

HIDROGE⁵DÍA

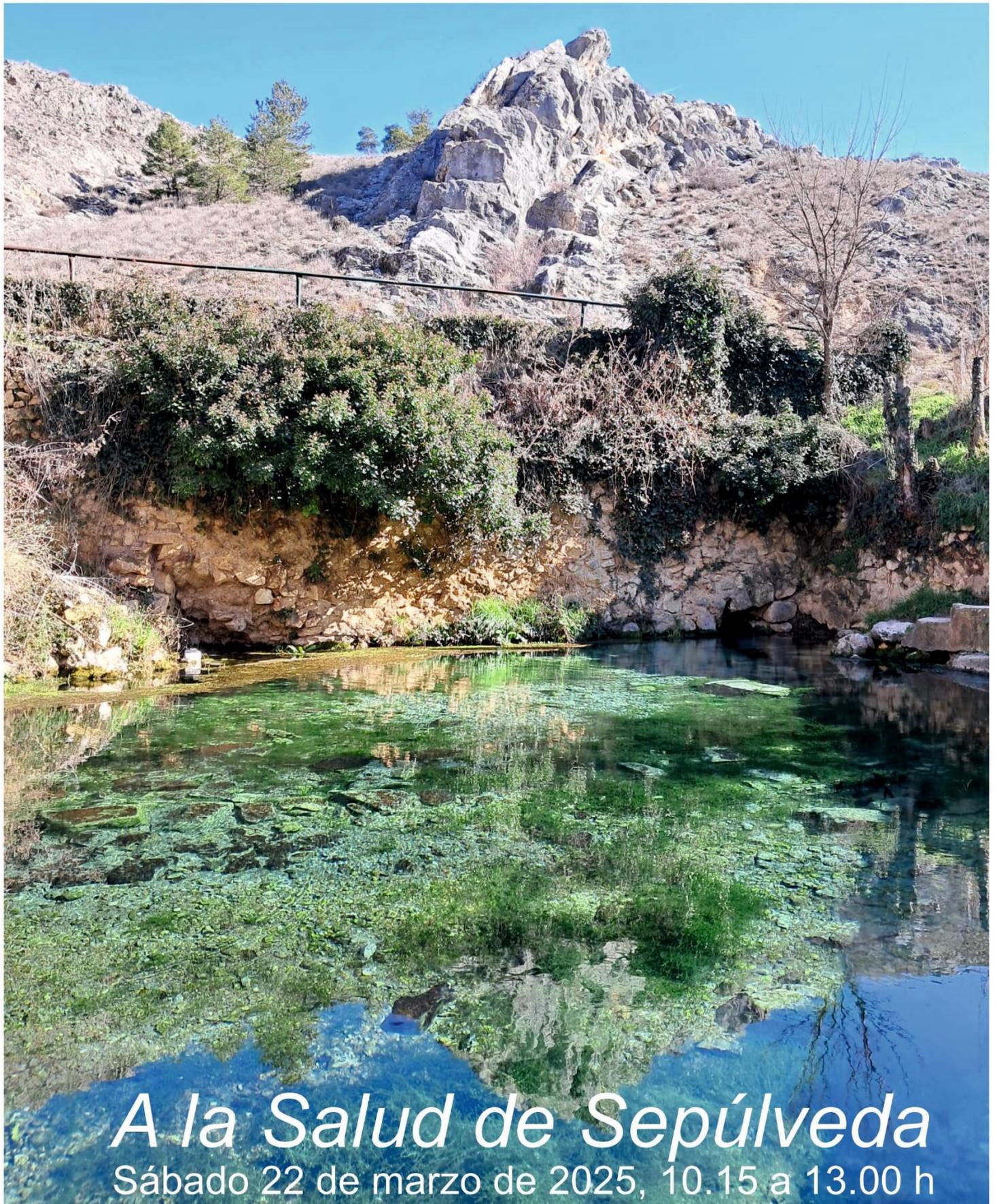
2025 SEGOVIA



Asociación Internacional de Hidrogeólogos
Grupo Español



geología
de Segovia



A la Salud de Sepúlveda
Sábado 22 de marzo de 2025, 10.15 a 13.00 h

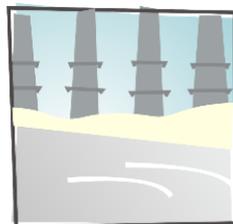
COORDINA (a nivel nacional):

Asociación Internacional de Hidrogeólogos – Grupo Español (AIH-GE)



**Asociación Internacional de Hidrogeólogos
Grupo Español**

ORGANIZA (a nivel provincial de Segovia): Asociación Geología de Segovia (GSg)



**geología
de Segovia**

COLABORA (en esta edición):

- Instituto Geológico y Minero de España (IGME, CSIC)
- Conexión Geociencias (CSIC)
- Proyecto Tarquín (DGA-CSIC-IGME)



CSIC
CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS



IGME
INSTITUTO GEOLÓGICO Y MINERO DE ESPAÑA



Imagen de portada: Cartel anunciador del Hidrogeodía 2025 Segovia. Diseño de Andrés Díez Herrero (IGME-CSIC y GSg) con fotografía de Geología de Segovia.

EL HIDROGEODÍA

El **Hidrogeodía** es una jornada de divulgación de la **Hidrogeología** (rama de la geología que estudia las aguas subterráneas, teniendo en cuenta sus propiedades físicas, químicas y sus interacciones con el medio físico, biológico y la acción de los seres humanos), que se celebra con motivo del **Día Mundial del Agua** (22 de marzo).

Esta jornada está promovida por el Grupo Español de la Asociación Internacional de Hidrogeólogos (AIH-GE) con la colaboración de Organismos Públicos de Investigación y Universidades, y consta de **actividades de divulgación, abiertas al público en general, gratuitas** y guiadas por hidrogeólogos/as.

Desde el segundo año de celebración del Hidrogeodía (2018), la provincia de Segovia se incorporó a la iniciativa, organizando el Hidrogeodía Segovia.

En la **organización** del Hidrogeodía Segovia siempre ha estado la **asociación Geología de Segovia** y con la **coorganización y colaboración** de otras entidades, como: el programa de educación ambiental Segovia Educa en Verde del Ayuntamiento de Segovia (2018); el Ayuntamiento de Arahuetes y la Asociación cultural de Pajares de Pedraza (2019); el Ayuntamiento de Valseca y el IES María Moliner de Segovia (2021); el programa de educación ambiental Segovia Educa en Verde del Ayuntamiento de Segovia y el Parque Nacional de la Sierra de Guadarrama (2022); el Ayuntamiento de Carbonero el Mayor y el IES Vega del Pirón (2023); el

programa de educación ambiental Segovia Educa en Verde del Ayuntamiento de Segovia, el Ayuntamiento de Valseca, la Concejalía de Cultura del Ayuntamiento de Segovia, la asociación cultural Valseca de Boones y la asociación de vecinos y amigos “Pinilla” de Zamarramala (2024); y el Instituto Geológico y Minero de España (IGME, CSIC), la Conexión Geociencias (CSIC) y el proyecto Tarquín (DGA-CSIC-IGME).

Las siete ediciones (más un año suspendido por la CoVID-19) del Hidrogeodía Segovia han sido (ver [hipervínculos](#) para ampliar información):

- Hidrogeodía Segovia **2018**: “Cada manantial, con su acuífero: las fuentes de Segovia”. [Ahora también tenemos Hidrogeodía Segovia 2018.](#)
- Hidrogeodía Segovia **2019**: «Río ganador, río perdedor. El Cega en el piedemonte (La Velilla-Pajares de Pedraza)». [Hidrogeodía Segovia 2019.](#)
- Hidrogeodía Segovia **2020** ([suspendido por la pandemia CoVID-19](#))
- Hidrogeodía Segovia **2021**: «[Entre Valseca y Bernuy: las aguas de San Medel](#)» [Medalla de plata para el Hidrogeodía Segovia 2021.](#)
- Hidrogeodía Segovia **2022**: “Las raíces hidrogeológicas del Acueducto de Segovia ¿De dónde venía el agua del Acueducto de Segovia?”, [Hidrogeodía Segovia 2022.](#)
- Hidrogeodía Segovia **2023**: «La Mina» (de agua) de Carbonero el Mayor. [Preparando el Hidrogeodía Segovia 2023 en Carbonero el Mayor;](#) [Así fue el Hidrogeodía 2023 en Carbonero el Mayor](#)
- Hidrogeodía Segovia **2024**: «[Fuente del Pájaro: lugar de confluencias](#)». [Hidrogeodía Segovia 2024.](#)
- Hidrogeodía Segovia **2025**: «A la Salud de Sepúlveda». [Hidrogeodía Segovia 2025.](#)

**DESTINO DEL
HIDROGEODÍA 2025
SEGOVIA**

El destino elegido para el Hidrogeodía 2025 Segovia ha sido la **fuente de la Salud**, situada en el término municipal de Sepúlveda (Segovia, Castilla y León), al este del barrio de Santa Cruz de esta localidad, en las proximidades de la carretera SG-232 a Boceguillas, en el punto kilométrico 9, fondo del valle del río Duratón bajo el paraje del Alto Giriega (Figura 1).



Figura 1. Mapa topográfico detallado del valle del río Duratón a su paso por el norte de la localidad de Sepúlveda, con la situación de la fuente de la Salud (elipse roja) al este del barrio de Santa Cruz de esta villa histórica. Fuente: Iberpix (IGN).

Se trata de un pequeño manantial natural o surgencia minero-medicinal que drena un acuífero kárstico con notable interés, no sólo geológico-hidrogeológico sino también cultural-etnográfico, educativo e histórico, suficiente como para dedicarle un Hidrogeodía.

Consistirá en una ruta a pie, desde el aparcamiento turístico de vehículos de Sepúlveda, sito en la calle del Postiguillo, circulando por las aceras y márgenes de la carretera SG-232 en sentido Boceguillas, hasta la fuente de la Salud. Durante el trayecto, se realizarán al menos tres paradas principales con explicaciones geológicas, hidrogeológicas, hidrológicas, botánicas, zoológicas, históricas y etnográficas.



Figura 2. Mapa topográfico detallado del valle del río Duratón a su paso por el norte de la localidad de Sepúlveda, con el recorrido del Hidrogeodía 2025 (línea roja), desde el aparcamiento (0) hasta la fuente de la Salud (3), y ubicación de las dos paradas intermedias (1 v 2). Fuente: Iberpix (IGN).

PARADA 1

Estación de aforos del río Duratón en Sepúlveda (CHD) e inundabilidad histórica del barrio de Santa Cruz

Al nordeste del recinto amurallado de Sepúlveda se ubica el barrio extramuros de Santa Cruz, ocupando la margen derecha del fondo del valle del río Duratón. En él tradicionalmente se ubicaban huertos y recintos fabriles, y hoy en día diferentes instalaciones dotacionales (piscina municipal, campo de fútbol, antiguo instituto de enseñanza secundaria), viviendas, establecimientos hosteleros y los antiguos lavaderos, entre otras edificaciones.



Figura 3. Caseta almenada con el instrumental de medición, registro y transmisión de datos de la estación de aforos del río Duratón en Sepúlveda (02012 de la CHD).

En el extremo oeste del barrio de Santa Cruz, donde la carretera SG-232 cruza sobre el río Duratón, se ubicó a principios del siglo XX (año 1913) una instalación hidrológica para medida de niveles y caudales del río: la **estación de aforos del río Duratón en Sepúlveda** (código 2012 de la Confederación Hidrográfica del Duero, CHD). Cuenca drenante: 466 km².

Actualmente está integrada en la Red Oficial de Estaciones de Aforo (ROEA) y conectada al Sistema Automático de Información Hidrológica (SAIH), con datos accesibles en tiempo real (aunque con cierto desfase temporal) a través de Internet; e información histórica registrada en el visor del Anuario de Aforos, también accesible en Internet.

Su instalación básica consiste en la caseta (Figura 3) con el instrumental de medición, registro y transmisión de datos; las conducciones subterráneas de la lámina de agua en la sección de control con el instrumental de la caseta; y varias regletas limnimétricas graduadas a diferentes alturas (Figura 4).

La sección de control del río se encuentra en



Figura 4. Ladera desde la caseta a la sección de control de la estación de aforos del río Duratón en Sepúlveda, con las escaleras, conducciones y regletas limnimétricas.

estado natural, esto es, no ha sido canalizado ni acotado por muros ni solera de fábrica (Figura 5); por lo que es variable en el tiempo (sobre todo tras eventos de avenidas y crecidas) y requiere de un mantenimiento periódico del depósito de sedimentos, la incisión vertical, el ensanchamiento y migración lateral por erosión y el crecimiento de vegetación.

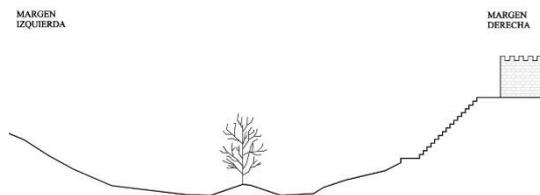


Figura 5. Perfil topográfico de la sección transversal de control de la estación de aforos del río Duratón en Sepúlveda. Fuente: Anuario de aforos de la CHD.

El instrumental realiza una monitorización en continuo (datos diezminutales) de la altura de lámina de agua en la sección de control del río, obteniendo un registro limnimétrico (profundidad, h) que puede ser representada en un gráfico llamado limnigrama (función de la variación de la altura de lámina de agua o profundidad en el tiempo). Utilizando las relaciones entre estas alturas de lámina de agua y profundidades con los caudales circulantes (Q), mediante la elaboración y calibración de una curva de gasto (Q(h)), los datos limnimétricos pueden ser convertidos en aforos de caudal, y el limnigrama en un hidrograma (función de la variación del caudal en el tiempo).

Los datos históricos registrados en el Anuario de aforos son discontinuos y tienen múltiples interrupciones por falta de información de días, meses e incluso años completos.

Básicamente, además de datos de aportaciones totales anuales (el caudal sumado para un año completo) y caudales medios, respecto a los datos de caudales elevados, se dispone de dos variables: el caudal máximo medio diario de cada año (Qc); y el caudal máximo instantáneo de cada año (Qci). Las series de ambas variables también son discontinuas y están disponibles en el Anuario para los periodos:

- Qc: del año hidrológico 1915-1916 a 2020-2021; 62 datos anuales.
- Qci: del año hidrológico 1968-1969 a 2020-2021; 50 datos anuales.

El mayor caudal máximo instantáneo (Qci) registrado en esa serie fue de 158,2 m³/s, registrado el día 27 de marzo de 2013; seguido a enorme distancia por el caudal máximo instantáneo de 68,2 m³/s, registrado el día 27 de enero de 2001.

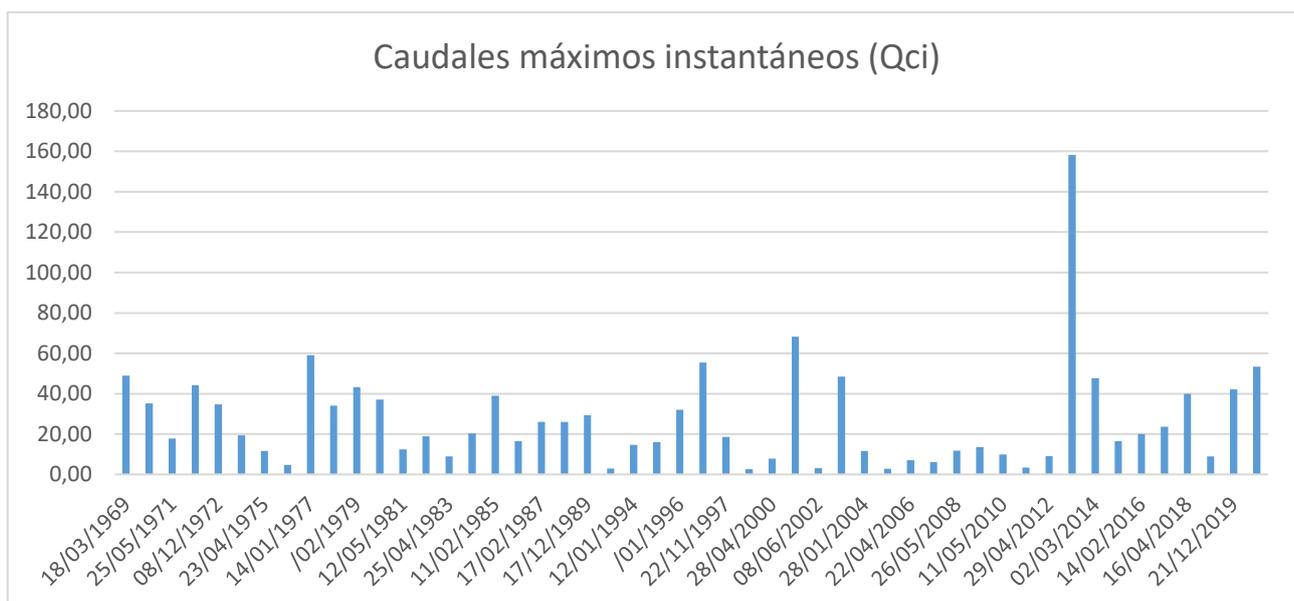


Figura 6. Valores de caudales máximos instantáneos (Qci). Fuente: Anuario de aforos de la CHD.

Como esos caudales (y otros muchos que circularon antes de la ubicación de la estación de aforos) excedieron la capacidad del cauce de bancos llenos (*bankfull*), desbordaron a las márgenes o riberas, produciendo el anegamiento de la llanura de inundación, en la que se encuentran ubicadas parte de las edificaciones del barrio de Santa Cruz. Por ello, en los archivos históricos y hemerotecas de prensa local se encuentran varias referencias a inundaciones en Sepúlveda, sobre todo en el barrio de Santa Cruz y en el valle del Casilla, porque el recinto amurallado se encuentra suficientemente elevado para ser inundado.

Existen evidencias geológicas (depósitos de arenas y limos en remansos, localizados en cavidades de las márgenes del cañón) de paleoinundaciones pleistocenas del río Duratón, de unos 90.000 años de antigüedad (datadas mediante luminiscencia; Díez-Herrero et al., 2005) y que corresponden a caudales extraordinarios, posiblemente por avenidas de rotura de lagos en represamientos glaciares en la cabecera del río Duratón y sus afluentes (río Serrano).

También existen documentos históricos (desde el siglo XI) en archivos y hemerotecas de inundaciones que han afectado a localidades ribereñas del río Duratón. Incluso se han localizado manifestaciones culturales asociadas a rogativas y cantos a santos y vírgenes para prevenir las inundaciones, como las coplas a la Virgen del Río de San Miguel de Bernuy (Díez-Herrero et al., 2022).

Entre las inundaciones recientes (siglos XX y XXI) del río Duratón registradas en las hemerotecas de prensa local (El Adelantado de Segovia, El Norte de Castilla...) o en la relación de ayudas tras inundaciones publicadas en el Boletín Oficial del Estado (BOE) destacan:

- *Inundación en Sepúlveda de marzo de 1996*
<https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=BOE-A-1996-7351>
- *Inundación en Sepúlveda 1997-1998*
<https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=BOE-A-1998-12668>
- *Inundación en fuente de la Salud 2013*
<https://eladelantado.com/segovia/el-cauce-de-los-principales-rios-de-la-provincia-continua-desbordado/>
- *Inundación en Sepúlveda 2014*
<https://elpregonerodesepulveda.es/index.php/hemeroteca/92-noticias/944-la-crecida-de-los-cauces-provoca-inundaciones-y-cortes-de-carreteras>

<https://www.elpregonerodesepulveda.es/index.php/hemeroteca/92-noticias/946-las-crecidas-de-los-rios-mantienen-en-alerta-a-15-municipios-segovianos>
- *Inundación en Sepúlveda enero 2024*
<https://eladelantado.com/segovia/el-deshielo-pone-en-alerta-a-la-provincia-por-desbordamientos/>

<https://eladelantado.com/segovia/la-borrasca-juan-deja-a-su-paso-un-gran-numero-de-incidentes-por-toda-la-provincia/>

Las zonas más afectadas del barrio de Santa Cruz suelen ser el campo de fútbol, cuyos muros perimetrales en ocasiones han sido derribados por zapado y el empuje de las avenidas del Duratón; y la actual piscina municipal.

A pesar de ello, al no haber considerado la CHD en sus evaluaciones preliminares del riesgo de inundación (EPRI), que se trate de un área de riesgo potencial significativo de inundación (ARPSI), no se encuentran diferentes periodos de retorno, ni mapas de peligrosidad, ni de riesgo de inundación en el elaborados mapas de inundabilidad para Sistema Nacional de Cartografía de Zonas Inundables (SNCZI), cuyo visor solo dispone

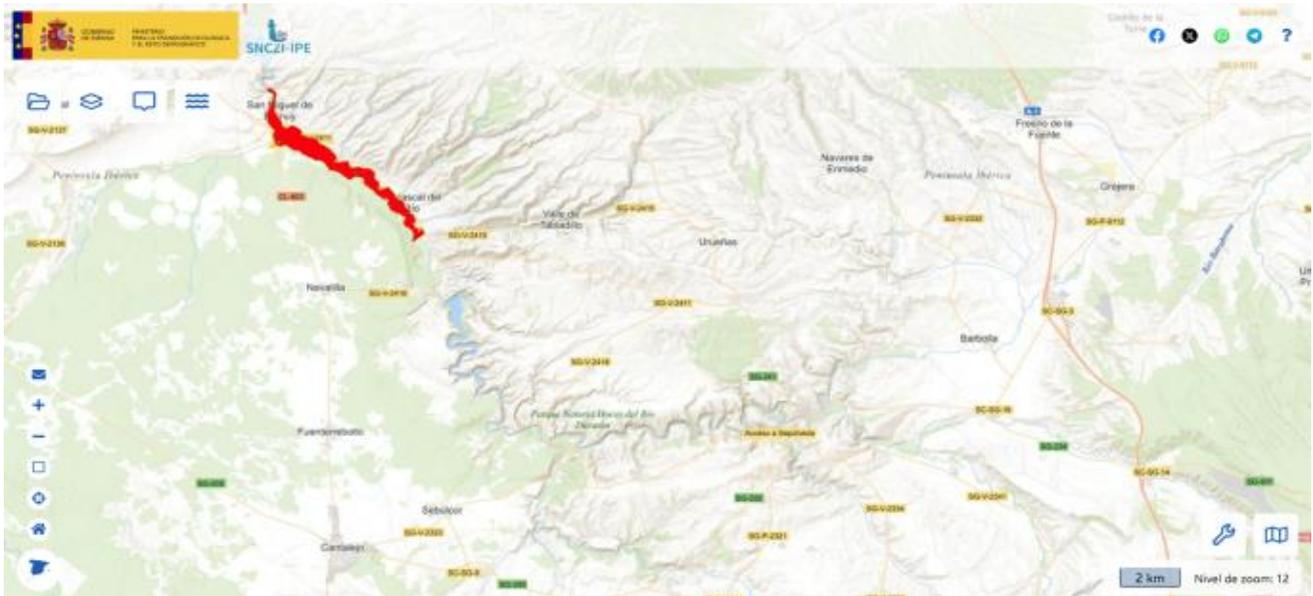


Figura 7. Mapa de zonas inundables para diferentes periodos de retorno (polígono en rojo) cartografiadas para cauce del río Duratón. Fuente: Sistema Nacional de Cartografía de Zonas Inundables (SNCZI, MITERD).

de mapas para el río Duratón desde Burgomillodo (Carrascal del Río) hasta San Miguel de Bernuy, aguas abajo. Por este motivo, tampoco han sido incluidos en los planes de gestión del riesgo de inundación (PGRI), ni propuestas medidas de mitigación del riesgo concretas para este tramo del río Duratón.

Sí que hay información disponible para los caudales máximos en régimen natural del Mapa de Caudales Máximos (CAUMAX), ofreciendo un valor para la situación de la estación de aforos del Duratón en Sepúlveda de 189 m³/s para periodo de retorno de 500 años, límite legal en España.

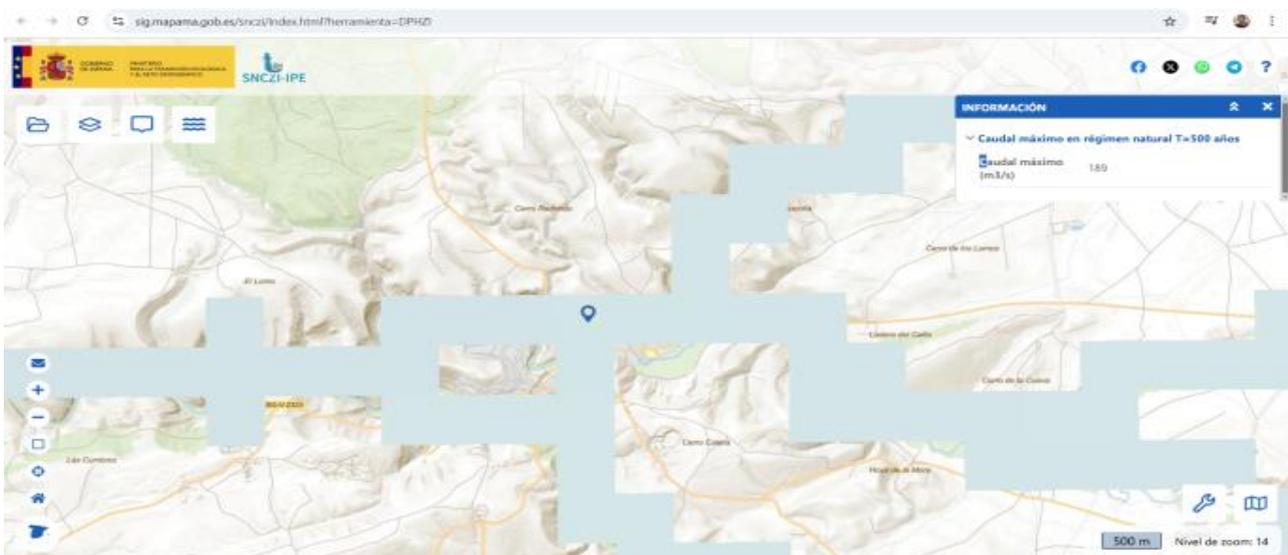


Figura 8. Mapa de caudales máximos para periodo de retorno de 500 años del entorno de Sepúlveda. Fuente: Sistema Nacional de Cartografía de Zonas Inundables (SNCZI, MITERD).

PARADA 2
Fuente y lavadero del
barrio de Santa Cruz

En el extremo oriental del barrio de Santa Cruz, en la margen derecha del río Duratón se encuentra el antiguo lavadero de Sepúlveda, hoy en día restaurado y recuperado como espacio etnográfico.



Figura 9. Antigua lavadero de Sepúlveda en el barrio de Santa Cruz, con la fuente, canal y lavadero propiamente dicho.

Se trata de un edificio de planta rectangular, una sola nave, muro perimetral, solera y pilares de piedra de sillería (caliza bioclástica cretácica tipo Rosa Sepúlveda) y cubierta de madera rematada con un tejado a dos aguas a la segoviana (solo la teja canal, sin la cobija).

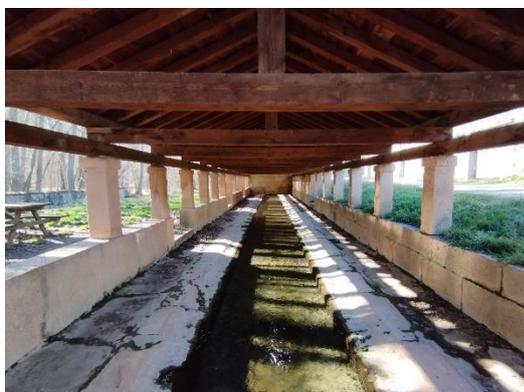


Figura 10. Antigua lavadero de Sepúlveda en el barrio de Santa Cruz, con solera de piedra de sillería (Rosa Sepúlveda) y cubierta de madera a dos aguas.

El lavadero se alimentaba de agua a través de un canal que podía aprovechar tanto el caudal de un manantial del acuífero kárstico (ver parada 3); como de agua derivada desde el cercano río Duratón.

Las aguas provenientes de estos dos orígenes tienen una diferencia composicional clara: el agua del manantial kárstico sería moderadamente bicarbonatada cálcico-magnésica lo que, desde el punto de vista del lavado, produciría menos espuma con la aplicación del jabón (agua dura); por su parte, el agua proveniente del Duratón, como es mezcla del agua superficial procedente de Somosierra con la del acuífero kárstico, está menos mineralizada y produciría más espuma con el jabón (agua más blanda).

El lavadero, al igual que otras instalaciones públicas frecuentadas por la población, era lugar de manifestaciones culturales varias: chismes, cotilleos, galanteos, cantos y romances. De hecho, varios romances del Romancero General de Segovia hacen alusión a la tarea de lavar, la presencia de fuentes y manantiales y las propiedades de sus aguas. Uno de los más extendidos en la provincia es el romance del Conde Niño (a) en sus diferentes variantes, una de las cuales reza:

0049:15 Conde Niño (a) (ficha n.º: 320)

Versión de Añe (ay. Añe, p.j. Santa María la Real de Nieva, ant. Segovia, *Segovia*, España). Recitada por Ciriaca Santos (65a). Recogida por Ana Beltrán, Pere Ferré, Olimpia Martínez y Sandra Robertson, 07/07/1982 (Archivo: ASOR; Colec.: Encuesta SEGOVIA 82; cinta: 2.7-7.1/A-02). 030 hemist. Música registrada.

Fernandito se pasea por la orillita del mar,
² mientras su caballo bebe él echa dulce cantar.
 --Mira, hija, cómo canta la sirenita del mar.
⁴ --No es la sirenita, madre, ni es la sirena del mar,
 que es la voz de Fernandito, con quien yo voy a casar.
⁶ --No te casas, hija mía, que le mando yo matar.
 A él, como princesito, le entierran en un altar,
⁸ y a ti, como princesita, tres pasitos más atrás.
 Y de tu tumba, hija mía, una fuente ha de brotar
¹⁰ todos los ciegos y mudos [allí] se irán a lavar.--
 La reina se quedó ciega, a la fuente se fue a lavar;
¹² mientras la reina llegaba la fuente dejó de dar.
 --Dame agua, fuentecita, para mis ojos sanar.
¹⁴ --Cuando yo era pequeñita me mandastes a matar,
 ahora que soy fuentecita agua no te quiero dar.

Nota: Al cantar se repite cada verso.

PARADA 3
Fuente de la Salud
de Sepúlveda

La **fente de la Salud** (o fuente de La Salud) es un manantial natural que drena un acuífero kárstico, cuya situación, régimen de caudales y características hidroquímicas están totalmente condicionadas por el contexto geológico del entorno de Sepúlveda, la hidrogeología comarcal y la situación concreta del manantial.

CONTEXTO GEOLÓGICO DE LA FUENTE DE LA SALUD

La fuente de la Salud y el entorno de la villa de Sepúlveda, desde el punto de vista geológico, se encuentran en una de las tres principales unidades geológicas de la península Ibérica: las **Cuencas y Cordilleras Alpinas**, unidad que da lugar a otras importantes cadenas montañosas como Pirineos, Cordillera Ibérica, Béticas... Esta unidad geológica está representada por las rocas y estructuras de la **Rama Castellana de la Cordillera Ibérica** que, en el macizo de Sepúlveda, está constituida por **rocas sedimentarias de edad Cretácico Superior** (edades entre 95 a 65 millones de años).

Más en concreto, sobre el basamento formado por rocas metamórficas proterozoico-paleozoicas (gneises) se sitúan dos conjuntos: uno inferior detrítico, con arenas silíceas, arcillas, conglomerados y limos, depositados en ambientes fluviales y litorales; y otro superior carbonático, con dolomías, calizas, areniscas dolomíticas y margas, formadas en el lecho de antiguos mares cálidos subtropicales durante el Cretácico Superior, dispuestos en capas, estratos y bancos de dimensiones métricas.

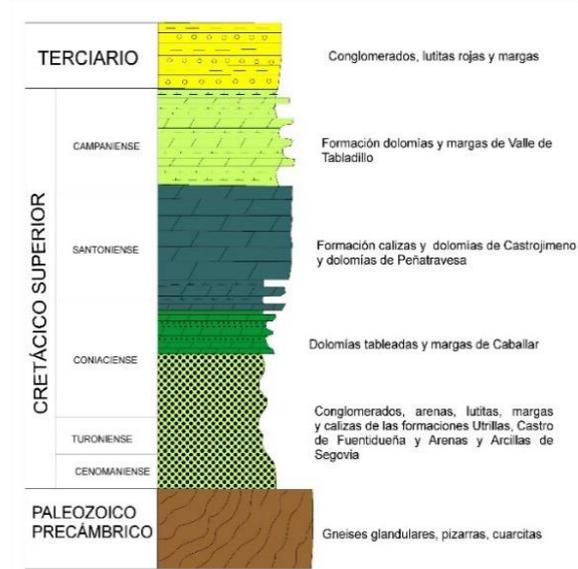


Figura 11. Columna sintética de los materiales aflorantes en el entorno de la fuente de la Salud.

Todo el conjunto está afectado por la tectónica de la orogenia Alpina a lo largo del Cenozoico (últimos 65 millones de años), produciendo cabalgamientos, fallas, pliegues, diaclasas y basculamientos monoclinales de las series de rocas sedimentarias.

Entre estas estructuras tectónicas alpinas que afectan con fallas inversas-cabalgamientos al basamento ígneo-metamórfico y con pliegues monoclinales a la cobertera sedimentaria cretácica, destaca el **pliegue de Sepúlveda**, con dirección ENE-WSW y vergencia hacia el norte; en el que el flanco verticalizado llega a estar incluso invertido y fallado. Esta gran estructura tectónica que se prolonga a lo largo de varios kilómetros en el macizo de Sepúlveda, al tener la zona de charnela erosionada y llegar a aflorar en el núcleo el basamento metamórfico (gneises del puente de Talcano), desde el punto de vista hidrogeológico divide a las formaciones sedimentarias en dos subconjuntos monoclinales, uno al norte hacia La Pedriza (hacia Urueñas) y otro al sur (hacia Velloso).

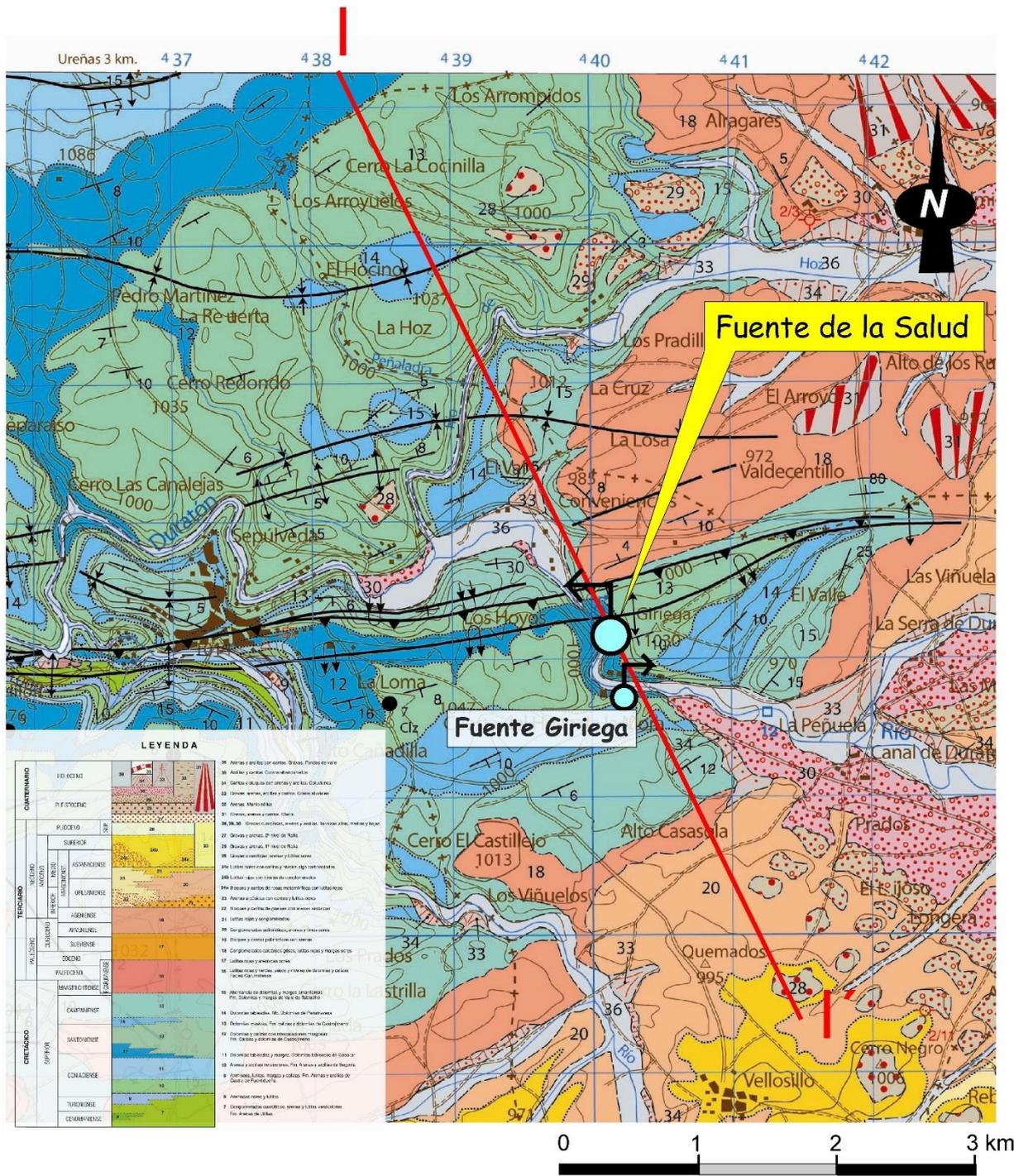


Figura 12. Mapa geológico del entorno de la Fuente de la Salud y leyenda del mismo. Fuente: ITGE (2007).

**CONTEXTO
HIDROGEOLÓGICO DE LA
FUENTE DE LA SALUD**

Desde un punto de vista hidrogeológico la fuente de la Salud se ubica en el sector suroriental de la Demarcación Hidrográfica del Duero, en las estribaciones del límite de la demarcación configurado por la Sierra de Guadarrama (Sistema Central). Se encuentra dentro de la masa de agua subterránea 400046 Sepúlveda de 463,7 km², en su extremo sureste, y próxima al límite con la masa de agua subterránea de 400049 Tierras de Ayllón y Riaza (figura 13).

En el sector de Sepúlveda, la masa de agua subterránea está conformada por un acuífero carbonatado, de unos 150 metros de espesor, constituido por dolomías con algunas intercalaciones margosas, de edad Coniaciense superior-Campaniense inferior

(Cretácico superior), dispuesto sobre materiales arenosos limosos de edad Cenomaniense-Coniaciense (Cretácico inferior), con comportamiento de acuitardo. La permeabilidad del acuitardo inferior es significativamente menor (peores condiciones como acuífero) que la del acuífero dolomítico suprayacente, de mejores cualidades hidráulicas.

Por debajo de estas unidades, los materiales están constituidos por rocas metamórficas de baja permeabilidad, constituyendo el impermeable de base regional.

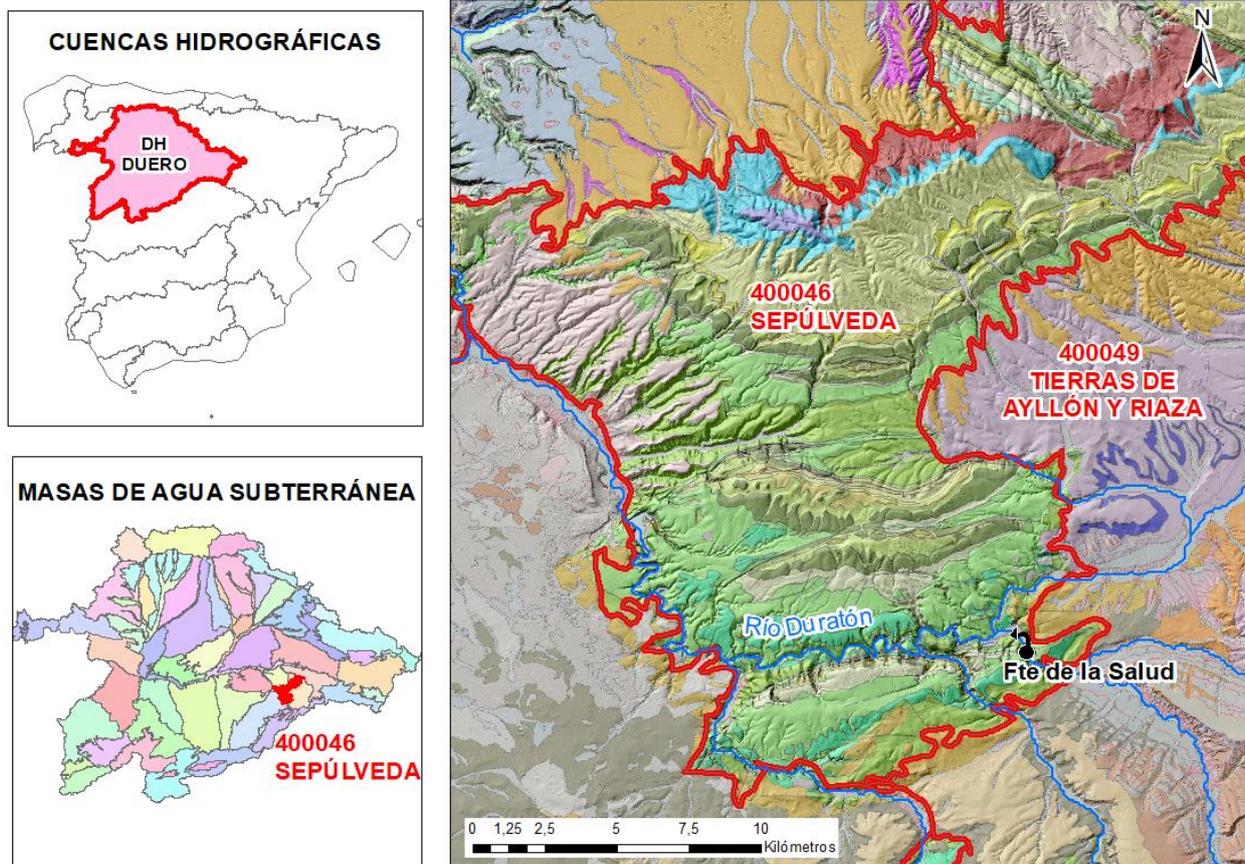


Figura 13. Masa de agua subterránea 400046 Sepúlveda. La Fuente de la Salud se sitúa en el extremo SE de la misma.

Las estructuras tectónicas condicionan el comportamiento hidrogeológico regional, ya que configuran la geometría de las formaciones acuíferas mesozoicas y provocan elevaciones de los materiales de baja permeabilidad que actúan o pueden actuar como barreras impermeables. Así, desde un punto de vista hidrogeológico, el área de estudio está delimitada al norte por la estructura de Uruañes y al sur por la de Sepúlveda, estableciéndose un flujo subterráneo de NNO a SSE (figura 14). La estructura de Sepúlveda es la que condiciona, principalmente, el funcionamiento del manantial de la Salud.

La estructura de Sepúlveda se extiende unos 5 kilómetros al oeste de Sepúlveda hasta desaparecer bajo los materiales terciarios de la localidad de Aldeosancho (Gómez Ortiz, 2001). Este último autor, en su tesis doctoral, hace un análisis minucioso de esta estructura. Se presenta como una pareja anticlinal-sinclinal en el que el anticlinal muestra una geometría monoclinal con flanco frontal (norte) subvertical, llegando a invertirse al este de Sepúlveda, precisamente donde aparece la Fuente de la Salud. El sinclinal, situado al norte del anticlinal, se encuentra fallado en su núcleo, mediante una falla inversa.

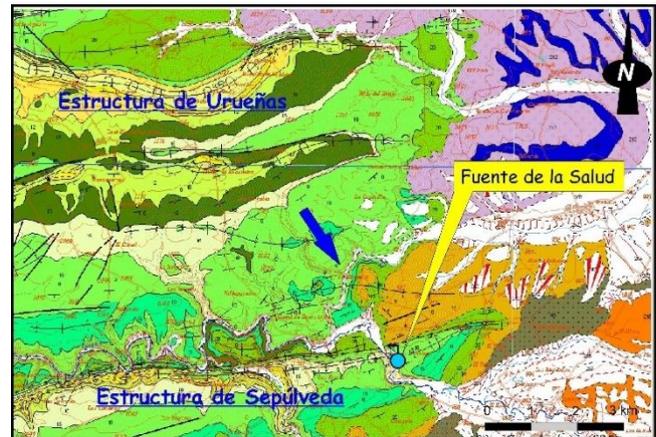


Figura 14. Situación de la Fuente de la Salud en relación con las estructuras de Uruañes y Sepúlveda. Entre ellas, el flujo de las aguas subterráneas se establece de NNO a SSE.

En el núcleo de la estructura, inmediatamente al sur de la villa de Sepúlveda, afloran las arenas de la formación Utrillas, las cuales han sido desmanteladas llegando a aflorar incluso los gneises glandulares basales a 1 Km. al oeste del pueblo. Este hecho indica que el techo del basamento está elevado, con un salto que se estima en unos 200 m (Gómez Ortiz, 2001). El salto de la falla inversa en el núcleo sinclinal, que afecta a la cobertera mesozoica, es sin embargo de tan solo 50 metros.

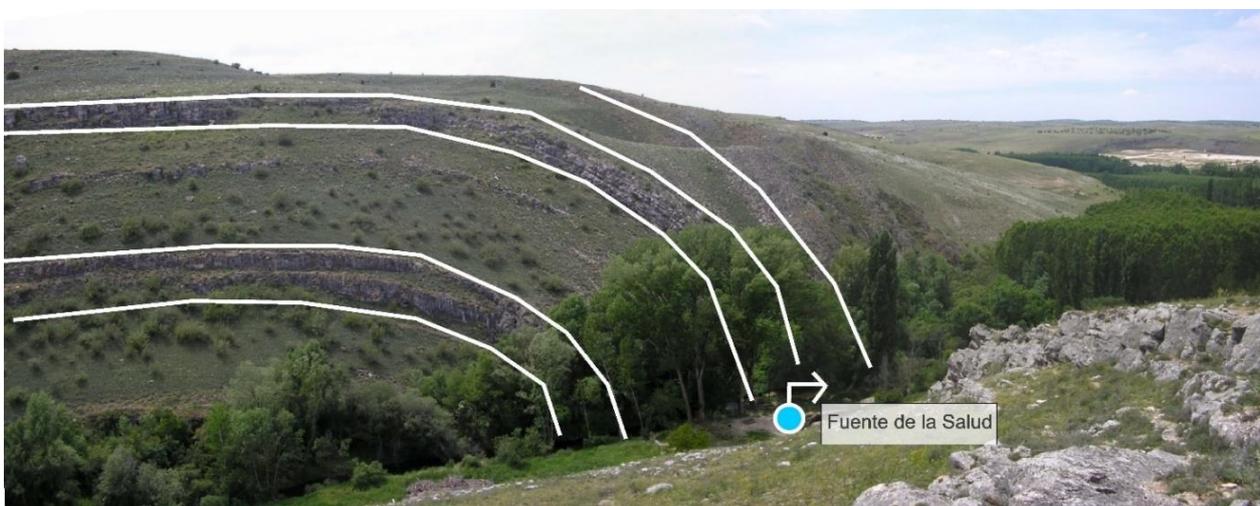


Figura 15. Vista del pliegue en rodilla de Sepúlveda desde el Alto Giriega y situación de la fuente de la Salud.

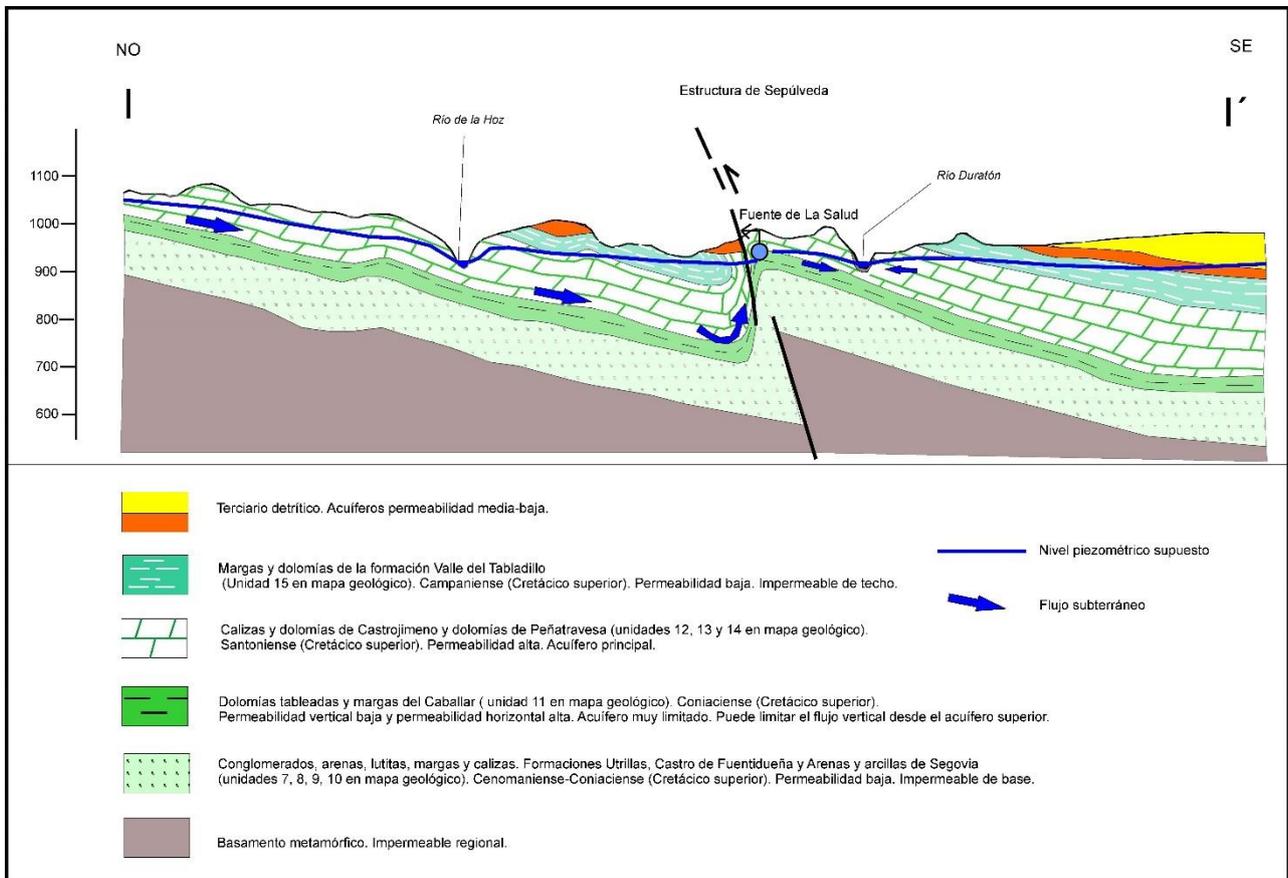


Figura 16. Modelo conceptual de funcionamiento hidrogeológico de la Fuente de La Salud. Fuente: López y Díez (2010).

El corte hidrogeológico I- I' cuya situación se muestra en la figura 12, se ha realizado a partir de la cartografía geológica MAGNA a escala 1:50.000 (IGME, 2007). Según este esquema, la Fuente de la Salud representa el drenaje parcial de un sector del acuífero comprendido entre las estructuras de Uruñías y Sepúlveda.

El termalismo de sus aguas (20°C), se debe a la surgencia de un flujo profundo, condicionado por el buzamiento sur de las capas, que hace que las aguas subterráneas al encontrar una barrera impermeable en la estructura de Sepúlveda, asciendan rápidamente aprovechando la disposición vertical de las capas en el flanco norte del anticlinal.

¿De dónde viene el agua que mana en la fuente de la Salud?

El agua que mana en la fuente de la Salud es de **origen subterráneo**, puesto que drena un acuífero que forman las **rocas calcáreas** de las lastras circundantes, allí donde el nivel freático toca el fondo del valle del río Duratón. El agua de la lluvia y la nieve fundida en las lastras y cuevas al norte del valle del Duratón (comarca de La Pedriza) se infiltra por las grietas y fisuras de las calizas y las va disolviendo, formando pequeñas cavidades (que se le denomina **acuífero kárstico**), por las que circulan hasta la fuente.

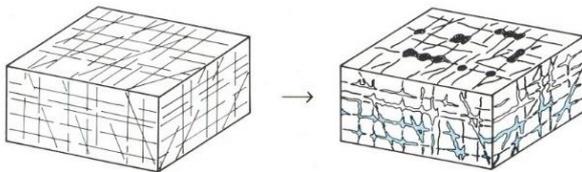


Figura 17. Esquema de la karstificación de un macizo rocoso a favor de las superficies de debilidad, como planos de estratificación y diaclasas. Fuente: Díez Herrero v Martín Duque (1993).

El resultado es que el agua que brota en la fuente de la Salud está cargada de **bicarbonatos de calcio y magnesio**, siendo lo que popularmente se llama ‘agua dura’, con cierto ‘sabor’ y que no hace espuma con el jabón.

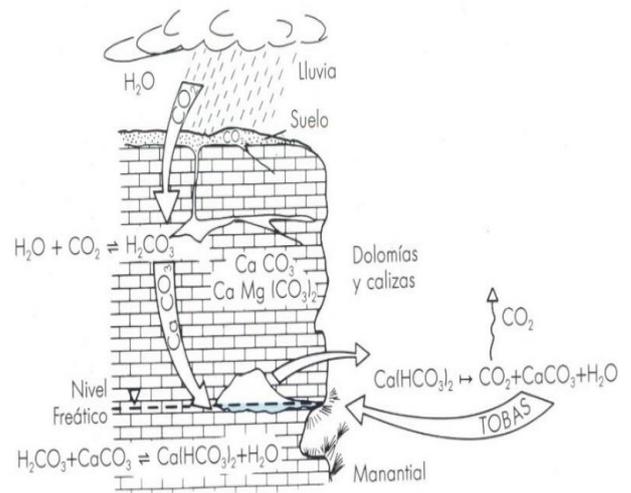


Figura 18. Esquemas de un macizo calcáreo, como la lastra Giriega, con los procesos y reacciones químicas de la karstificación y formación de un acuífero kárstico, y su drenaje por un manantial o surgencia, como la fuente de la Salud. Fuente: Díez Herrero v Martín Duque (1993).

Funciona en régimen libre, recargándose por medio de la infiltración del agua de lluvia y retornos de riegos y descargándose principalmente por medio del drenaje hacia ríos y por descargas laterales hacia los materiales detríticos cenozoicos.

Caudal de la fuente de la Salud de Sepúlveda

A lo largo de las últimas décadas y a través de diversos estudios e iniciativas se han hecho **aforos (mediciones de caudal)** de la fuente de la Salud, cuyos resultados disponibles se muestran en la Tabla I.

Fecha	Caudal (L/s)
15/01/1975	42,4
08/03/1975	42,4
15/04/1975	29,0
21/05/1975	32,7
19/06/1975	36,8
08/07/1975	45,9
09/08/1975	45,9
26/09/1975	49,0
22/10/1975	49,9
15/11/1975	48,1
12/01/1976	48,05
13/02/1976	49,4
04/04/1976	49,2
15/09/1978	152,0
02/02/1989	48,7
19/09/2006	45
07/06/2010	154,0

Durante el periodo enero 1975 – abril 1976 el caudal medio es de 43,7 L/s. Durante este periodo la precipitación anual fue de 626 mm (IGME-IRYDA, 1977), ligeramente inferior a la precipitación media anual del periodo 1940-1977, de 650 mm. Asimismo existen dos medidas puntuales, en febrero de 1989 y septiembre de 2006, con caudales similares (48,7 y 45 L/s respectivamente) a dicho caudal medio, correspondiendo a periodo de estiaje la primera y de aguas altas el segundo. Estos datos apuntan hacia un comportamiento bastante estable del manantial, y un importante potencial regulador del acuífero.

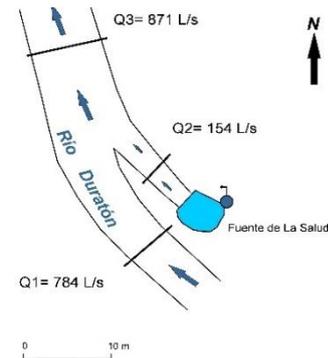


Figura 19. Esquema de los aforos realizados el día 7 de junio de 2010. Aforo 1: río Duratón aguas arriba de la Fuente de la Salud; Aforo 2: Salida de la piscina de la fuente; Aforo 3: río Duratón aguas abajo del cauce que aporta el agua del manantial. Fuente: López y Díez (2010).

Las dos medidas puntuales en 1978 y 2010 en las que se obtuvieron caudales muy superiores, 152 y 154 L/s (medida de campo para el presente informe) respectivamente, corresponden a años con precipitaciones excepcionales. Así, en el año hidrológico 1977-78 la precipitación fue de 933 mm y en el año 1978-1979 de 862 mm en la estación de Sepúlveda (www.chduero.es), muy superiores a la media (650 mm). En el año hidrológico 2009-2010, hasta junio la precipitación media acumulada (periodo 1/10/2009 a 8/06/2010) en este sector de la cuenca del Duero, es de 500 mm (MMARM, 2010), lo que significa el 77% de la lluvia media.

Teniendo en cuenta todos estos datos, se considera el caudal promedio de 43,7 L/s como el más representativo del manantial, lo que implica un caudal anual de 1,38 hm³/año.

Este caudal representa aproximadamente el 39% de los recursos subterráneos anuales estimados del área de recarga del manantial. Los aproximadamente 2 hm³/año restantes deben corresponder a las salidas al río Duratón (entre la Fuente de la Salud y la localidad de Sepúlveda), y el río de la Hoz.

Hidroquímica de la fuente de la Salud de Sepúlveda

Son escasos los datos hidrogeoquímicos disponibles públicamente. Solo se ha podido recopilar un análisis del año 1975 para una primera declaración de agua minero medicinal; un análisis del año 1977 incluido en el informe del PIAS (IGME-IRYDA, 1977); un análisis bacteriológico del año 1987; un análisis del año 1989 incluido en el expediente de declaración de agua minero medicinal; y un análisis del año 2006 del informe IGME-JCYL-SIEMCALSA: “Las aguas Minerales de Castilla y León” (Tabla 2).

PARÁMETROS	Marzo 1975	Junio 1977	Febrero 1989	Septiembre 2006
Cloruros (mg/L)	7,2	7,0	4,0	3,3
Sulfatos (mg/L)	31,2	68,3	28,0	20,7
Bicarbonatos (mg/L)	344,0	305,0	297,0	284,8
Nitratos (mg/L)	2,2	18,5	6,0	7,3
Nitritos (mg/L)	0,0		0,0	<0,03
Amonio (mg/L)	0,0		0,0	0,05
Sodio (mg/L)	4,6	3,3	2,0	2,8
Potasio (mg/L)	0,2	1,3	0,7	0,9
Calcio (mg/L)	76,5	68,1	61,0	65,5
Magnesio (mg/L)	30,1	36,4	28,0	27,5
Sílice (mg/L)	1,1		9,4	9,89
Fosfatos (mg/L)	0,0		0,06	< 0,5
Hierro (µg/L)	0,0		10	< 10
Manganeso(µg/L)	0,0		6,0	17,0
Cobre (µg/L)			< 50	
Cinc (µg/L)			< 50	
Cromo (µg/L)			7,0	
Cadmio (µg/L)			< 1,0	
Plomo (µg/L)			< 17,0	
Mercurio (µg/L)			< 0,5	
Selenio (µg/L)			< 1,0	
Arsénico (µg/L)	0,0		< 5,0	3,0
Fluoruros (mg/L)	0,0		< 0,5	0,12
DQO (mg O ₂ /L)			0,5	< 0,1
pH		7,0	7,4	7,99
Conductividad eléctrica (µS/cm)	460 (25°C)	467 (25°C)	414	417 (20°C)
Turbidez UNF				0,4
Residuo seco (mg/L)	318,3 (110°C) 286,9 (600°C)		284	294 (180°C)
Sólidos disueltos (mg/L)		507,9		

Los resultados de los análisis químicos indican que se trata de un agua bicarbonatada cálcica ligeramente magnésicas, estando todos los parámetros dentro de los rangos de potabilidad según el R.D. 140/2003 por el que se establecen los criterios sanitarios del agua de consumo humano. Destaca además la homogeneidad de los distintos parámetros a lo largo del tiempo, como se aprecia en el agrupamiento de las muestras en el gráfico de la figura 15, a lo largo de 30 años. Cabe indicar, sin embargo, que los valores de nitratos de las muestras de 1977, 1989 y 2006, aun estando por debajo del límite de potabilidad, establecido en 50 mg/L, son ligeramente elevados para un agua subterránea ajena a fuentes de contaminación, sobre todo la muestra de 1977, con 18,5 mg/L.

La situación en lo que respecta a los resultados microbiológicos muestra una contaminación que incluso hace a estas aguas no aptas para el consumo humano, al menos en las fechas en las que se tomaron las muestras. Ello se debe a la presencia de coliformes, estreptococos fecales y enterococos.

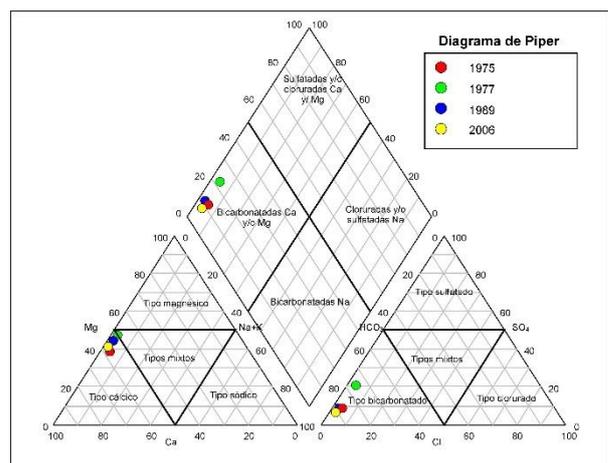


Figura 20. Diagrama hidroquímico de Piper, donde se han representado los elementos mayoritarios de los análisis recopilados del agua de la Fuente de la Salud. Se observa un agrupamiento de todos los análisis en el campo de las facies bicarbonatadas cálcicas, y muy escasa variación combosional

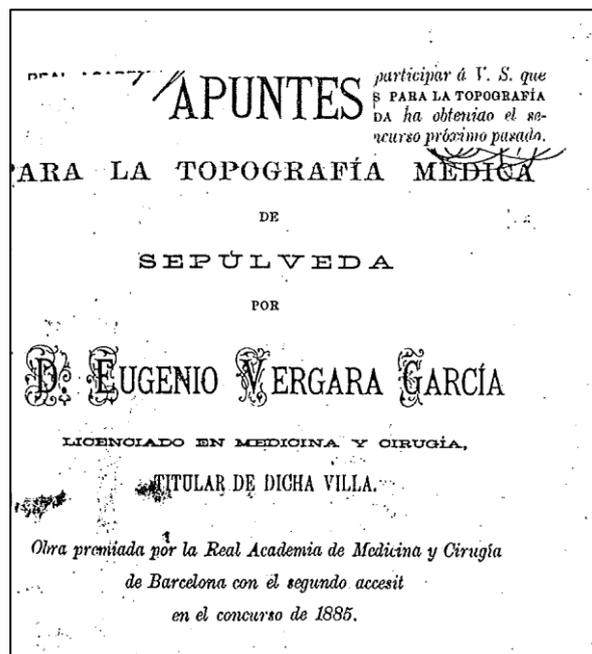
Propiedades medicinales del agua de la fuente de la Salud

Desde tiempos ancestrales, y de ello da cuenta el propio nombre del manantial, se han atribuido propiedades medicinales y curativas a las aguas de la fuente de la Salud.

El médico y cirujano Eugenio Vergara ya realizó análisis en el siglo XIX (Vergara, 1890) para estudiar posibles usos terapéuticos de estas aguas, llegando a interesantes conclusiones sobre las distintas fuentes de Sepúlveda.

Posteriormente, para la declaración como agua natural mineral y termal, se hizo una encuesta entre los vecinos y visitantes asiduos de la fuente, para preguntar por las propiedades curativas. Los resultados no pudieron ser más sorprendentes: las propiedades curativas del agua de la fuente de la Salud se atribuyen tradicionalmente tanto por su ingesta, como por el baño, como por la aplicación en apósitos y otras aplicaciones; y además declararon que era beneficiosa para prácticamente todos los aparatos, sistemas y órganos del cuerpo humano, desde el digestivo, renal, hepático, respiratorio, nervioso... hasta propiedades dermatológicas, oculares, capilares, etc.

Todo ello ha dado lugar a un rico patrimonio etnográfico en torno a la fuente y la ingesta y baño en sus aguas, que se transmiten de generación en generación y da lugar a ritos de recogida e inmersión en fechas concretas o con cierta periodicidad; y a tradiciones para su 'limpieza' y drenaje de elementos vegetales o restos leñosos tras el invierno o temporales.



Fuente de la Salud.

El agua de esta fuente es diáfana, clara, ligera, delgada, sin olor ni sabor, aireada; su temperatura es 12° centígrados, no produce peso en el estómago ni altera la digestión; cuece bien las legumbres y disuelve el jabón sin formar grumos.

El agua de cal la enturbia sensiblemente, con el nitrato de plata da un precipitado abundante, con el cloruro de bario es bastante sensible el precipitado que produce, y con el oxalato de amonico precipita en mayor cantidad.

Del reactivo de Monier se consumieron 16°.

HIDROTIMETRÍA.

PRIMER ENSAYO.—Agua natural 16°5
SEGUNDO.—Agua natural precipitada por el oxalato amonico y filtrada. 10°

— 67 —

TERCERO.—Agua natural hervida durante media hora y filtrada. 9°
CUARTO.—Agua natural hervida por espacio de media hora filtrada, tratada por el oxalato amonico y vuelta á filtrar.. 5°

RESULTADO.

Acido carbónico. . . 5°	} 16°,5 hidrotimétricos.
Carbonato de cal. . . 4°,5	
Sulfato de cal. 2°	
Sales de magnesia . 5°	

COMPOSICIÓN DE UN LITRO DE AGUA.

Acido carbónico, litros.	0,025.
Carbonato de cal, gramos.	0,0468.
Sulfato de cal, idem	0,0280.
Sulfato de magnesia, idem	0,0625.
Gramos.	0,1368.

Figura 21. Portada del estudio de topografía médica del médico y cirujano Vergara (1890) y páginas dedicadas a la fuente de la Salud

Posibles amenazas a la cantidad y calidad del agua de la fuente de la Salud

Las principales fuentes de contaminación de estos acuíferos kársticos del entorno de Sepúlveda son las actividades antrópicas establecidas en la zona de recarga del acuífero, tanto agrícolas, ganaderas, industriales o de vertido de residuos urbanos (como en su día pudo ser el vertedero de residuos sólidos urbanos del margen de la carretera de Sepúlveda a Urueñas).

Como el agua subterránea en los acuíferos kársticos circula por conductos y fisuras, apenas tiene posibilidad de autodepuración, y se transmite la contaminación a gran velocidad desde la zona de recarga a las zonas de descarga, manantiales, ríos o pozos.

Por otro lado, desde hace más de una década y tras la declaración de mineral natural termal para las aguas de manantiales y sondeos del entorno (Consejería de Economía y Hacienda, 2017), se han sucedido los proyectos de instalación de pozos y sondeos de extracción, más o menos profundos, para su utilización como agua embotellada e incluso para la instalación de establecimientos de balnearios; lo que, de no ejecutarse correctamente y con todas las garantías, podría interferir con la cantidad y calidad de las aguas subterráneas del manantial.

Finalmente, la disminución de las precipitaciones y aumento de las temperaturas debidos al cambio climático y global; y la consiguiente disminución de la recarga del acuífero, puede derivar en un cambio en el régimen de caudales de la fuente.

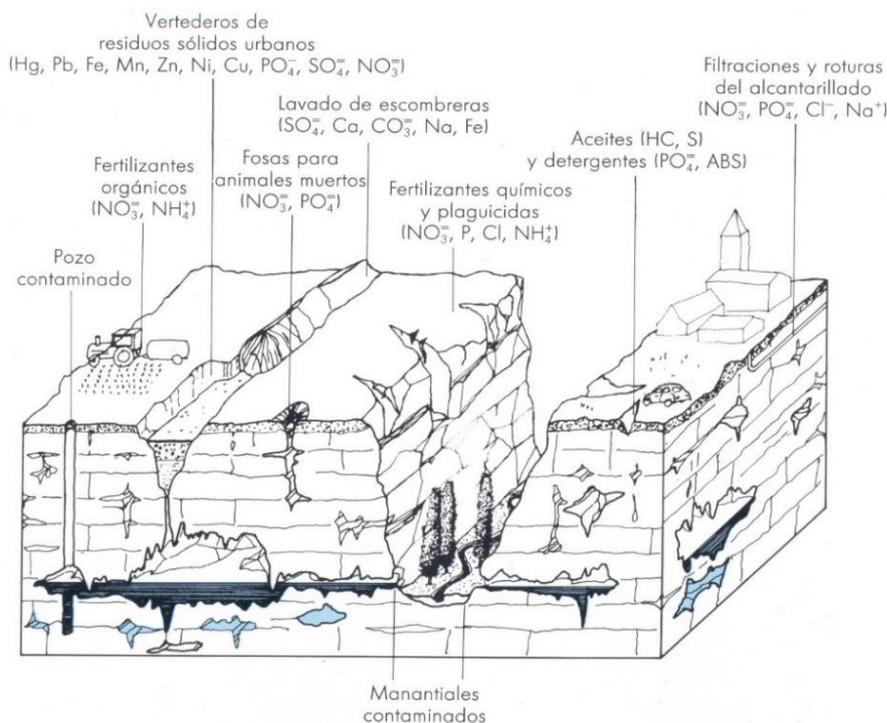


Figura 22. Principales fuentes de contaminación (por elementos, iones y compuestos químicos emitidos) en un acuífero kárstico como el existente bajo las lastras de Giriega hacia el valle del río Duratón. Fuente: Díez Herrero y Martín Duque (1993).

FLORA Y VEGETACIÓN

El manantial de la Fuente de la Salud, en su salida, genera una balsa, también llamada laguna, estanque, remanso o lagunazo que tiene aguas tranquilas, someras y transparentes. Además, estas aguas son de color verde azuladas y son consideradas un hábitat de interés comunitario “3140 - Aguas oligomesotróficas calcáreas con vegetación béntica de *Chara* spp.” (código y nombre del tipo de hábitat en el anexo I de la Directiva 92/43/CEE; Camacho et al., 2009). Su carácter oligomesotrófico deriva de tener un sustrato generalmente calcáreo, limoso, arcilloso o margoso. con aguas de concentraciones bajas o moderadas de nutrientes y pH básico (superior a 7,5). Este hábitat (Fig. 23) es colonizado por algunas algas filamentosas, como las del género *Spirogyra*, junto con otros organismos fotótrofos, como algunas diatomeas (que son otros tipos de algas), cianobacterias y especialmente por talofitas (plantas que no diferencian tejidos ni órganos) del tipo carófitas, *Chara* spp. (Fig. 24).



Fig. 23. Diversos organismos fotótrofos creciendo en uno de los bordes de la Fuente de la Salud, entre los que destacan carófitas.

Las carófitas son un grupo de organismos muy antiguo: sus oogonióforos calcificados (girogonitos) se han encontrado en rocas

sedimentarias desde el Silúrico (aprox. 420 m.a.) hasta la actualidad (Cirujano et al., 2007). Los géneros actuales aparecen en el Mesozoico (130-200 m.a.). Desde el punto de vista filogenético, las carófitas se encuentran evolutivamente a medio camino entre las algas verdes (*Chlorophyta*) y las plantas propiamente terrestres (cormofitas, que si diferencian tejidos y órganos).



Fig. 24. Carófitas en crecimiento incipiente durante el invierno obtenida de la Fuente de la Salud.

Estos organismos tienen un gran interés ya que son muy sensibles a concentraciones altas de fosfatos lo que convierte a estas comunidades en magníficos bioindicadores en procesos de eutrofización. Además, fijan con sus rizoides el nivel superior de los sedimentos y mantienen las aguas transparentes. Son capaces de tolerar concentraciones de hasta 40 g/L de sólidos disueltos (Guerrero y De Wit, 1989). Su crecimiento es limitado durante el invierno, pero se incrementa notablemente en primavera, a medida que aumentan las horas de luz. Antes del verano, son retirados por

voluntarios para evitar molestias a los bañistas. Estos organismos no solo son habituales en la Fuente de la Salud, sino también en otras lagunas y manantiales de la provincia de Segovia (Fig. 25), en los que llegan a generar auténticas praderas subacuáticas.



Fig. 25. Carófito en pleno desarrollo con sus oogonios (órganos reproductores) de color rojo recogida de la Laguna de Las Eras en Villagonzalo de Coca.

Desde un punto de vista geológico, estos organismos son relevantes porque pueden inducir o influir en la mineralización de diversos carbonatos (cálcicos, magnésicos, sódicos o combinaciones de estos cationes). Bajo condiciones favorables, incluso llegan a litificarse, formando microbialitas (Cabestrero & Sanz-Montero, 2018a, b; Sanz-Montero et al., 2019; 2023; Del Buey & Sanz-Montero, 2023).

Las microbialitas son rocas que se originan en presencia de organismos y materia orgánica. Estas presentan láminas bandeadas y una notable porosidad, producto de la forma en que los minerales precipitan durante su formación. Su génesis combina, en la mayoría de los casos, procesos fisicoquímicos y bioquímicos. Los ejemplos más representativos de estas rocas son los estromatolitos y las tobas travertínicas.

En cuanto al resto de vegetación, durante el recorrido que desde Sepúlveda nos lleva hasta la Fuente de la Salud, los depósitos aluviales el fondo del valle están recubiertos por bosques maduros de ribera, antiguas huertas y choperas de cultivo.

En la vegetación de ribera se pueden encontrar diversas comunidades en función de su proximidad al río, dispuestas en una serie de bandas paralelas de forma que a medida que nos alejamos del curso de agua disminuyen las necesidades de humedad edáfica: son lo que se denominan series edafo-higrófilas.

En primer lugar, viviendo dentro del agua y tapizando la superficie encontramos la vegetación hidrófila: ranúnculos (*Ranunculus* spp.) y polígono anfibio (*Polygonum amphibium*).

A continuación, la vegetación helofítica, que está compuesta por especies caracterizadas por tener parte del tallo y de las hojas fuera del agua: juncos (*Juncus* spp.), enea (*Typha latifolia*), hierba de San Antonio (*Epilobium hirsutum*), espadaña (*Sparganium erectum*), lisimaquia (*Lysimachia vulgaris*), lirio amarillo (*Iris pseudacorus*) o carrizo (*Phragmites australis*).

La siguiente zona de vegetación corresponde a la saucedo-aliseda, sauces (*Salix* spp.) y alisos, que necesitan una alta humedad edáfica: bardaguera (*Salix atrocinerea*), sargatilla (*Salix trianda*), sauce blanco (*Salix alba*), sauce colorado (*Salix purpurea*), bardaguera blanca

(*Salix salvifolia*), mimbrera (*Salix fragilis*) y aliso (*Alnus glutinosa*).

Alejándonos un poco más del curso de agua se dispondrían los chopos, especies que requieren ya menos humedad edáfica y aun así están adaptadas al río y resisten bien las crecidas. Las choperas aparecen bien como restos de las formaciones naturales originales (*Populus alba*, *Populus nigra*) o como resultado de plantaciones (*Populus x euramericana*).

Y finalmente, en las zonas más alejadas del río se encuentran pequeñas formaciones de fresnos (*Fraxinus excelsior*, *Fraxinus angustifolia*), y de olmos (*Ulmus minor* y *Ulmus procera*).

Estas formaciones de ribera están acompañadas de un variado sotobosque formado por numerosas especies arbustivas tales como: cornejo (*Cornus sanguinea*), bonetero (*Euonymus europaeus*), guillomo (*Amelanchier ovalis*), saúco (*Sambucus nigra*), zarzamoras (*Rubus* spp), rosales silvestres (*Rosa canina*), endrino (*Prunus spinosa*), madreselva (*Lonicera etrusca*) o morrionera (*Viburnum lantana*).

Mezclados entre esta vegetación aparece un gran número de árboles frutales abandonados y asilvestrados, testigos del aprovechamiento hortícola del fondo del cañón hasta no hace mucho tiempo: almendros (*Prunus dulcis*), ciruelos (*Prunus domestica*), cerezos (*Prunus avium*), perales (*Pyrus communis*), nogales (*Juglans regia*), avellanos (*Corylus avellana*) e higueras (*Ficus carica*).

En los roquedos existe una interesante vegetación rupícola: espinales, pastizales secos, lestonales y helechales que se asientan en las paredes. Son comunidades rupícolas de gran originalidad en las que nos podemos encontrar especies como: hiedra (*Hedera helix*), culantrillo de pozo (*Aidanthus capillus-veneris*), asplenio (*Asplenium celtibericum*), zapatitos de la Virgen (*Sarcocapnos*

enneaphylla), pupilo (*Rhamnus pumilus*), espuelilla (*Chaenorhinum originalifolium*), ombligo de Venus (*Umbilicum rupestris*), e incluso algunos endemismos ibéricos como *Biscutella valentina*, *Dianthus pungens* o *Campanula hispanica*. La cornicabra o terebinto (*Pistacia terebinthus*) también es frecuente en los cortados.

FAUNA

Asociada al río aparece una importante fauna compuesta por anfibios como la rana común (*Pelophylax perezi*), el sapo partero (*Alytes cisternasii*) y el sapo común (*Bufo spinosus*), reptiles como la culebra viperina (*Natrix maura*), mamíferos como la nutria (*Lutra lutra*) y aves típicas de ribera, ligadas a los cursos de agua, como el martín pescador (*Alcedo atthis*), el mirlo-acuático europeo (*Cinclus cinclus*) y la lavandera cascadeña (*Motacilla cinerea*). Como elementos de la ictiofauna presentes en el río podemos citar: bermejuelas (*Achondrostoma arcasii*), gobios (*Gobio lozanoi*), lamprehuelas (*Cobitis calderoni*), trucha común (*Salmo trutta*) y barbo (*Barbus bocagei*).

Fuera ya del agua, los cantiles rocosos ofrecen cobijo a una importante variedad de aves rupícolas, entre las que destacan : buitre leonado (*Gyps fulvus*), alimoche común (*Neophron percnopterus*), halcón peregrino (*Falco peregrinus*), cernícalo vulgar (*Falco tinnunculus*), águila real (*Aquila chrysaetos*), búho real (*Bubo bubo*), cuervo grande (*Corvus corax*), grajilla occidental (*Corvus monedula*), chova piquirroja (*Pyrrhocorax pyrrhocorax*), avión roquero (*Ptyonoprogne rupestris*), colirrojo tizón (*Phoenicurus ochruros*), roquero solitario (*Monticola solitarius*) y gorrión chillón (*Petronia petronia*). Igualmente podemos encontrar soleándose en el roquedo reptiles como el lagarto ocelado (*Timon lepidus*), la lagartija colilarga (*Psammotromus algirus*) o la culebra bastarda (*Malpolon monspessulanus*).

Asociada a la vegetación arbórea y arbustiva del soto fluvial encontramos, entre otras: ruiseñor común (*Luscinia megarhynchos*), cetia ruiseñor (*Cettia cetti*), curruca capirotada (*Sylvia atricapilla*), curruca mosquitera (*Sylvia*

borin), herrerillo común (*Cyanistes caeruleus*), carbonero común (*Parus major*), mito común (*Aegithalos caudatus*), mosquitero común (*Phylloscopus collybita*), mosquitero musical (*Phylloscopus trochilus*), escribano soteño (*Emberiza cirrus*), agateador europeo (*Certhia brachydactyla*), mirlo común (*Turdus merula*), zorzal común (*Turdus philomelos*), petirrojo europeo (*Erithacus rubecula*), pinzón vulgar (*Fringilla coelebs*), oropéndola europea (*Oriolus oriolus*), pito ibérico (*Picus sharpei*), pico picapinos (*Dendrocopos major*), pico menor (*Dryobates minor*)... Toda una pléyade de pájaros que se ensambla en una diversa comunidad ornítica que presenta muy importantes cambios en abundancia y riqueza siguiendo, perfectamente acoplada a la vegetación, los cambios fenológicos que marcan los ritmos de las estaciones.

AGRADECIMENTOS

A la Junta Directiva del Grupo Español de la Asociación Internacional de Hidrogeología, y en particular a su Presidenta, la Dra. Carolina Guardiola Albert (IGME, CSIC); y a la coordinación a nivel nacional del Hidrogeodía y, en particular, a Almudena de la Losa (IGME, CSIC).

A Julio López Gutiérrez (IGME, CSIC), autor principal del último estudio hidrogeológico conocido de la fuente de la Salud (López y Díez, 2010), por autorizar el uso de su contenido inédito para la elaboración de esta guía.

A Laura Casado Vitón, por su colaboración en la organización y desarrollo del Hidrogeodía.

MONITORES-GUÍAS DEL HIDROGEODÍA SEGOVIA 2025



Coordinación provincial Hidrogeodía 2025 Segovia:

- Andrés Díez Herrero
- Juana Vegas Salamanca

(Geología de Segovia -GSg- e IGME-CSIC)

Guías-monitores del Hidrogeodía 2025 Segovia:

- Juana Vegas Salamanca (GSg e IGME-CSIC)
- Nuria Sacristán Arroyo (GSg)
- Jesús del Pozo Tejado (GSg y Tragsatec)
- Suset Barroso Solares (GSg y UVa)
- Óscar Cabestrero Aranda (GSg y UCM)
- Esteban Casaux Rivas (GSg)
- Juan Palomo Martín (GSg)
- Andrés Díez Herrero (GSg e IGME-CSIC)

Para saber más ...

Buey, P. del, & Sanz-Montero, M. E. (2023). Biomineralization of ordered dolomite and magnesian calcite by the green alga *Spirogyra*. *Sedimentology*, 70(3), 685-704.

Cabestrero, Ó., & Sanz-Montero, M. E. (2018). Brine evolution in two inland evaporative environments: Influence of microbial mats in mineral precipitation. *Journal of Paleolimnology*, 59, 139-157.

Cabestrero, Ó., Sanz-Montero, M. E., Arregui, L., Serrano, S., & Visscher, P. T. (2018). Seasonal variability of mineral formation in microbial mats subjected to drying and wetting cycles in alkaline and hypersaline sedimentary environments. *Aquatic Geochemistry*, 24, 79-105.

Camacho, A., Borja, C., Valero-Garcés, B., Sahuquillo, M., Cirujano, S., Soria, J. M., Rico, E., De La Hera, A., Santamans, A. C., García De Domingo, A., Chicote, A. & Gosálvez, R., (2009). 3140 Aguas oligo-mesotróficas calcáreas con vegetación de *Chara* spp. En: VV.AA., Bases ecológicas preliminares para la conservación de los tipos de hábitat de interés comunitario en España. Madrid: Ministerio de Medio Ambiente, y Medio Rural y Marino. 47 p.

Cirujano, S., Cambra, J., Sánchez Castillo, P.M., Meco, A. & Flor Arnau, N (2007). Flora Ibérica. Algas continentales. Carófitos (Characeae). Real Jardín Botánico, Madrid.

Consejería de Economía y Hacienda (2017). Resolución de 21 de noviembre de 2017, de la Dirección General de Energía y Minas, por la que se da publicidad a la Orden de la Consejería de Economía y Hacienda, por la que se declara la condición mineral natural y

termal, de las aguas procedentes del sondeo denominado "Agua de Macarena", ubicado en el término municipal de Sepúlveda (Segovia). Expte.: 2017-461-462/AOP/IES. *Boletín Oficial de Castilla y León*, núm. 229, miércoles, 29 de noviembre de 2017, pp. 49588-49596.

Díez Herrero, A. (1991). *Hidrogeología de la fuente de la Salud (Sepúlveda, Segovia)*. Seminario de Hidrogeología Básica, Curso 1990/1991. Facultad de Ciencias Geológicas, Universidad Complutense de Madrid, Madrid, documento inédito, 19 pp.

Díez, A. y Martín, J.F. (1993). Geología, geomorfología y paleontología; Hidrología e hidrogeología. En: Abella, J.A. y Yoldi, L. (Coord.). Varios autores (1993). *Segovia: ecología y paisaje. Guía para una comprensión integral de la Ciudad*, 37-49, Ed. MOPT, MEC, MAP y otros, Valladolid, 416 pp.

Díez Herrero, A. y Martín-Duque, J.F. (2005). *Las raíces del paisaje. Condicionantes geológicos del territorio de Segovia*. En: Abella Mardones, J.A.; Salinas, B. y Yoldi, L. (Coords.), Colección Hombre y Naturaleza, VII. Ed. Junta de Castilla y León, 464 págs.

Díez-Herrero A.; Benito, G.; Porat, N. & Gutiérrez-Pérez, I. (2005). Upper Pleistocene palaeofloods in the Duratón River gorge (Central Spain). In: F. Gutiérrez, M. Gutiérrez, G. Desir, J. Guerrero, P. Lucha, C. Martín, J.M. García-Ruiz (Eds.), Abstracts Volume, *Sixth International Conference on Geomorphology. Fluvial Geomorphology and Palaeohydrology*, pag. 113. Zaragoza (Spain) September 7-11, IAG-SEG-UZAR, D.L. Z-2.162/2005.

Díez Herrero, A.; De Marcelo Rodao, G.; Díez Herrero, A.; Escobar Burgueño, A. (2022). *Los desastres naturales en la cultura tradicional segoviana*. Colección Becas de Investigación, 16. Instituto de la Cultura Tradicional Segoviana 'Manuel González Herrero', Diputación de Segovia, Segovia, 320 pp. (295 pp + 5 Anexos).

Gómez Ortiz, D., (2001). *La estructura de la corteza de la zona central de la Península Ibérica*. Tesis doctoral. Universidad Complutense de Madrid. Facultad de Ciencias Geológicas. ISBN: 84-669-1780-2.

Guerrero, M.C. y De Wit, R. (1989). Microbial mats in the inland saline lakes of Spain. *Limnetica*, 8, 197–204.

IGME-IRYDA (1977). *Plan Nacional de Investigación de Aguas Subterráneas (PIAS). Investigación Hidrogeológica de la zona norte del Sistema I I. Área Turégano-Sepúlveda*. Memoria, anexos y suplementos.

IGME (2007). *Mapa geológico de España, a escala 1:50.000*. Hoja nº 431 Sepúlveda. Mapa y Memoria. Instituto Geológico y Minero de España (IGME), Madrid.

IGME-Junta de Castilla y León-SIEMCALSA: *Las aguas Minerales de Castilla y León*. www.igme.es/internet/aguas_minerales/inventarios/CastillayLeon/Segovia.htm.

ITGE (1991). *Memoria del mapa hidrogeológico de la Hoja nº 38 (Segovia)*. Mapa Hidrogeológico de España E. 1:200.000. Primera edición. Instituto Tecnológico Geominero de España, Madrid, Mapa + Información Auxiliar + Memoria, 135 pp.

López, L. y Gómez, j. (1979). Infiltración producida por las aguas superficiales en las dolomías mesozoicas del área Turégano-Sepúlveda (Segovia). *II Simposio Nacional de Hidrogeología*, Tomo IV, pp. 381-389.

López Gutiérrez, J. y Díez Herrero, A. (2010). *Valoración preliminar de los recursos hídricos subterráneos aprovechables para un posible establecimiento balneario procedentes de la fuente de la Salud en el término municipal de Sepúlveda (Segovia)*. Instituto Geológico y Minero de España (Ministerio de Ciencia e Innovación). Informe inédito a solicitud del

Ayuntamiento de Sepúlveda. Referencia Referencia: O.C./AS.05/10/1, Madrid, 31pp.

MMARN (2010). *Informe “Situación de la Sequía. Diagnóstico de la situación a 9 de junio de 2010”*. www.mma.es.

Sacristán Arroyo, N. y Vicente Rodado, M. F. (2018). *Las piedras y los paisajes en la cultura tradicional de Segovia. Primera aproximación a la etnogeología segoviana*. Instituto de la Cultura Tradicional Segoviana “Manuel González Herrero”. Diputación Provincial de Segovia. 420 pp.

Sanz-Montero, M. E., Cabestrero, Ó., & Sánchez-Román, M. (2019). Microbial Mg-rich carbonates in an extreme alkaline lake (Las Eras, Central Spain). *Frontiers in Microbiology*, 10, 148.

Sanz-Montero, M. E., del Buey, P., Cabestrero, Ó., & Sánchez-Román, M. (2023). Isotopic signatures of microbial Mg-carbonates deposited in an ephemeral hyperalkaline lake (Central Spain): paleoenvironmental implications. *Minerals*, 13(5), 617.

Sección de Minas del Servicio Territorial de Economía de Segovia (1990). *Aguas minero-medicinales de la Fuente de la Salud*. Informe y Anexos. Junta de Castilla y León.

Vergara García, E. (1890). *Apuntes para una topografía médica de Sepúlveda*. Imprenta de Pedro Díaz Bayo, Sepúlveda, 70 pp.

OTROS RECURSOS DE UTILIDAD PARA EL HIDROGEODÍA 2025

Entradas en la web Geología de Segovia de utilidad en el Hidrogeodía Segovia 2025

- Hidrogeodía Segovia: <https://www.geologiadesegovia.info/hidrogeodia-segovia/>
- Hidrogeodía Segovia 2025: <https://www.geologiadesegovia.info/hidrogeodia-2025-segovia/>
- Fuente de la Salud de Sepúlveda: <https://www.geologiadesegovia.info/fuente-la-salud-sepulveda/>
- Estación de aforos del río Duratón en Sepúlveda: <https://www.geologiadesegovia.info/tomando-el-pulso-al-duraton/>
- Inundaciones en el barrio de Santa Cruz de Sepúlveda: <https://www.geologiadesegovia.info/inundaciones-en-santa-cruz-sepulveda/>

Entradas en la web Geología de Segovia con información de Sepúlveda y su entorno

- Ramas dentro de piedras: <https://www.geologiadesegovia.info/ramas-dentro-de-piedras/>
- La falla que nace en Odemira y termina en Sepúlveda: <https://www.geologiadesegovia.info/la-falla-que-nace-en-odemira-y-termina-en-sepulveda/>
- ¡Más se perdió en la Guerra! Hasta colecciones de minerales en Sepúlveda: <https://www.geologiadesegovia.info/mas-se-perdio-en-la-guerra-hasta-colecciones-de-minerales-en-sepulveda/>
- El cretácico de Sepúlveda: <https://www.geologiadesegovia.info/cretacico-sepulveda/>
- Sepúlveda en la Historia (geológica): <https://www.geologiadesegovia.info/sepulveda-historia-geologica/>
- Desprendimientos en las Hoces del Duratón: <https://www.geologiadesegovia.info/desprendimientos-hoces-duraton/>
- Un túnel de película: <https://www.geologiadesegovia.info/un-tunel-de-pelicula/>
- La piedra que animó Barral: <https://www.geologiadesegovia.info/la-piedra-que-animo-barral/>

¿Cómo citar este documento o parte de él como referencia bibliográfica?

Díez Herrero, A. y Vegas, J. (Coords.); López, J.; Sacristán, N.; Del Pozo, J.; Cabestrero, O.; Casaux, E.; Barroso, S.; Palomo, J. (2025). *A la Salud de Sepúlveda. Guía del Hidrogeodía 2025 Segovia*. Asociación Internacional de Hidrogeólogos-Grupo Español y Asociación Geología de Segovia, Segovia, 26 pp.