el cual las aguas superficiales y subterráneas deben gestionarse como una misma agua.

Venero de agua Término muy popular, que viene a indicar corriente o río de agua subterránea.

Zahorí Persona que supuestamente tiene poderes para descubrir aguas subterráneas (y otras sustancias minerales). Tienen mucho predicamento en el mundo rural, utilizando habitualmente para tal fin horquillas de diversos tipos y naturaleza.

Zona saturada / no saturada Franja de un acuífero en la que todos sus poros están ocupados por agua, cuya componente de flujo es eminentemente horizontal. Por encima de la anterior se encuentra la zona no saturada, en la que el flujo de agua es básicamente vertical; entre ambas zonas de halla la superficie piezométrica en acuíferos libres

U

V

Z



LIBROS Y ARTÍCULOS

- AGENCIA ANDALUZA DEL AGUA. 2007. **El agua en la pintura andaluza**. Vol. I: **Reflejos del agua en la pintura andaluza**. Vol. II: **Realidades del agua en Andalucía**. Consejería de Medio Ambiente de la Junta de Andalucía, Madrid, Vol. I 352 pp. Vol. II 365-510 pp.
- Baeza Rodríguez-Caro, J., Rubio Campos, J. C. y Luque Espinar, J. A. 2003. **Las aguas minerales, minero-medicinales y termales de la provincia de Jaén**. IGME, Serie: Hidrogeología y Aguas Subterráneas, Madrid, 176 pp.
- Bestué, I. y González Tascón, I. 2006. **Breve guía del patrimonio hidráulico de Andalucía**. Agencia Andaluza del Agua, Sevilla, 277 pp.
- Calaforra, J. M. y Berrocal, J. M. (Eds.) 2008. **El Karst de Andalucía: geoespeleología, bioespeleología y presencia humana**. Consejería de Medio Ambiente, Junta de Andalucía, 247 pp.
- Cantero Martín, P. A. 1995. **Arquitectura del Agua. Fuentes Públicas de la Provincia de Sevilla**. Sevilla, 221 pp.
- Castillo Martín, A. 2002. **Manantiales de Granada**. Granada, Diputación, col. los libros de la Estrella, 12, Granada, 168 pp.
- Castillo Martín, A. (Coord.). 2008. **Manantiales de Andalucía**. Agencia Andaluza del Agua, Consejería de Medio Ambiente, Junta de Andalucía, Sevilla, 416 pp.
- Catalán, F. 2005. **Manantiales de Málaga: sus aguas, las ciencias y sus cosas**. Diputación, Málaga, 468 pp.
- Consejería de Medio Ambiente, Junta de Andalucía. 2005. **Caracterización ambiental de humedales en Andalucía**. CMA, Madrid, 511 pp.
- Consejería de Medio Ambiente, Junta de Andalucía. 2006. **Geodiversidad y patrimonio geológico de Andalucía**. TECNA, CMA, Madrid, 326 pp.
- Córdoba, R. y Castillo, F. 1999. **Fuentes de la provincia de Córdoba**. Diputación, Córdoba.
- Custodio, E. y Llamas, M. R. 1983. **Hidrología subterránea**. Omega, Barcelona, 2.350 pp.
- Directiva 2000/60/CE** del Parlamento y del Consejo, de 23 de octubre de 2000, por la que se establece un marco comunitario de actuación en el ámbito de la política de aguas.
- Durán Valsero J. J. y López Martínez, J. (Eds.) 1999. **Karst en Andalucía**. Instituto Geológico y Minero de España, Madrid, 192 pp.
- Franco, J. M. y Moya, M. 2001. **Sitios del Agua (Sierra de Aracena y Picos de Aroche)**. Grupo de Desarrollo Rural Sierra de Aracena y Picos de Aroche, Huelva, 126 pp.
- González Bernáldez, F. 1992. **Los paisajes del agua: terminología popular de los humedales**. J. M. Reyero Editor, Madrid, 257 pp.
- González Ramón, A., Rubio Campos, J. C. y López Geta, J. A. (Eds.) 2006. **El agua subterránea en las Sierras de Cazorla, Segura y Las Villas**. IGME, col: Hidrogeología y Espacios Naturales, 202 pp.

LIBROS Y ARTÍCULOS

- IGME. 2001a. ***Aguas subterráneas, paisajes y vida. Acuíferos de España.*** Del Pozo Gómez, M. y otros (Eds.), Madrid, 470 pp.
- IGME. 2001b. ***Las aguas minerales en España.*** Madrid. Baeza, J., López Geta, J. A. y Ramirez Ortega, A. (Eds.), Madrid, 454 pp.
- IGME-Diputación de Cádiz. 2005. ***Atlas hidrogeológico de la provincia de Cádiz.*** Edipack Gráfico, Cádiz, 264 pp.
- IGME-Diputación de Granada. 2006. ***Guía de manantiales de la provincia de Granada.*** Granada. Rubio Campos, J. C., Beas Torroba, J., López Geta, J. A. y Alcaín Martínez, G. (Eds.), 286 pp.
- IGME-Diputación de Málaga. 2007. ***Atlas hidrogeológico de la provincia de Málaga.*** IGME, 3t.
- IGME-Diputación de Sevilla. 2003. ***Atlas hidrogeológico de la provincia de Sevilla.*** Lufercomp, Sevilla, 208 pp.
- IGME-Junta de Andalucía. 1998. ***Atlas hidrogeológico de Andalucía.*** Sevilla, Rugosa, Jomagar, Sevilla, 216 pp.
- ITGE. 1988. ***El agua subterránea en Andalucía.*** Madrid. Instituto Tecnológico Geominero de España, 71 pp.
- ITGE-Diputación de Granada. 1990. ***Atlas hidrogeológico de la provincia de Granada.*** Diputación, Granada, 107 pp.
- ITGE-Diputación de Huelva. 1993. ***Atlas hidrogeológico de la provincia de Huelva.*** 98 pp.
- ITGE-Diputación de Jaén. 1997. ***Atlas hidrogeológico de la provincia de Jaén.*** 175 pp.
- Junta de Andalucía, Consejería de Medio Ambiente, 2007. ***Conservación de Ríos. Guías prácticas de voluntariado ambiental.*** Egea impresores, Sevilla, 120 pp.
- Ley 10/2001**, de 5 de julio, del Plan Hidrológico Nacional.
- López Geta, J. A. y otros. 2001. ***Las aguas subterráneas; un recurso natural del subsuelo.*** Instituto Geológico y Minero de España y Fundación Marcelino Botín, 94 pp.
- Medianero Hernández, J. M. 2003. ***Fuentes y lavaderos en la Sierra de Huelva.*** Diputación, Huelva, 239 pp.
- Real Decreto 907/2007**, de 6 de julio, del Reglamento de Planificación Hidrológica.
- Real Decreto Legislativo 1/2001**, de 20 de julio, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Aguas.
- Rubio Campos, J. C., González Ramón, A. y López Geta, J. A. (Eds.). 2007. ***El agua subterránea en el Parque Natural de Sierra Mágina*** (Jaén). IGME, col: Hidrogeología y Espacios Naturales, 150 pp.
- Sánchez Díaz, L. y Castillo, A. (Eds.) 2005. ***Itinerario hidrogeológico por el litoral mediterráneo andaluz.*** Universidad de Granada y Agencia Andaluza del Agua. Col. Tierras del Sur, 32, 238 pp.

D I R E C T O R I O

Agencia Andaluza del Agua (Sede central)

Avda. Américo Vespucio, 5, puerta 2.
41071 Sevilla.
Tfno. 955 625 298. Fax 955 693 198.
[www.juntadeandalucia.es/
agenciadelagua](http://www.juntadeandalucia.es/agenciadelagua)

Centro de Nuevas Tecnologías del Agua (CENTA).

Avda. Américo Vespucio, 5-1.
41092 Sevilla.
Tfno. 954 460 251. Fax: 954 461 256.
centa@centa.org.es

Confederación Hidrográfica del Guadalquivir (sede central)

Plaza de España, Sector II.
41071 Sevilla.
Tfno. 954 939 400. Fax 954 233 605.
www.chguadalquivir.es

Consejería de Medio Ambiente de la Junta de Andalucía (sede central)

Avda. Manuel Siurot, 50
41071 Sevilla.
Tfno. 955 003 400.
[www.juntadeandalucia.es/
medioambiente](http://www.juntadeandalucia.es/medioambiente)

Consejería de Medio Ambiente

(Delegación provincial de **Almería**).
C/Reyes Católicos, 43. 04071 Almería.
Tfno: 950 012 800. Fax: 950 012 826
Volalm.cma@juntadeandalucia.es

Consejería de Medio Ambiente

(Delegación provincial de **Cádiz**).
Pza. Asdrúbal, s/n 3ª Planta.
11048 Cádiz.
Tfno: 956 008 700. Fax: 956 008 703
Volcad.cma@juntadeandalucia.es

Consejería de Medio Ambiente

(Delegación provincial de **Córdoba**).
Santo Tomás de Aquino s/n. Edif. Serv.
Múltiples, 7º.
14071 Córdoba.
Tfno: 957 001 300. Fax: 957 001 262
Volcor.cma@juntadeandalucia.es

Consejería de Medio Ambiente

(Delegación provincial de **Granada**).
C/ Marqués de la Ensenada, 1.
18071 Granada.
Tfno: 958 026 000. Fax 957 001 262
Volgra.cma@juntadeandalucia.es

Consejería de Medio Ambiente

(Delegación provincial de **Huelva**).
C/ Sanlúcar de Barrameda, 3.
21071 Huelva.
Tfno: 959 011 500. Fax: 959 011 501
Volhue.cma@juntadeandalucia.es

Consejería de Medio Ambiente

(Delegación provincial de **Jaén**).
C/ Fuente del Servo, 3.
23071, Jaén.
Tfno: 953 012 400. Fax: 953 012 508
Voljae.cma@juntadeandalucia.es

Consejería de Medio Ambiente

(Delegación provincial de **Málaga**).
C/ Mauricio Mora Pareto, Edif.
Eurocam, Bq. Sur, plta. 3ª y 4ª.
29071 Málaga.
Tfno: 951 040 058. Fax: 951 040 108
Volmal.cma@juntadeandalucia.es

Consejería de Medio Ambiente

(Delegación provincial de **Sevilla**).
Avda. de la Innovación s/n. Edif.
Minister.
41020 Sevilla.
Tfno: 955 004 400. Fax: 955 004 401
Volsev.cma@juntadeandalucia.es

D I R E C T O R I O

Cuenca Mediterránea Andaluzá

(sede de **Málaga**).
Paseo de Reding, 20.
29016 Málaga.
Tfno. 952 126 700

Fundación Nueva Cultura del Agua

(sede central).
C/ Pedro Cerbuna, 12. Residencia de
profesores, 4º Dcha. 1.
50009 Zaragoza.
Tfno: 976 761 572.
fnca@unizar.es
www.unizar.es/fnca

Instituto del Agua de la Universidad de Granada

C/ Ramón y Cajal, 4.
18071 Granada.
Tfno. 958 248 016. Fax: 958 243 094
www.ugr.es/local/iagua

Instituto Geológico y Minero de España

(sede central).
C/ Ríos Rosas, 23.
28003 Madrid.
Tfno. 913 495 700. Fax: 914 426 216.
www.igme.es

Instituto Geológico y Minero de España

(Oficina de **Almería**).
C/ Real, 115. 3ºA.
04002 Almería.
Tfno. 950 251 166. Fax: 950 251 984.
almeria@igme.es

Instituto Geológico y Minero de España

(Oficina de **Granada**).
Urb. Alcázar del Genil, 4, Edif. Zulema,
Bajo.
18006 Granada.
Tfno. 958 183 143. Fax: 958 122 990.
granada@igme.es

Instituto Geológico y Minero de España

(Oficina de **Sevilla**).
Subdelegación del Gobierno. Plaza de
España, Torre Norte.
41013 Sevilla.
Tfno. 954 236 611. Fax: 954 236 737.
sevilla@igme.es

Programa Andarrios

Consejería de Medio Ambiente,
Dirección General de Educación
Ambiental y Sostenibilidad.
Avda. Manuel Siurot, 50.
41013 Sevilla.
Tfno: 955 003 400. Fax: 955 003 773.
andarrios.cma@juntadeandalucia.es
www.andarrios.org

Proyecto Conoce tus Fuentes

Instituto del Agua de la Universidad de
Granada.
C/ Ramón y Cajal, 4.
18071 Granada.
Tfno. 958 240 426.
lsanchezdiaz@ugr.es

W

Agencia Andaluza del Agua

(Consejería de Medio Ambiente)
[www.juntadeandalucia.es/
agenciadelagua](http://www.juntadeandalucia.es/agenciadelagua)

Agua Dulce

www.agua-dulce.org

Asociación Internacional de Hidrogeólogos

(grupo español)
www.aih-ge.org

Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas

(Ministerio de Fomento)
www.cedex.es

Club del Agua Subterránea

www.clubaguasub.org

Confederación Hidrográfica del Guadalquivir

www.chguadalquivir.es

Consejería de Medio Ambiente

(Junta de Andalucía)
www.juntadeandalucia.es/medioambiente

Convenio Ramsar

www.ramsar.org

W

Ecologistas en Acción

www.ecologistasenaccion.org

Fundación Nueva Cultura del Agua

www.unizar.es/fnca

Instituto del Agua de la Universidad de Granada

www.ugr.es/local/iagua

Instituto Geológico y Minero de España

(Ministerio de Ciencia e Innovación)
www.igme.es

Instituto Nacional de Meteorología

(Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino)
www.inm.es

Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino

www.marm.es

Ortofotografía Digital de Andalucía

(Consejería de Medio Ambiente)
www.andaluciajunta.es/ortofotografia

Ploppy, la defensora de las aguas subterráneas (IGME)

ploppy2.alcaraz.com

W

Programa Andarriós

(Consejería de Medio Ambiente, Junta de Andalucía)
www.andarrios.org

Proyecto Aguas

(Universidad de Granada)
www.ugr.es/local/aguas

Proyecto Conoce tus Fuentes

(Agencia Andaluza del Agua y Universidad de Granada)
www.conocetusfuentes.com

Red Hidrosur

(Agencia Andaluza del Agua, Consejería de Medio Ambiente)
[www.
hidrosur.agenciaandaluzadelagua.es](http://www.hidrosur.agenciaandaluzadelagua.es)

Restauración de Ríos

(Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino)
www.restauracionderios.org

Ríos con Vida

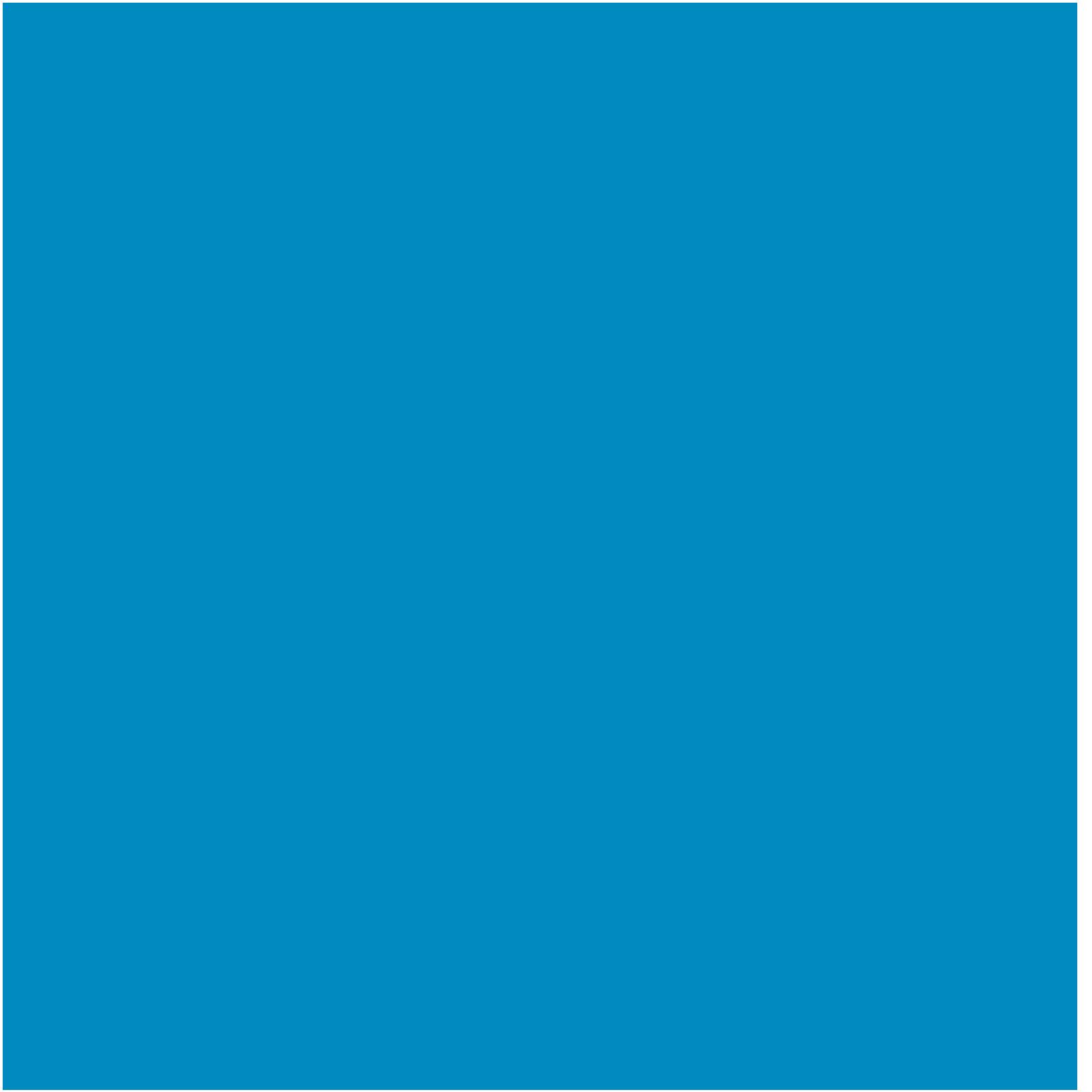
www.riosconvida.es

Sistema de Información Geográfica de Parcelas Agrícolas (SIGPAC)

(Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación)
www.mapa.es/es/sig/sig1.htm

UNESCO (Agua)

www.unesco.org/water





Este libro se acabó de imprimir el día
7 de febrero de 2009,
onomástica de Moisés, nombre cuya raíz significa
“salvado de las aguas”.

