

Caminitos de Agua

Tres rutas hidrogeológicas en la provincia de Segovia



Itinerario
Itinerary

The Water Ways

Three hydrogeological routes in the province of Segovia (Spain)



*CAMINITOS DE AGUA.
TRES RUTAS HIDROGEOLÓGICAS EN LA PROVINCIA DE SEGOVIA.
ITINERARIO.*

*THE WATER WAYS.
THREE HYDROGEOLOGICAL ROUTES IN SEGOVIA PROVINCE (SPAIN).
ITINERARY.*



Autor: Enrique Fernández Escalante

Caminitos de Agua. Tres rutas hidrogeológicas en la provincia de Segovia. Itinerario. /
The Water Ways. Three hydrogeological routes in Segovia province (Spain). Itinerary.
A. Enrique Fernández Escalante, 2010

Primera edición. Noviembre de 2010.
Autor: A. Enrique Fernández Escalante
Edita e imprime: GRAFINAT – MÉTODO GRÁFICO. C/ Albasanz, 14 B. 28.037, Madrid.
Tf. 91 3045332. Fax: 91 3271031
Em: metodografico@metodografico.com

ISBN: 978-84-614-4997-7
Depósito legal: M-49306-2010

Todas las figuras, tablas y fotografías tienen mención expresa de su autoría (derecho de cita, cuando procede; o reproducción autorizada). En caso de carecer de mención, corresponden al autor.

Reservados todos los derechos ©.

ÍNDICE

1	SUMMARY IN ENGLISH	4
2	INTRODUCCIÓN.....	5
3	ENCUADRE. EL ACUÍFERO DE LOS ARENALES.....	7
4	CLAVES PARA EL SEGUIMIENTO DE LOS ITINERARIOS.....	9
5	RUTA HIDROGEOLÓGICA DE LA CUBETA DE SANTIUSTE	10
	PARADA S-1. PRESA DE DERIVACIÓN DEL DISPOSITIVO DE RECARGA ARTIFICIAL	13
	PARADA S-2. CABECERA DEL DISPOSITIVO DE GESTIÓN DE LA RECARGA (MAR)...	15
	PARADA S-3. EL SANCHÓN.	17
	PARADA S-4. EL BATÁN	20
	PARADA S-5. LAGUNA DE LA IGLESIA	22
	PARADA S-6. LAGUNA DE LAS ERAS	24
	PARADA S-7. PUENTE CHICO DE COCA.....	26
	PARADA S-8. CASTILLO DE COCA Y PRADO CERRADO	27
	PARADAS S-9 POZO RANNEY EN EL ALUVIAL DEL RÍO ERESMA.....	29
6	RUTA HIDROGEOLÓGICA DEL CARRACILLO	31
	PARADA C-1. NARROS DE CUÉLLAR. RÍO MALUCAS Y PIRÓN.	35
	PARADA C-2. NARROS DE CUÉLLAR	37
	PARADA C-3. GOMEZSERRACÍN.....	39
	PARADA C-4. ARENERO CERCA A LA DEHESA BOYAL / LAGUNA DEL SEÑOR	41
7	RUTA HIDROGEOLÓGICA EN CARBONERO EL MAYOR. QANAT, GALERÍA O MINA	43
	PARADA Q-01. QANAT EN CARBONERO EL MAYOR.....	45
8	TABLA RESUMEN	47
9	AGRADECIMIENTOS.....	47
10	DIRECCIONES POSTALES Y WEB DE INTERÉS	47
11	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS Y PÁGINAS WEB RELACIONADAS	48
12	GUÍA DE ITINERARIO, FORMATO PANEL	49
13	ITINERARY GUIDE. PANNEL FORMAT IN ENGLISH.....	50

1 SUMMARY IN ENGLISH

The Three Water Ways or “*Caminitos de Agua*” is a series of hydro-geological routes which allow us to discover three areas of great hydro-geological and environmental interest, all of them located in Segovia: La Cubeta de Santiuste, El Carracillo District and the gallery of Carbonero el Mayor.

To this day, the term “hydro-geological routes” has not been used, neither in existing legislation, nor in the terminology used for trekking at the public spaces of the Autonomous Communities. Therefore, this could very well be the “first” experience to put forward this term and give the deserved importance both to hydrogeology, in general, and to the technique for the Managed Aquifer Recharge (MAR), in particular.

Every route offers different options, which depend on the duration and availability of time, ranging from a few hours to several days. If the visitors want to see all the sights, a tight schedule of at least three days should be enough.

The sights have been selected based on different criteria: hydro-geological, environmental, cultural and educational-interpretative interest.

Every “Water Way” is presented with a brief description and reviews on the location, accessibility (buses, tour buses, four-wheel drives, and even walking) as well as general advice on specific material, in the case of exercise or undertaking interpretation tasks. There is also a ranking on a scale from 1 to 5 based on singularity and hydro-geological interest.

In order to get more information, the routes have an “Itinerary Guide” as well as the present “Interpretation Guide”, the latter one delves into the technical side of the routes.

The coordinates of the sights have been compiled in a waypoint format, compatible with any GPS. These files can be downloaded from the website: www.dina-mar.es



2 INTRODUCCIÓN

“Caminitos de agua” se plantea como un conjunto de “rutas hidrogeológicas” con opción para visitar tres zonas de gran interés hidrogeológico y medioambiental en la provincia de Segovia, La Cubeta de Santiuste, El Carracillo y el qanat de Carbonero el Mayor.

En la actualidad no hay acuñada ninguna “ruta hidrogeológica” como tal en nuestra legislación, sirva por tanto como un intento de ampliar los Lugares de Interés Geológico o iniciar el proceso para instaurar ese término, con objeto de dar a la hidrogeología la importancia que merece.

La idea de crear la primera de las tres "rutas hidrogeológicas" en la Cubeta de Santiuste (Santiuste-Coca, Segovia) surgió al darnos cuenta de que, en un espacio de unos 12 km lineales, hay al menos 10 puntos de interés hidrogeológico visitables. Más tarde se incorporaron dos nuevos “caminitos de agua”, un qanat o galería para captación de aguas y recarga artificial en Carbonero el Mayor; y cuatro puntos de interés relacionados con el dispositivo de recarga artificial de la comarca del Carracillo, también en Segovia. Los tres sectores distan menos de 40 km en total.

El “visitante” interesado puede ser el excursionista al que le guste el campo, si bien, da gran cabida a visitas técnicas de estudiantes: Facultades, Escuelas de Ingeniería, máster de hidrogeología, medioambiente, etc.

La zona cuenta con la ventaja de tener una buena disposición por parte de sus agricultores, quienes han colaborado a gestar las rutas y a incrementar el interés hidrogeológico de la zona, y por ende, de la técnica de la recarga artificial de acuíferos.

La excursión presenta varias opciones, dependiendo de la duración prevista y del tiempo disponible, desde una jornada hasta varios días. La visita de todos los puntos requiere, al menos, tres días a un ritmo desenfadado.

No es objeto de la presente guía mostrar un inventario de obras, más bien los puntos seleccionados cuentan con una amplia diversidad: Espacios Naturales Protegidos, infraestructuras hidráulicas, “curiosidades hidrogeológicas”, nodos de esquemas de gestión hídrica, patrimonio histórico, etc.

La entidad propia de las zonas y su complejidad hidrogeológica permite además plantear ejercicios de interpretación, problemas con varias soluciones que requieren un esfuerzo interpretativo, dada la alta componente en educación ambiental con que han sido diseñados los paneles, el presente itinerario, y especialmente, la guía de interpretación.

A continuación se presentan los “Caminitos de Agua” según han sido planteados, con una breve descripción general del entorno y de los mismos, reseñas para su acceso, localización e incluso coordenadas incorporadas a un fichero para cualquier GPS que puede ser descargado de la página Web, lo que facilita los accesos en campo.

En cada “parada” se describe el tipo de acceso viable (autobús, turismo, todoterreno o incluso andando) y el material preciso en caso de proponer ejercicios y llevar a cabo tareas de interpretación. Se ha añadido además una valoración de 1 a 5 (intentando evitar la subjetividad), en base a su grado de innovación (si se trata de un prototipo o de una obra convencional) y por su singularidad o su interés hidrogeológico. Cada parada finaliza con un apartado para observaciones adicionales.

La mejor época para visitar los “caminitos de agua” es entre el 1 de noviembre y el 30 de abril, cuando los dispositivos de recarga artificial están operativos.

Es recomendable atender al material recomendable y, en ocasiones, tramitar los permisos oportunos con antelación.

Al final de los itinerarios se presenta una reproducción del panel que resume los distintos itinerarios, cuyo original se encuentra en la parada s-02. El fichero de imagen de dicho panel (versión para imprimir) es accesible por Internet a través de la página www.dinamar.es.

La visita a los caminitos puede ser complementada con la cartografía topográfica o geológica oportuna: Hojas a escala 1:50.000 n^{os} 428, 429, 455 y 456.

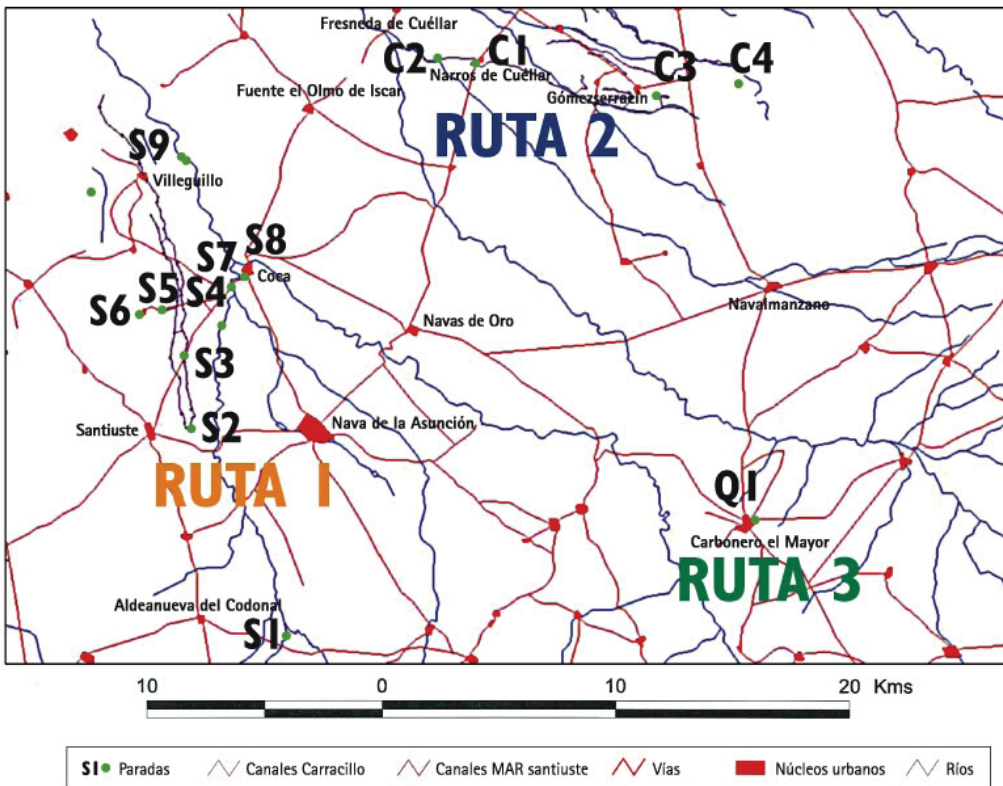


Figura 1. Cartografía esquemática del sector NO de Segovia y posición de las rutas hidrogeológicas propuestas y sus paradas (orientado al norte y con escala gráfica).

3 ENCUADRE. EL ACUÍFERO DE LOS ARENALES

El acuífero de los Arenales o Unidad Hidrogeológica 02-17 se trata de una extensión cercana a 1.500 km² localizada íntegramente en la Comunidad Autónoma de Castilla y León. Comprende parte de las provincias de Salamanca, Valladolid, Segovia y Ávila. Los ríos que la atraviesan son el Duero, Zapardiel, Adaja, Eresma y Voltoya.

Ocupa la margen izquierda del Duero hasta la divisoria con el río Tormes y el Sistema Central, siendo el Duero la única vía natural de drenaje. La recarga procede prácticamente en su totalidad de la infiltración del agua de lluvia, estimada en 430 hm³/año.

El área madre de los sedimentos la constituyen los materiales del borde Sur y Suroeste, donde se encuentran las alineaciones plutónicas ácidas y, en menor proporción, las metamórficas del Sistema Central y de los macizos de Zarzuela del Pinar-Santa María la Real de Nieva (ubicados entre los caminitos primero y tercero), de donde proceden los sistemas dunares cuaternarios.

Conforme a su estratigrafía, se han diferenciado tres Unidades para este sector de la Cuenca del Duero (conforme a la memoria de la hoja geológica 428, Olmedo y en Galán *et al*, 2001a):

- Unidad Inferior. Integrada por depósitos neógenos detríticos, concretamente miocenos, pertenecientes a las unidades de Tierra de Campos y Facies Marginales.
- Unidad Media. Está constituida por materiales carbonatados y evaporíticos (calizas, dolomías, margas, margas yesíferas y yesos) que por lo general configuran el resalte morfológico de los páramos en el centro de la Cuenca (Caliza del Páramo).

Los materiales correspondientes a estas litologías afloran en los taludes de los ríos Eresma y Cega. En el resto de las zonas aparecen cubiertos por las arenas cuaternarias constituyentes del manto eólico.

En este acuífero se han llevado a cabo tres ensayos de recarga artificial promovidos por el Ministerio de Agricultura (actual Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino) y la Junta de Castilla y León en las comarcas de La Moraña (Ávila), en el Carracillo y en la Cubeta de Santiuste (ambas en Segovia), así como experiencias del proyecto de I+D+i DINA-MAR.

Los primeros ensayos se llevaron a cabo en **La Moraña** (Ávila), donde se realizó un profundo estudio para determinar las posibilidades de recarga artificial, tanto en el acuífero superficial como en compartimentos más profundos del acuífero. Finalmente esta opción fue rechazada con aguas de origen fluvial ante la dificultad de derivar agua de los ríos principales, quedando abierta la opción a recargar con aguas depuradas o regeneradas. Esta opción es todavía objeto de investigación.

La comarca del **Carracillo** está localizada a aproximadamente 40 km hacia el este desde la zona precedente. Ocupa una extensión cercana a 150 km² y se ubica en el interfluvio de los ríos Cega y Pirón. Cuenta con una extensa cultura de regadío, con al menos 2.700 ha regadas con aguas subterráneas. La explotación del acuífero cuaternario superficial ha sido creciente en las últimas décadas, motivando el descenso del nivel freático a una media de 10 m, con procesos de salinización y contaminación aparejados. El Carracillo cuenta con cierta tradición en recarga artificial mediante acequias sin revestir, si bien los

primeros dispositivos de cierta envergadura no han comenzado a funcionar hasta el invierno de 2006/07, año en el que terminaron las obras llevadas a cabo por Tragsa y se introdujeron cerca de 8 hm^3 al acuífero mediante canales y balsas de infiltración.

La **Cubeta de Santiuste** es un acuífero bastante bien conocido gracias a las actuaciones llevadas a cabo por el entonces llamado Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación (en adelante MAPA), la Junta de Castilla y León y por actividades de I+D+i.

Se encuentra en el sector oeste de la provincia de Segovia y sureste de la provincia de Valladolid, y está comprendida entre los términos municipales de Llano de Olmedo, Villeguillo, Coca y Santiuste de San Juan Bautista.

Ubicada en la margen izquierda de los ríos Voltoya y Eresma, cuenta con una superficie aproximada de 48 km^2 . Cuenta ya con ocho ciclos de recarga artificial. La actividad se inició en el año hidrológico 2002/03 con un canal único con balsas intercaladas, que ha sido ampliado sucesivamente.

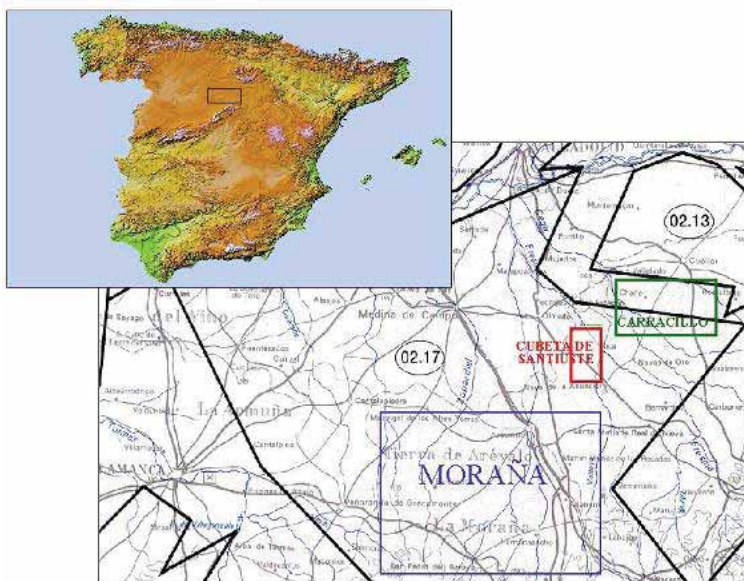


Figura 2. Situación geográfica del acuífero de los Arenales o UHG 02-17 y su posición dentro de España (Escala aproximada del mapa 1:200.000).

4 CLAVES PARA EL SEGUIMIENTO DE LOS ITINERARIOS

Se han diseñado una serie de claves que permiten conocer la forma de acceso más recomendable, qué tipo de parada es (entre seis opciones) y el material recomendado:

FORMAS DE ACCESO		
 Andando	 Vehículo Turismo	 No accesible autobús
	 Autobús	 Vehículo todo terreno

MATERIAL RECOMENDADO	
 Cámara de fotos	 Botas
 Guía	 GPS

TIPO DE PARADA	
ENP	Espacio Natural Protegido
IC	Interés cultural
IHI	Infraestructura Hidráulica de Interés
PH	Patrimonio Histórico
IH	Interés Hidrogeológico
BIC	Bien de Interés Cultural

5 RUTA HIDROGEOLÓGICA DE LA CUBETA DE SANTIUSTE



Figura 9. Canal de gestión de la recarga Este, entre Santiuste y Coca (Segovia).

Este “Caminito de agua” se ubica íntegramente en la Cubeta de Santiuste (en adelante “la Cubeta”). Está comprendida en el sector oeste de la provincia de Segovia y sector sureste de la provincia de Valladolid, y engloba total o parcialmente en sus aproximadamente 85 km² de superficie los términos municipales de Llano de Olmedo, Villeguillo, Ciruelo de Coca, Villagonzalo, Coca y Santiuste de San Juan Bautista. Se encuentra en la margen izquierda de los ríos Voltoya y Eresma.

Es una zona con intensa utilización de aguas subterráneas para la agricultura de regadío, que representa un importante recurso socioeconómico para los habitantes de la zona. La progresiva explotación de los recursos hídricos subterráneos y la necesidad de atender una demanda suficiente para salvaguardar la producción de las cosechas, provocó un descenso acusado de los niveles del agua en las últimas décadas (en torno al 50-60% de su espesor saturado inicial, IRYDA, 1990). Esta circunstancia propició la realización de una serie de estudios específicos promovidos por la Dirección General de Desarrollo Rural del MAPA para la recarga del acuífero con los excedentes hídricos derivados del río Voltoya durante la época invernal.

Este proyecto fue declarado obra de interés general, en gran medida gracias al esfuerzo de la exministra y diputada por Segovia, Loyola de Palacio, junto con varios Cargos castellano-leoneses, que iniciaron las labores para que los anteproyectos redactados se hicieran realidad. El hecho de que se involucraran personalmente los funcionarios de la Dirección General de Desarrollo Rural del Ministerio de Agricultura y de la Junta de Castilla y León, así como de la Consejería de Medio Ambiente de Segovia, y la demanda y participación activa de los regantes, permitió que actualmente la Cubeta cuente con un dispositivo de recarga artificial de acuíferos de tipo superficial (básicamente balsas y canales), operativo desde 2002, que constituye una tipología pionera en España en su género y además es de gran efectividad.

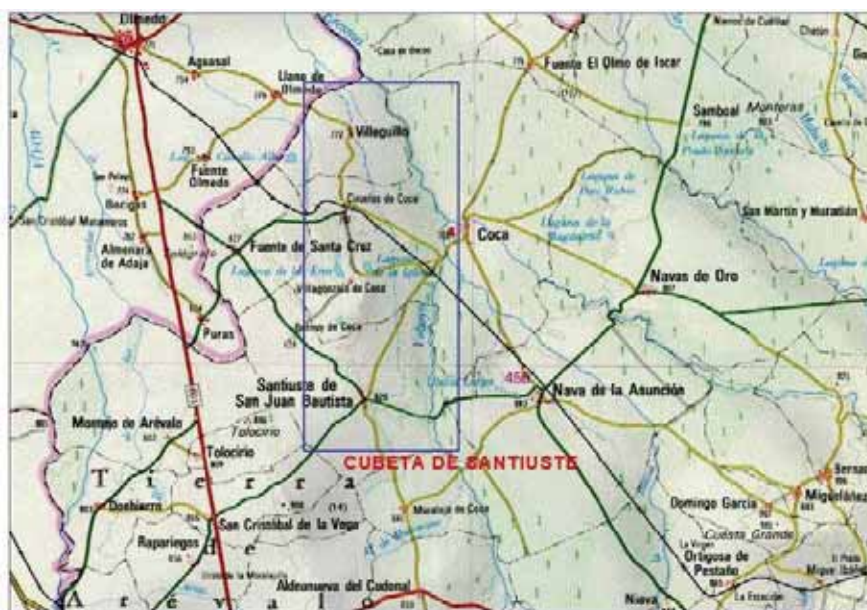


Figura 3. Situación geográfica de la zona sobre la cartografía provincial del Ministerio de Fomento de Segovia a escala 1:250.000.

PARADA 5-1 PRESA DE DERIVACIÓN DEL DISPOSITIVO DE RECARGA ARTIFICIAL EN EL RÍO VOLTOYA



OBSERVACIONES: De interés por la presencia de elementos de obra. De camino hacia el segundo punto, véase también:

- a) Pozos con noria bien preservada.
- b) Fuente con entrada de aguas a la Cubeta (Polo frío).

PARADA 5-2 CABECERA DEL DISPOSITIVO DE RECARGA ARTIFICIAL DE ACUÍFEROS



OBSERVACIONES: Caudalímetro, paneles divulgativos y escala limnimétrica. Recursos didácticos e interpretativos. Deducir la divisoria hidrogeológica. Véase también:

- a) Estación DINA-MAR ZNS-1 para el estudio de la zona no saturada, junto al canal de recarga artificial.
- b) Balsa de decantación, donde se están ensayando técnicas de tratamiento de suelo y acuífero (SAT).



- c) Pozos y piezómetro de observación.

- d) SAT: Depuradora.



PARADA 5-3 EL SANCHÓN

BIFURCACIÓN DEL CANAL DE RECARGA ARTIFICIAL (AR) Y DRENAJE NATURAL DEL ACUÍFERO. HUMEDAL ARTIFICIAL.



OBSERVACIONES: Véase también:

- a) Caz del Batán. Aliviadero del canal de AR.
- b) Antiguo vertedero de RSU clausurado de Coca sobre margas (Facies Cuestas).



PARADA s-1. PRESA DE DERIVACIÓN DEL DISPOSITIVO DE RECARGA ARTIFICIAL

PARADA	PTO. GPS	ACCESO	INTERÉS (1-5)	PERMISOS (S/N)
PRESA DE DERIVACIÓN RÍO VOLTOYA	s-1	BUS	3	No



Figura s-1 a). Cartografía de acceso a la parada s-1. Hojas a escala 1:25.000 1894, cuadrante III.



Figura s-1 b). Vista aérea del sector y elementos clave. La cruz indica el punto de acceso (punto del GPS s-1), con posibilidad de aparcar un autobús.



Figura s-1 c). Aspecto de la presa de retención en el río Voltoya para la recarga artificial de la Cubeta de Santiuste.

Se trata de una presa de retención de las aguas del río Voltoya, que constituye el punto de partida de las aguas para la recarga artificial (en adelante AR por su acrónimo en inglés). Las aguas derivadas discurren a través de una tubería enterrada de 9,6 km de longitud, hasta la cabecera del dispositivo de la Cubeta de Santiuste.

El interés interpretativo de la parada consiste, además de constatar el régimen hidráulico del río Voltoya, en el estudio de los elementos de obra, taludes de la presa, elementos de contención, valvulería, filtros, elementos de remate, etc.

El volumen de agua a derivar depende de la concesión otorgada por la Confederación Hidrográfica del Duero, que depende del carácter del año hidrológico. Por algunos valores históricos oscila entre 5 y 8 hm³/año (semestre).

El control manual de la válvula de entrada corresponde a la comunidad de regantes de Santiuste

PARADA S-2. CABECERA DEL DISPOSITIVO DE GESTIÓN DE LA RECARGA (MAR)

PARADA	PTO. GPS	ACCESO	INTERÉS S (1-5)	PERMISOS (S/N)
EL HONGO	s-2	BUS?-TURISMO	5	S

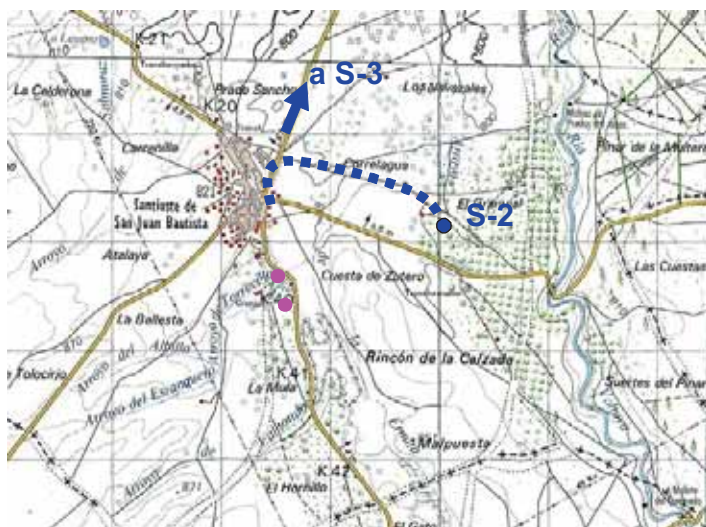


Figura s-2 a). Cartografía de acceso a la parada s-2. Hoja 1846, cuadrante II.



Figura s-2 b). Vista aérea del sector y elementos clave.

El acceso más fácil a la segunda parada es tomando el desvío de tierra en la carretera de Santiuste a Coca, antes de la primera nave y junto a ella (con puerta por ahora azul) sale

un camino que, aunque no asfaltado, ha permitido en alguna ocasión el paso de un autobús.

A una distancia que ronda el kilómetro se encuentra la cabecera del dispositivo de recarga artificial (punto GPS s-2), también conocido como "Hongo". Aquí termina la tubería de 9,6 kms de longitud y 1.100 mm de diámetro, procedente de la presa sobre el río Voltoya, y el agua de recarga artificial, o mejor, gestión de la recarga, es alumbrada de nuevo a través de un conducto vertical a modo de vertedera.

A escasos metros de distancia se encuentra la caseta prefabricada de hormigón donde se encuentra el caudalímetro. La concesión otorgada por la Confederación Hidrográfica del Duero suele durar un semestre, desde el 1 de noviembre al 30 de abril. En su pared oeste ha sido instalado un panel divulgativo de tipo genérico. En el lateral opuesto se encuentra el panel que sirve de guía para este itinerario. El agua es conducida directamente a una balsa de decantación de planta más o menos triangular, de la que salen dos canales o caceras, el viejo por el Este y otro posterior por el Oeste.

En el sector oeste de la balsa de decantación hay una zona donde los investigadores del proyecto de I+D+i DINA-MAR estudian técnicas SAT. La más desarrollada ha sido el estudio de cómo influyen los caballones en la evolución de la tasa de infiltración, y, especialmente, qué distancia entre surcos y crestas presenta las tasas más altas.

En las inmediaciones de la esquina NO. y a una distancia cercana a 40 metros, se encuentra la estación DINA-MAR ZNS-1. Fue construida en 2008 por el Grupo Tragsa para el estudio de la Zona No Saturada en la zona adyacente al canal de recarga artificial.



Figura s-2 c). Cabecera del dispositivo de recarga artificial (hongo) durante el ciclo y en el período invernal con la válvula de entrada cerrada.

Observaciones:

El acceso al caudalímetro debe ser gestionado a través de la comunidad de regantes de Santiuste.

La estación DINA-MAR ZNS-1 es gestionada por el equipo investigador del proyecto DINA-MAR. Este mismo equipo facilita la explicación del cometido de las parcelas experimentales. También pueden consultarse las referencias que aparecen al final de esta publicación.

PARADA S-3. EL SANCHÓN

PARADA	PTO. GPS	ACCESO	INTERÉS (1-5)	PERMISOS (S/N)
EL SANCHÓN	s-3	BUS	4	N



Figura s-3 a). Cartografía de acceso a la parada s-3. Hojas a escala 1:25.000 1785, cuadrante IV.



Figura s-3 b). Vista aérea del sector y elementos clave. El punto s-3 corresponde al punto de acceso (punto del GPS s-3), con posibilidad de aparcar un autobús.

La zona recibe el nombre de un asentamiento prehistórico del que no quedan rastros, pero sí unas piedras con forma de capirote en el cruce de la carretera de Santiuste a Coca con el antiguo arroyo de la Ermita (actual canal de recarga artificial "Este").

En este sector el antiguo arroyo de la Ermita, cuyo trazado coincide a grandes rasgos con el canal Este, presenta un cierto paralelismo con el río Voltoya, lo que denota que los rasgos de la zona están condicionados por la tectónica de la Cubeta. La ligera inflexión del arroyo se atribuye a una adaptación a la configuración del terreno, bordeando la colina formada por el afloramiento de margas de la Formación Cuestas en el paraje denominado "Cuerno de la Revilla". Esta colina es la prominencia principal de la zona, y disecciona al acuífero de la Cubeta en dos sectores aislados hidráulicamente por ella, el Este y el Oeste.

En la vía de servicio perpendicular a la carretera en los dos cruces con los canales puede aparcar temporalmente hasta un autobús.

La zona es interesante desde el punto de vista hidrogeológico, es un rebosadero natural del acuífero con una bifurcación que conduce hacia un viejo canal (caz del Batán o Cacera de Betaya), que desagua al río Voltoya a través del Molino del Batán, destino de la próxima parada. La longitud del canal que hace la función de aliviadero, que aparece cartografiado en el mapa a escala 1:25.000, es de unos 2.100 m.

En este sector y cerca de la bifurcación del canal ha sido construido un humedal artificial con fines medioambientales ([punto GPS 71](#)), al que se puede acceder andando desde el cruce o en turismo hasta una parada que sirve de cruce al lado este del canal Viejo o Este. Rodeado de pinar por el este y de cultivos por el oeste, presenta una apariencia muy singular. Cuenta con varios cuencos a distintas alturas, de modo que durante la recarga artificial están todos inundados y en el periodo estival se van desecando progresivamente.

La lámina de algas y de la vegetación hidrófila indica variaciones en las condiciones ambientales entre los distintos cuencos del humedal.

Observaciones:

Se puede aparcar provisionalmente hasta un autobús en la vía de servicio del canal junto al puente del Sanchón, y desde ahí acceder andando.

PARADA 5-4 EL BATÁN
 MOLINO DEL BATÁN EN RILINAS. SECCIÓN DEL ACUÍFERO JUNTO AL RÍO VOLTOTA.

IH PH 



OBSERVACIONES: Véase también:
 a) Refugio, molino y fuente del Batán.
 b) De camino hacia el punto 5, sondeo con descuelgue de agua (acuífero colgado).

RECURSOS DIDÁCTICOS: Estudio de las relaciones río-acuífero.

PARADA 5-5 LAGUNA DE LA IGLESIA

ENP IHI 



OBSERVACIONES: Regeneración hídrica de un humedal mediante técnicas MAR.

PARADA 5-6 LAGUNA DE LAS ERAS

ENP 



PARADA 5-7 PUENTE CHICO DE COCA

IH PH 



OBSERVACIONES: Estación de aforo de la CHD en el Puente Chico de Coca. Es una sección idónea para hacer prácticas de aforo.

PARADA 5-8 CASTILLO DE COCA

PH BIC 

OBSERVACIONES: Mirador de la confluencia de los ríos Voltoya y Eresma (Prado Cerrado). De camino hacia la parada 5-9, véase también: estación SAICA de Villeguillo.

PARADA 5-9 POZO BANNEY EN EL ALUVIAL DEL RÍO ERESMA

IHI IH 

OBSERVACIONES: Captación para la potabilización del agua y el tratamiento del arsénico. Véase también: estructuras sedimentarias en el talud del río Eresma.



PARADA S-4. EL BATÁN

PARADA	PTO. GPS	ACCESO	INTERÉS (1-5)	PERMISOS (S/N)
EL BATÁN	s-4	Turismo	3	N

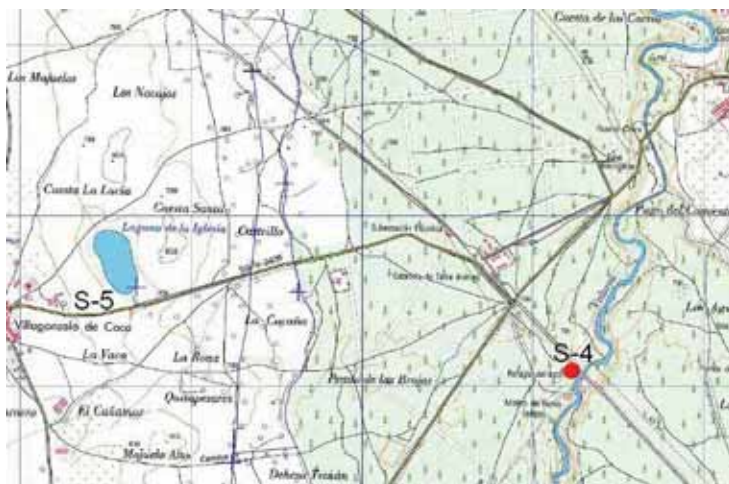


Figura s-4 a). Cartografía de acceso a la parada s-4. Hoja a escala 1:25.000 1785, cuadrante IV.



Figura s-4 b). Vista aérea del sector, acceso y elementos clave.

Continuando por la misma carretera hacia Coca, al terminar el quitamiedos del puente sobre la vía del tren de Alta Velocidad Madrid-Valladolid, se debe tomar un camino poco marcado en la margen derecha (Este). En una distancia de aproximadamente 550 m de

camino paralelo a la vía del tren de alta velocidad se encuentra el Batán, característico por su refugio de caza, actualmente mal conservado.

Este sector es muy emblemático, se avista en la lejanía el castillo de Coca y hay dos puentes que atraviesan el río Voltoya (el puente Viejo o Puente de Hierro y el moderno paso de la vía de alta velocidad sobre el río).

El camino baja hasta la margen del río, permitiendo testificar una completa sección del acuífero, con niveles carbonatados y con cambios importantes en la tonalidad de la secuencia sedimentaria, lo que indica que el acuífero, al menos en este sector, es más heterogéneo de lo que aparenta.

En ambos taludes y dependiendo del período del año, se pueden observar varios rezumes y manantiales que constan en los inventarios de puntos de agua de las reseñas bibliográficas, que confirman el carácter ganador o efluente del río Voltoya en este sector.



Figura s-4 c). Sección del acuífero, puente del AVE sobre el río Voltoya (371179 / 4561995) y ruinas del antiguo Molino del Batán (371363 / 4562386). Vista desde el Puente de Hierro.

Observaciones:

Resulta interesante avistar los rezumes por descargas difusas del acuífero en las secciones arenosas frescas que hay en ambos taludes del río Voltoya.

PARADA S-5. LAGUNA DE LA IGLESIA

PARADA	PTO. GPS	ACCESO	INTERÉS (1-5)	PERMISOS (S/N)
LAGUNA DE LA IGLESIA	s-5	BUS	5	N



Figura s-5 a). Cartografía de acceso a la parada s-5. Hoja 1:25.000 1785, cuadrante IV.



Figura s-5 b). Vista aérea del sector, acceso y elementos clave.

En la carretera de Coca a Villagonzalo y tras atravesar los dos canales de recarga artificial, en la margen derecha (norte) se encuentra un humedal de gran singularidad, la Laguna de la Iglesia, al avistarse desde ella la iglesia de Villagonzalo.

El aparcamiento en las inmediaciones de la laguna es inviable, si bien se pueden apaar los pasajeros en la carretera y el vehículo puede ir hasta Villagonzalo, distante unos 600 m, a dar la vuelta.

Se trata de un humedal tipo bodón, endorreico y desarrollado sobre un sustrato salino con presencia de mineralizaciones especiales. La concentración de sales corresponde a un flujo ascendente dentro de un esquema conceptual tipo Toth. La presencia de sales sódicas y potásicas puede detectarse por la coloración del sustrato. En este contexto se han desarrollado bacterias halófilas específicas y plantas endémicas.

La presencia de cultivos hasta el borde del humedal ha traído consigo la proliferación de especies vegetales nitrófilas, que sobreviven sobre un sustrato salino.

Esta laguna fue drenada en los años 60 a través de una compuerta, que todavía se conserva, y atraviesa la carretera.

En 2008 la laguna ha sido dragada, dejando dos islotes centrales donde anida la avifauna, que encuentra en este humedal un ecosistema adecuado. El dragado del fondo y el vertido de materiales salinos en las inmediaciones han tenido críticas por parte de algunos agricultores.

El humedal, según la población local, ha tenido “una o dos veces agua en los últimos treinta años”. La construcción de una tubería de 750 metros conectada con el canal de recarga artificial y la presencia de un vertedero por donde brota el agua constituye un ejemplo pionero e histórico en España de la regeneración hídrica de un humedal mediante operaciones de recarga artificial. Entre noviembre de 2005 y mayo de 2006 fueron “vertidos” 11.600 m³ de agua procedente del dispositivo de recarga artificial. Este volumen representó el 0,13% de los más de 5 hm³ extraídos del río Voltoya para la recarga artificial del acuífero con fines agrícolas. El agua es vertida sobre el sustrato salino metros antes de alcanzar el cuenco del humedal para que eleve su salinidad por contacto directo con el sustrato, al disolver las sales que constituyen su componente principal. Gracias a esta actuación, llevada a cabo por la Consejería de Medio Ambiente de la JCL y Tragsa, desde entonces el humedal presenta lámina de agua de forma permanente.

La configuración del acuífero en las inmediaciones de la laguna, separada por un afloramiento de facies Cuestas de comportamiento impermeable, permite la presencia de un humedal salino en las inmediaciones de una zona regable, sin que la salinidad afecte a los cultivos. Se trata, por tanto, de un paraje singular con características apropiadas para la regeneración hídrica aplicando la técnica MAR (en Fdez. Escalante, 2005).

Observaciones: Un autobús deberá ir a Villagonzalo a dar la vuelta. No hay facilidad para aparcar junto al bodón.



Figura s-5 c). Aspecto de la Laguna de la Iglesia. ENP SG-3, 16/12/2009.

PARADA S-6. LAGUNA DE LAS ERAS

PARADA	PTO. GPS	ACCESO	INTERÉS (1-5)	PERMISOS (S/N)
LAGUNA DE LAS ERAS	s-6	BUS	4	N



Figura s-6 a). Cartografía de acceso a la parada s-6. Hoja 1:25.000 1785, cuadrante IV.



Figura s-6 b). Vista aérea del sector, acceso y elementos clave.

En un margen de la Cubeta propiamente dicha y sobre facies Cuestas se encuentra otro humedal, de carácter salino, que también cuenta con una figura de protección. Se trata del Espacio Natural Protegido de la laguna de las Eras, en las afueras de la localidad de Villagonzalo (antes Villagonzalo de Coca).

El humedal es de tipo bodón, al igual que el anterior, y al igual que la mayoría de los humedales del Complejo Coca-Olmedo. Su génesis puede ser explicada de manera similar al anterior, si bien su cuenco es mayor, la morfología es más elongada, el eje principal presenta la misma orientación y, en general, presenta lámina de agua de manera natural todo el año.

El humedal forma parte de la idiosincrasia de esta población, que conserva en sus topónimos relictos de una época con abundancia de agua. De este modo, la calle cercana al humedal se llama “pozo bueno”, hay estructuras de protección de antiguas fuentes, ya secas, etc.

La presencia de avifauna es patente y no es raro encontrar nidos en sus orillas o en la franja de vegetación natural que la rodea, a diferencia de la anterior, en la que los cultivos han invadido hasta su zona de playa.

Se trata de un buen ejemplo de humedal salino, menos afectado que el anterior, pero candidato a regeneración hídrica mediante operaciones de recarga artificial.

Observaciones:

Los humedales del Complejo de Coca-Olmedo fueron ampliamente estudiados en la tesis doctoral del profesor Rey Benayas, de la Universidad de Alcalá. Parte de la misma forma parte de una publicación independiente que figura en la bibliografía.



Figura s-6 c). Aspecto de la laguna de las Eras, ENP SG-2. Verano de 2009.

PARADA S-7. PUENTE CHICO DE COCA

PARADA	PTO.	ACCESO	INTERÉS	PERMISOS(S/N)
PUENTE CHICO DE COCA	s-7	BUS	2	S



Figura s-7 a). Cartografía de acceso a la parada s-7. Hojas 1:25.000 1785, cuadrante IV.



Figura s-7 b). Vista aérea del sector, acceso y elementos clave.

De camino hacia Coca se atraviesa un puente sobre el río Voltoya tras su confluencia con el arroyo Balisa, el puente Chico. En sus cercanías la Confederación Hidrográfica del Duero (CHD) ha instalado una estación de aforo, actualmente instrumentada y con un canal acondicionado para el aforo. Se trata de la estación 114 de la CHD.

El interés de la parada, además de apreciar la arquitectura del puente, se centra en la explicación in situ de lo que es una estación de aforo y la metodología para conocer los caudales circulantes. Se trata, por tanto, de un buen escenario donde llevar a cabo prácticas de hidrología con alumnos.



Figura s-7 c). Aspecto de la estación de aforo de Coca de la CHD, junto al río Voltoya y al Puente Chico de Coca.

PARADA S-8. CASTILLO DE COCA Y PRADO CERRADO

PARADA	PTO. GPS	ACCESO	INTERÉS (1-5)	PERMISOS(S/N)
CASTILLO Y PRADO CERRADO	S-8	BUS	4-5	S

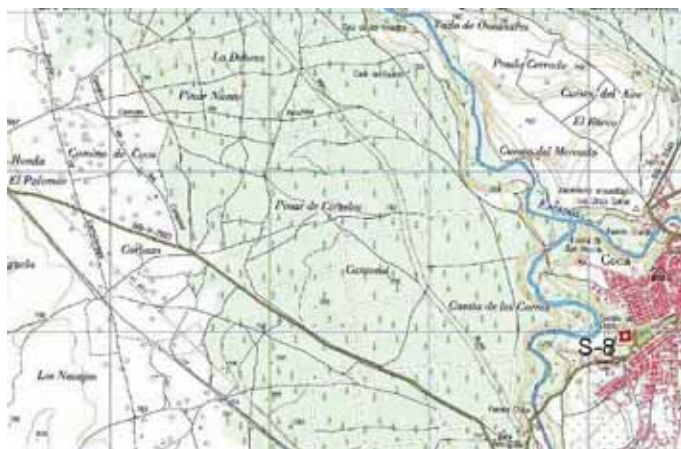


Figura s-8 a). Cartografía de acceso a la parada s-8. Hoja 1:25.000 1785, cuadrante IV.



Figura s-8 b). Vista aérea del sector, acceso y elementos clave.

El castillo de Coca representa un punto de obligada parada, aún si el objetivo de la visita no es hidrogeológico. Se trata de un elemento singular de extraordinaria belleza e inserto en la idiosincrasia de la *Tierra de Pinares*.

Mandado construir bajo el reinado del rey Juan II de Castilla en el año 1453 y con estilo mudéjar militar castellano, el castillo culmina el escarpe este del río Voltoya, antes de confluir con el Eresma.



Figura s-8 c). Vista del castillo de Coca. Verano de 2009.

La confluencia de los ríos Voltoya y Eresma constituye un punto de innegable interés geológico, donde se ha desarrollado un amplio meandro y donde entran también en confluencia varios factores, tales como las directrices estructurales prioritarias, la tectónica y los movimientos relativos del sustrato rocoso, etc. A pesar de no haber demasiada bibliografía técnica, el control estructural de esta captura parece innegable.

Además de los índices tectónicos clásicos y del alto grado de encajamiento, determinadas formas fluviales (capturas, confluencias, formación de áreas endorreicas y desplazamientos de los canales) pueden ser consideradas indicadores de actividad geotectónica. Algunas de ellas pueden apreciarse en la fotografía aérea.

Desde el Castillo de Coca y hacia el norte se puede entrever los meandros del río Voltoya en su parte final, hasta “Prado Cerrado”, una zona de llanura de inundación encajada en el río de gran singularidad, si bien difícilmente se podrán apreciar los taludes y sus características geológicas, dado que la chopera que le ocupa presenta ejemplares de gran porte y extensión. Desde la depuradora de Coca, en las inmediaciones del Castillo, también se puede obtener otra perspectiva oblicua de Prado Cerrado (y del Castillo).

El gran desarrollo de la chopera convida a plantear cuestiones geológicas apoyándonos en otras técnicas, como podría ser el empleo de la fotografía aérea.

Material:

Fotografía aérea u ortoimagen de la captura y de Prado Cerrado. Resulta recomendable además el mapa geológico y una guía del castillo. La ortoimagen del sector puede ser obtenida en Internet del servidor de la Junta de Castilla y León: ITACyL. Servicios de mapas WMS.

Observaciones:

El castillo de Coca es visitable por las mañanas hasta las 13 h y por las tardes de 16:30 a 19:00 h. En la página Web del Ayuntamiento aparecen los horarios de visita para planificar la mejor opción. <http://www.coca-ciudaddecauca.org/principal.htm>

PARADAS S-9 POZO RANNEY EN EL ALUVIAL DEL RÍO ERESMA

PARADA	PTO. GPS	ACCESO	INTERÉS (1-5)	PERMISOS (S/N)
SAICA DE VILLEGUILLO	s-9a	BUS	2	S
POZO RANNEY	s-9b	BUS	4	S



Figura s-9 a). Cartografía de acceso a las paradas s-9. Hojas 1:25.000 1731, cuadrante II.



Figura s-9 b). Vista aérea del sector, acceso y elementos clave.

El sector norte de la Cubeta presenta características bastante diferentes del sur, al haber una divisoria hidrogeológica entre la carretera de Coca a Villagonzalo y la vía del AVE. En general el acuífero presenta igualmente un espesor de arenas de diverso espesor sobre el sustrato impermeable. De acuerdo con las prospecciones realizadas, resulta difícil prever el carácter fuertemente abrupto del paleorrelieve, con varias cubetas en cascada en las que el agua pasa de cada una a la siguiente por desbordamiento (Fdez. Escalante, 2005).

Desde la localidad de Villeguillo se toma la carretera del Pinar o de las Dehesillas, que se dirige directamente al este, y en las inmediaciones de la rotura del talud del río Eresma hay una bifurcación que se dirigen a dos puntos singulares, hacia el sur la estación SAICA

de Villeguillo, y hacia el norte al pozo de captación de aguas del río Eresma, que son conducidas a la planta de tratamiento de secundario normal de la Mancomunidad del Eresma en Íscar (Valladolid).

El otro lado de la bifurcación conduce a una estructura singular y escasa en nuestra geografía, un pozo de drenes radiales excavado en el aluvial del río Eresma. Se trata de un dispositivo para el abastecimiento público de las localidades a partir de las aguas del río Eresma y mediante un sistema de filtración en el lecho del río o *River Bank Filtration* (RBF). Para ello fue excavado un pozo de tipo Ranney, con drenes radiales bajo el río Eresma. Las aguas, una vez captadas, son dirigidas a una planta de tratamiento en la localidad de Íscar, donde son depuradas químicamente, minimizando su contenido en arsénico y en otros compuestos nocivos para la salud.

El pozo capta las aguas filtradas por el aluvial, de baja turbidez, desde donde son dirigidas por complejas conducciones y valvulería hacia una planta de tratamiento, donde son tratadas para alcanzar su potabilidad. En especial se reducen los metales pesados mediante ozonización, nanofiltración, etc. Además del pozo de tipo Ranney, cuyos drenes radiales exigen técnicas complejas de construcción, hay varios elementos de interés hidrológico e hidrogeológico, tales como el aliviadero, vertedero en escalón y varias estructuras prefabricadas de hormigón para cimentar las conducciones, etc.

En ambas estaciones se puede apreciar el encajamiento del río Eresma en las margas basales de la formación Arévalo (facies Cuestas), lo que confirma su carácter ganador y cómo lleva a cabo el drenaje del acuífero a través de rezumes en las laderas, manantiales y terrazas fosilizadas.

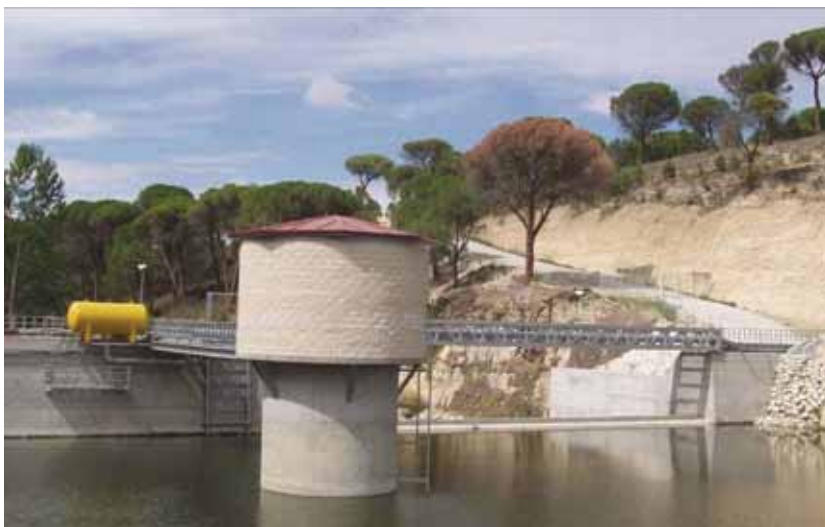


Figura s-9 c). Pozo Ranney de captación de aguas del río Eresma mediante un sistema tipo RBF (UTM 369310 / 4569329). Las aguas alumbradas son dirigidas a una planta de tratamiento y potabilización en Íscar.

Observaciones:

El acceso hasta la puerta del dispositivo de captación para su tratamiento en turismo puede traer problemas a la vuelta, especialmente si el suelo está mojado, debido a la gran pendiente y a que el camino no está asfaltado. Cada visitante deberá plantearse la conveniencia de acceder andando.

6 RUTA HIDROGEOLÓGICA DEL CARRACILLO



Canal de gestión de la recarga a la salida de la balsa de decantación de Gomezserracín (Segovia).

Este "Caminito de agua" se ubica en la Comarca del Carracillo, otro sector del acuífero de los Arenales con marcadas diferencias del anterior.

La comarca del Carracillo está localizada a aproximadamente 30 km hacia el este desde la zona precedente, en la misma comarca natural de marcado nombre biogeográfico conocida como la "Tierra de Pinares".

Se trata del sector meridional de la Depresión del Duero, y se extiende dentro de la provincia de Segovia, en los términos municipales de Sanchoñuño, Gomezserracín y Cuellar (Chañe y Remondo) en el interfluvio de los ríos Cega y Pirón (entre la margen derecha del río Cega y la izquierda del río Pirón). Ocupa una extensión cercana a 150 km².

La fisiografía de la zona se caracteriza por un relieve poco accidentado, conformando una extensa planicie con suave pendiente hacia el NO, sobre la cual destaca la presencia de importantes acumulaciones de arenas que forman dunas, en general fijadas por la masa forestal local, consistente en extensos pinares.

La red fluvial principal discurre encajada sobre esta llanura, dando lugar a estrechos y profundos valles en forma de artesa, con márgenes escarpadas y poco estables. También existe una red secundaria, de carácter estacional, que está representada por pequeños arroyos intermitentes cuyo cauce apenas se encaja en la planicie. Esta red secundaria es reflejo de la existencia de un deficiente drenaje, debido a la escasa pendiente de la zona, lo que unido al marcado carácter estacional de las precipitaciones da lugar a "zonas de encharcamiento" locales que configuran numerosas charcas ("bodones" o "lavajos").

La comarca cuenta con una extensa cultura de regadío, con al menos 2.700 ha regadas con aguas subterráneas.

La explotación del acuífero cuaternario superficial ha sido creciente en las últimas décadas, motivando el descenso del nivel freático a una profundidad media de 10 m, con procesos de salinización y contaminación aparejados.

La elevada riqueza hídrica de la Comarca se ha generado gracias a la permeabilidad de las capas arenosas cuaternarias que cubren el paleocauce del actual arroyo Marieles, ya existente en el periodo Terciario por tener un origen estructural. Gracias a ello, el Carracillo cuenta con cierta tradición en recarga artificial mediante acequias sin revestir. Los primeros dispositivos de cierta envergadura no han comenzado a funcionar hasta el invierno de 2006/07, año en el que terminaron las obras llevadas a cabo por Tragsa por encargo de la JCL y se introdujeron cerca de 8 hm³ al acuífero mediante canales, balsas de infiltración y pozos de gran diámetro.

La geología de la zona queda suficientemente definida en el apartado siguiente y en la figura 2-03, que refleja la distribución de las facies descritas.

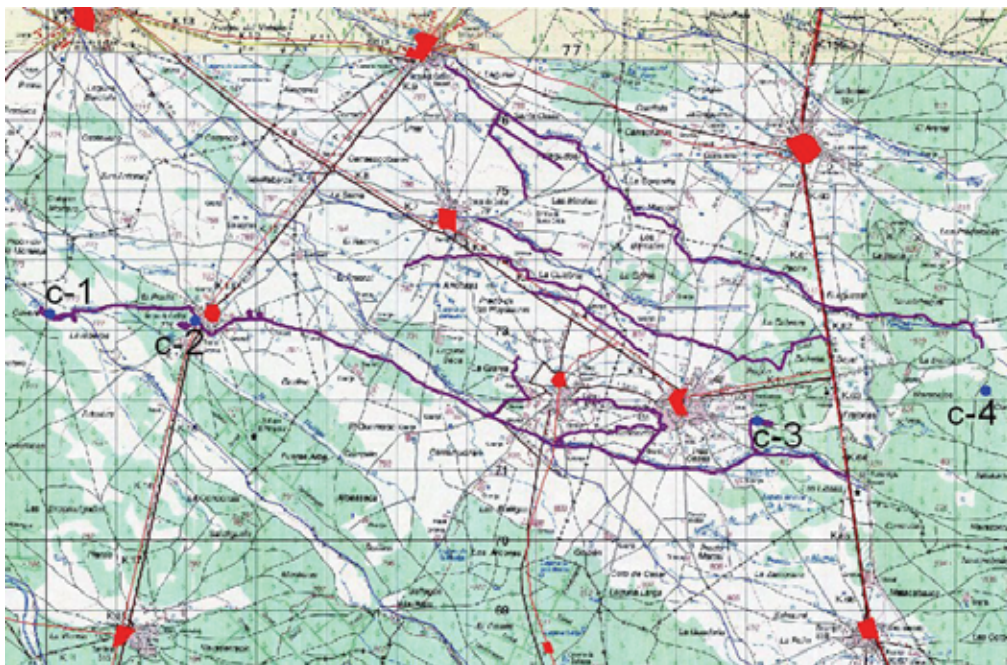


Figura 4. Cartografía de la Comarca del Carracillo, con representación de los canales y balsas de recarga artificial y la ubicación de las paradas sugeridas en la ruta hidrogeológica. Se han representado las inmediaciones en aras de facilitar los accesos. Cartografía orientada al norte sin escala.

El acuífero cuaternario presenta escaso espesor en las dos primeras paradas (inferior a 20 m) y un mayor desarrollo las dos últimas, donde el acuífero tiene un espesor entre 20 y 40 m. De este modo, el tipo de obras de recarga artificial y la respuesta del acuífero ante tal “presión” varía considerablemente.

En la bibliografía (Galán et al, 2001) pueden encontrarse sendas cartografías donde queda explícito el funcionamiento del sistema, tales como mapas de profundidades del nivel del agua, piezometría, isopacas, actuaciones, distribución de las permeabilidades (zonificación), etc.

La comunidad de regantes del Carracillo recopila información técnica de varias disciplinas, que difunde a través de su página Web. Resulta recomendable su consulta antes de adentrarse por su acuífero.

Ruta Hidrogeológica del Carracillo

PARADA C-1 DISPOSITIVOS DE NARROS DE CUÉLLAR



OBSERVACIONES: Afluencia de aguas de recarga artificial (hongo) y de balsas de infiltración de Narros de Cuéllar. Ver también:

a) Humedal artificial en Narros de Cuéllar y elementos de obra.

RECURSOS DIDÁCTICOS: Regeneración hídrica de un humedal mediante técnicas MAR.

PARADA C-2 RELACIÓN DISPOSITIVO MAR Y RÍO MALUCAS



OBSERVACIONES: Confluencia del canal de AR con el Río Malucas.

RECURSOS DIDÁCTICOS: Estudio de las relaciones río-acuífero.

PARADA C-3 DISPOSITIVOS DE GOMEZERRACÍN



OBSERVACIONES: Se accede andando desde el frontón de Gomezerracín. De interés por existir afluencia de aguas de recarga artificial (hongo), balsas de infiltración y canales.

PARADA C-4 DEHESA BOYAL Y LAGUNA DEL SEÑOR



OBSERVACIONES: Arenero cerca de la Dehesa Boyal y Laguna del Señor.

PARADA C-1. NARROS DE CUÉLLAR. RÍO MALUCAS Y PIRÓN

PARADA	PTO. GPS	ACCESO	INTERÉS (1-5)	PERMISOS (S/N)
NARROS DE CUÉLLAR- RÍO MALUCAS	c-2	TURISMO + ANDANDO	4	N



Figura c-1 a). Cartografía de acceso a la parada c-1. Hoja a escala 1:25.000 nº 1720, cuadrante II. Las líneas moradas corresponden a la traza de los canales y balsas de gestión de la recarga (antes recarga artificial).



Figura c-1 b). Vista aérea del sector, acceso y elementos clave. Orientada al norte. Escala aproximada 1:20:000.

Avanzando por la orilla derecha (norte) del canal de recarga artificial, que discurre por la zona del acuífero de mayor espesor, se alcanza un sector donde el canal de desborda y lentamente se mezcla con las aguas fluviales del río Malucas.

Entre medias se han construido varios elementos de obra, represas, escolleras, taludes, etc. más propias de la ingeniería fluvial que de la recarga artificial. Estos elementos de obra son exclusivos de esta parada.

Las relaciones río-acuífero son complejas y dependen del período del año; bien si se llevan a cabo durante las labores de recarga artificial, en que el río tiene un carácter drenante, o en el periodo estival, en que el río suele ser influente (o perdedor, es decir, cede sus aguas al acuífero) salvo en años hidrológicos de carácter húmedo, en que puede resultar efluente o ganador (el acuífero cede aguas al río).

Material:

Similar al empleado en la parada precedente. La ejecución de aforos diferenciales puede resultar especialmente instructiva.

Observaciones:

Como recursos didácticos cabe destacar los elementos de obra relacionados los ríos Malucas y Pirón, así como las complejas relaciones río-acuífero que se generan durante la recarga artificial, llegando la presa a “condicionar el nivel freático”, al ser un río ganador en verano. Si sube la altura de la presa... ¿subirá el nivel del agua en los pozos?.



Figura c-1 c). Presa en el río Pirón tras la confluencia con el Malucas. Conviene destacar que esta presa, además de retener agua, condiciona el nivel de base de las aguas subterráneas del acuífero, que en este tramo es perdedor (cede agua al río).

PARADA C-2. NARROS DE CUÉLLAR

PARADA	PTO. GPS	ACCESO	INTERÉS (1-5)	PERMISOS (S/N)
NARROS DE CUÉLLAR	c-2	BUS	4	N



Figura c-2 a). Cartografía de acceso a la parada c-2. Hoja a escala 1:25.000 nº 1720, cuadrante II. Orientada al norte.

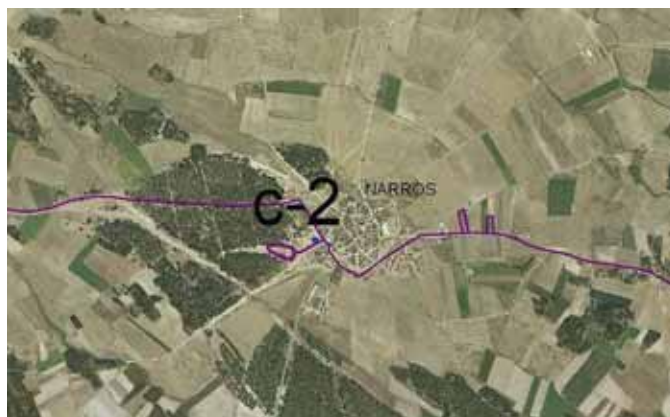


Figura c-2 b). Vista aérea del sector, acceso y elementos clave. Orientada al norte. Escala aproximada 1:20:000.

El interés de la parada reside en la diversidad de dispositivos de recarga artificial en torno a la localidad de Narros de Cuéllar.

Cabe destacar la presencia de infraestructuras hidráulicas y el interés hidrogeológico de este sector del acuífero, donde se canalizan las aguas subterráneas por un estrecho corredor cuya orientación se debe a causas tectónicas.

A la altura del casco urbano y en las afueras, por el Este, se ha llevado a cabo la regeneración hídrica de dos humedales ubicados entre majadas agrícolas y conectados con canales de recarga artificial y con las arterias de distribución de las aguas de recarga artificial.

A la salida del pueblo, hacia el Sur, y en la margen derecha de la carretera (Este), hay una nueva balsa de decantación con un “hongo”, accesos para maquinaria para llevar a cabo labores de limpieza y mantenimiento, un vallado perimetral de madera y los elementos característicos, tales como válvulas, caudalímetro, etc.

De esta balsa parte un canal de recarga artificial que se dirige, en ocasiones entre granjas, hacia la parada c-2.

Se trata de un sector del acuífero en el que todavía hay un desarrollo destacable de la zona almacén, en cuanto a espesor se refiere.

Observaciones:

Como recursos didácticos cabe destacar, además de los elementos de obra, la regeneración hídrica de humedales mediante la técnica MAR.



Figura c-2 c). Aspecto de la balsa de decantación e infiltración con una surgencia del sistema de tuberías de conducción desde el río Cega de donde parten algunos de los canales de Narros de Cuéllar.

PARADA C-3. GOMEZSERRACÍN

PARADA	PTO. GPS	ACCESO	INTERÉS (1-5)	PERMISOS (S/N)
HONGO DE GOMEZSERRACÍN	C-3	4x4	3	N



Figura c-3 a). Cartografía de acceso a la parada c-3. Hoja a escala 1:25.000 nº 1724, cuadrante I. Orientada al norte.



Figura c-3 b). Vista aérea del sector, acceso y elementos clave. Orientada al norte. Escala 1:10:000.



Figuras c-3 c). Aspecto de la balsa de decantación de Gomezserracín, de donde parten los canales que se dirigen hacia el Este (zona almacén).

Este sector del acuífero resulta especialmente singular, dado que el “corredor” por el que circulan las aguas subterráneas se estrecha bruscamente, y hay además una divisoria hidrogeológica en situaciones de aguas bajas.

Las líneas de flujo tienen continuidad a través de esta divisoria cuando el acuífero tiene un almacenamiento mayor, bien sea por efecto de la recarga artificial o de la recarga natural en años hidrológicos de carácter húmedo.

La ubicación de dispositivos en este sector obedece a un criterio básico en recarga artificial: recargar sobre una divisoria conlleva la recarga de dos sectores del acuífero de forma simultánea.

El “corredor” está recorrido en superficie por sendos canales. Sobre la divisoria se ha construido una balsa de decantación común, que, conectada a la red de distribución de las aguas de recarga artificial procedentes del río Cega, recarga en situación de aguas bajas ambos sectores del acuífero.

La obra presenta elementos emblemáticos y representativos, tales como trampas de sedimentos, vertederos en escalón, válvulas de retención y caudalímetros, entre otros.

Observaciones:

Como recursos didácticos cabe destacar la alta diversidad de elementos de obra concentrados en una superficie de escasa extensión (válvulas, caudalímetro, balsas, canales, etc.) ubicados sobre una divisoria hidrogeológica (en situación de aguas bajas).

PARADA C-4. ARENERO CERCANO A LA DEHESA BOYAL / LAGUNA DEL SEÑOR

PARADA	PTO. GPS	ACCESO	INTERÉS (1-5)	PERMISOS (S/N)
ARENERO/ LAGUNA DEL SEÑOR	c-4	Turismo/ 4x4	2-4	N

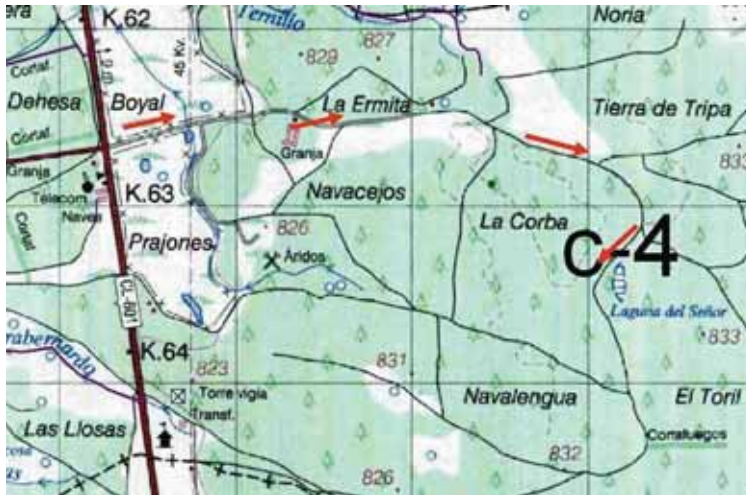


Figura c-4 a). Cartografía de acceso a la parada c-4. Hoja 1:25.000 nº 1724, cuadrante I.



Figura c-4 b). Vista aérea del sector, acceso y elementos clave. Orientada al norte. Escala 1:10.000.

Junto al autovía de Segovia a Valladolid, en el PK 66 hay un desvío señalizado a Gomezserracín, dotado de vía de servicio, gasolinera, restaurante, etc. Este punto será el “campamento base” para la visita al sector más oriental del acuífero, donde se ubican los mayores espesores y donde la zona almacén presenta, consecuentemente, una mayor capacidad.

La zona ubicada frente a la gasolinera es conocida como la Dehesa Boyal. En ella ha habido experiencias piloto de recarga artificial y se han llevado a cabo numerosas campañas de prospección.

Siguiendo el camino por una pista de arena se pueden apreciar acequias sin revestir a en la margen norte del camino. Estas acequias son pioneras en el sistema de gestión de la recarga del acuífero.

A una distancia de 1600 metros desde el paso sobre el autovía, y desviándose hacia el sur del camino que conduce a la presa de retención sobre el río Cega, hay dos elementos de singular importancia:

Por un lado un arenero empleado como recurso minero antaño, cuyo hueco se ha empleado como balsa de decantación.

Por otro lado se encuentra un humedal que, aunque se encontraba bastante dañado y con el nivel del agua por debajo de la superficie del terrero, se está regenerando gracias a las operaciones de recarga artificial del acuífero. Los taludes tienen una altura elevada y se encuentran vallados por troncos de madera. En su interior se aprecian salidas de la arteria de distribución.

La zona se enmarca rodeada de pinares. En la foto aérea se puede apreciar el trazado de la tubería que va recolonizando la vegetación. De este modo, la afección al acuífero por el efecto del regadío es atribuible al “efecto llamada” desde captaciones ubicadas “aguas abajo” según el sentido de las líneas de flujo, que en este sector son este-oeste.

Observaciones:

Como recursos didácticos cabe destacar la regeneración hídrica de la Laguna del Señor y la reutilización de un antiguo arenero como balsa de infiltración (cambios de uso de recursos mineros y restauración paisajística adicional a la creación de un nodo de gestión hídrica).



Figura c-4 c). Aspecto de la Laguna del Señor y del Arenero rehabilitado.

7 RUTA HIDROGEOLÓGICA EN CARBONERO EL MAYOR. QANAT, GALERÍA O MINA



Fuente de la Mina, que alumbrá las aguas del qanat de Carbonero el Mayor (Segovia).

Este “Caminito de Agua” se diferencia de los dos anteriores por su carácter subterráneo. Se trata de una galería, mina o qanat de longitud cercana a 400 m cuya bocamina se encuentra al noreste del núcleo urbano de Carbonero el Mayor, en la calle Arroyo Mina. Esta localidad se encuentra en el interfluvio de los ríos Eresma y Pirón. Se accede a ella desde Segovia a través del autovía CL-601, en la que hay una salida directa a esta localidad.

Las aguas del qanat ven la luz en el parque público “La Mina”, en cuyo borde discurre el cauce de un arroyo y el lugar donde antiguamente se celebraba la feria de ganado, “El Ferial”.

El interés de la ruta radica en su carácter singular y en la visita a una singularidad de ingeniería hidráulica y arqueología industrial en un estado de conservación excelente, que además fue correctamente edificada, de acuerdo con las características geológicas que subyacen a esta obra civil.

La visita es un excelente punto de referencia para adentrarse en la complejidad de este tipo de “caminitos de agua”, los qanats. Originarios de Irán, se encuentran diseminados por gran parte del planeta, con importantes variaciones según cada ubicación, lo que constituye una auténtica disciplina que precisa varios años para adentrarse en su conocimiento. Incluso los qanats de la Península Ibérica presentan un amplio abanico de configuraciones y funciones, bien sea para la captación de aguas o bien para la recarga artificial de los acuíferos.

El acuífero drenado por La Mina es arenoso cuaternario, como en los casos precedentes, si bien la secuencia litológica es compleja, al estar en una zona de transición de varios conjuntos litológicos. En las inmediaciones afloran pizarras del Cámbrico inferior, sobre las que yacen discordantes arenas silíceas y arcillas del Cretácico superior. A techo yacen areniscas dolomíticas, calizas, dolomías y margas. Sobre estas yacen las facies detríticas terciarias que en la comarca reciben el nombre de toba y no son sino depósitos aluviales y arenas arcósicas, gravas y conglomerados de cantos empastados por una matriz arcillosa de color anaranjado.

La galería fue excavada sobre “toba”, facies Utrillas y arcillas bajo el Arroyo Adobera. La baja permeabilidad de estos materiales es el factor determinante del “éxito” de esta obra civil.

La bibliografía en esta materia es extensa, para este caso concreto se recomienda una publicación reciente donde figura una selección de galerías de la Península Ibérica, y una descripción detallada para esta ruta hidrogeológica (Hermosilla *et al.*, 2008).

El “Caminito” ha sido diseñado con la ayuda y cortesía de D. Primitivo Rodríguez.



PARADA Q-1. QANAT EN CARBONERO EL MAYOR

El acceso es fácil como lo es el aparcamiento junto al parque. Desde ahí se accede andando a la fuente y a la bocamina.

PARADA	PTO. GPS	ACCESO	INTERÉS (1-5)	PERMISOS (S/N)
QANAT	Q-1	BUS	5	S



Figura q-1 a). Cartografía de acceso a la parada c-1. Hoja 1:25.000 1724, cuadrante I.



Figura q-1 b). Vista aérea del sector, acceso y elementos clave. Orientada al norte.

La fuente, propiedad del Exmo. Ayuntamiento, cuenta con un pilón octogonal hecho de sillares de granito orientado al oeste. Su eje es de unos 6,5 m y la profundidad de 65 cm. La capacidad es de 24 m³. Los dos caños están coronados por un pedestal de piedra caliza, y rematado con una esfera decorativa. Su uso principal fue el abastecimiento urbano y la toma de agua para alfarería, oficio tradicional en Carbonero el Mayor.

La fuente va precedida por un qanat de 403 m, de los que 41 corresponden a la galería superior, 10 a bloqueo de relleno y 352 m a la galería inferior.

La parte adyacente a la bocamina, ubicada en un emplazamiento de fondo de valle, fue erigida con bloques de granito tallados, con puerta dintelada y puerta de rejilla metálica. El interior presenta una bóveda de mampostería ordinaria arqueada en forma de bóveda de una altura entre 2,23 y 4,46 m (Rodríguez y Antequera, 2008; en Hermosilla, 2008).

Observaciones:

La conexión con la segunda ruta es inmediata a través de la autovía CL-601.



Figuras q-1 c). Aspecto de la entrada al qanat junto a la Fuente de la Mina de Carbonero el Mayor.

8 TABLA RESUMEN

COORDENADAS Y DISTANCIAS ENTRE LAS PARADAS:

COORDENADAS GPS				
Parada	PARADA	X	Y	Distancia aprox. desde el punto anterior (m)
S1	PRESA DE DERIVACIÓN DEL DISPOSITIVO DE RECARGA ARTIFICIAL Y ELEMENTOS DE OBRA	373835	4548551	INICIO
S2	CABECERA DEL DISPOSITIVO U "HONGO", CAJALÍMETRO, PANELES DIVULGATIVOS.	370032	4557301	14500
S3	EL SANCHÓN, BIFURCACIÓN DEL CANAL DE AR Y DRENAJE NATURAL DEL ACÚFERO	368666	4560320	5400
S4	MOLINO DEL BATÁN EN RUINAS. SECCIÓN DEL ACÚFERO JUNTO AL RÍO VOLTOYA. REFUGIO Y FUENTE DEL BATÁN	371175	4562103	3000
S5	LAGUNA DE LA IGLESIA. ESPACIO NATURAL PROTEGIDO DE GRAN INTERÉS POR SU SINGULARIDAD	368679	4562468	2950
S6	LAGUNA DE LAS ERAS	367625	4562307	1100
S7	ESTACIÓN DE AFORO DE LA CHD EN EL PUENTE CHICO DE COCA. SECCIÓN IDONEA PARA AFORAR	371718	4563515	4400
S8	CASTILLO DE COCA. BIEN DE INTERÉS CULTURAL (BIC) Y MIRADOR DE LA CONFLUENCIA DE LOS RÍOS VOLTOYA Y ERESMA	372284	4563968	850
S9	POZO RANNEY EN EL ALLIVIAL DEL RÍO ERESMA	369711	4569034	11500
C1	AFLUENCIA DE AGUAS DE RECARGA ARTIFICIAL (AR) Y BALSAS DE INFILTRACIÓN DE NARROS DE CUÉLLAR	382148	4573113	14500 (Coca)
C2	CONFLUENCIA DEL CANAL DE AR CON EL RÍO MALJUCAS	380066	4573218	2300
C3	AFLUENCIA DE AGUAS DE RECARGA ARTIFICIAL (HONGO), BALSAS DE INFILTRACIÓN Y CANALES DE GOMEZERRACÍN	380171	4571890	4600-1600
C4	ARENERO JUNTO A LA DEHESA BOYAL Y LAGUNA DEL SEÑOR	393445	4572122	3000
G1	DANAT EN CARBONERO EL MAYOR	394061	4553507	19700

Tabla 1. Nombre, posición y distancia relativa entre las paradas.

Caminito de Agua 1
Caminito de Agua 2
Caminito de Agua 3

Estos puntos pueden descargarse de Internet en formato de intercambio *.gpx para carga mediante ordenador a los GPS convencionales de la página web del proyecto DINA-MAR. <http://www.dina-mar.es/>

9 AGRADECIMIENTOS

El autor desea manifestar su agradecimiento a Manuel Álvarez Chaín y a Ramón Galán, del MMARM, por su participación en el nacimiento del proyecto. También a SEPI y Grupo Tragsa, promotores de los medios de financiación que posibilitan la existencia del proyecto DINA-MAR, cuyo equipo lleva años trabajando en la zona. Así mismo a las comunidades de regantes de Santiuste y Carracillo, así como a los Exmos. Aytos. de Santiuste de San Juan Bautista, Coca, Gomezserracín, Samboal y Carbonero el Mayor, protagonistas de los *Caminitos*, a Francisco Ayuga y muchos otros amigos (que ellos mismos saben) por los ánimos infundidos, así como a Primitivo Rodríguez por su colaboración técnica y desinteresada en la tercera ruta.

10 DIRECCIONES POSTALES Y WEB DE INTERÉS

- Equipo de investigación del proyecto DINA-MAR. <http://www.dina-mar.es/>

- Confederación Hidrográfica del Duero
Sede Central en Valladolid

C/ Muro, 5, 47004 VALLADOLID
Teléfono: 983 21 54 00 / Fax: 983 21 54 38

- Exmo. Ayuntamiento de Santiuste de San Juan Bautista
Dirección: Plaza Constitución, nº 1 40460
Teléfono: 921 596 000
<http://www.ayuntamiento.es/santiuste-de-san-juan-bautista>
<http://www.segoviayprovincia.com/Pueblos.asp?p=49&l=348>

- Exmo. Ayuntamiento de Coca
Dirección: Plaza Mayor, nº 1 40480
URL: www.coca-ciudaddecauca.org
Teléfono: 921 586 011
<http://www.ayuntamiento.es/coca>
<http://www.segoviayprovincia.com/Pueblos.asp?p=49&l=110>

- Exmo. Ayuntamiento de Carbonero el Mayor
Dirección: Plaza de España, nº 1 40270
URL: www.carboneroelmayor.net
Teléfono: 921 560 002
<http://www.ayuntamiento.es/carbonero-el-mayor>

11 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS Y PÁGINAS WEB RELACIONADAS

1. Fernández Escalante, A.E. (2005). "Recarga artificial de acuíferos en cuencas fluviales. Aspectos cualitativos y medioambientales. Criterios técnicos derivados de la experiencia en la Cubeta de Santiuste (Segovia)". Tesis Doctoral. Universidad Complutense de Madrid. Enero de 2005. Texto completo disponible en la URL Oficial de la UCM: <http://eprints.ucm.es/7154/>.
 2. Fernández Escalante, A.E. (2010). "Caminitos de Agua. Tres rutas hidrogeológicas por la provincia de Segovia. Guía de interpretación. DINA-MAR, Grupo Tragsa. Serie Hidrogeología Hoy nº 5, Grafinat (En prensa).
 3. Galán, R., Fdez Escalante, A.E. y Martínez, J. (2001a). "Contribuciones al estudio hidrogeológico para la recarga artificial del acuífero de la Cubeta de Santiuste. (Segovia)." VII Simposio de hidrogeología, AEH, Murcia.
 4. Galán, R., López, F., Martínez, J., Macías, C., Galán, G. y Fdez. Escalante, A.E. (2001b). "Recarga artificial del acuífero de los Arenales en la comarca de "El Carracillo" (Segovia). Soporte físico." VII Simposio de hidrogeología, AEH, Murcia.
 5. Hermosilla Pla, J. (2008). Las galerías drenantes en España: Análisis y selección de qanat(s). Pg. 179 a 186. Ministerio de Medio Ambiente, Rural y Marino, 2008.
 6. IGN. Cartografía de España a escala 1:50.000. Hojas 1617, 1717, 1618 y 1718 (Olmedo, Navas de Oro, Arévalo y Nava de la Asunción, respectivamente).
- <http://www.dina-mar.es/>
 - <http://www.iah.org/recharge>
 - <http://www.unesco-ihe.org>
 - <http://www.regantesdelcarracillo.es>
 - <http://www.chd.es>
 - http://www.itacyl.es/opencms_wf/opencms/informacion_al_ciudadano
 - <http://www.dmcca.es/>
 - <http://www.hidrogeologia.es/>

12 GUÍA DE ITINERARIO, FORMATO PANEL

Caminitos de Agua, TRES RUTAS HIDROGEOLÓGICAS EN LA PROVINCIA DE SEGOVIA

Ruta Hidrogeológica de la Cubeta de Santiauste

Ruta Hidrogeológica del Carracillo

Ruta Hidrogeológica en Carbonero el Mayor. Qanat, Galería o Mina

Ruta Hidrogeológica de la Cubeta de Santiauste

DESCRIPCIÓN: El objetivo de esta Ruta es el conocimiento de las características de las cubetas de Santiauste, que son un tipo de depósito natural de agua subterránea que se forma en las cubetas de Santiauste.

OBJETIVOS: Conocer el tipo de depósito natural de agua subterránea que se forma en las cubetas de Santiauste.

DESCRIPCIÓN: Esta Ruta tiene como objetivo conocer el tipo de depósito natural de agua subterránea que se forma en las cubetas de Santiauste.

OBJETIVOS: Conocer el tipo de depósito natural de agua subterránea que se forma en las cubetas de Santiauste.

Ruta Hidrogeológica del Carracillo

DESCRIPCIÓN: Esta Ruta tiene como objetivo conocer el tipo de depósito natural de agua subterránea que se forma en las cubetas de Santiauste.

OBJETIVOS: Conocer el tipo de depósito natural de agua subterránea que se forma en las cubetas de Santiauste.

DESCRIPCIÓN: Esta Ruta tiene como objetivo conocer el tipo de depósito natural de agua subterránea que se forma en las cubetas de Santiauste.

OBJETIVOS: Conocer el tipo de depósito natural de agua subterránea que se forma en las cubetas de Santiauste.

Ruta Hidrogeológica en Carbonero el Mayor. Qanat, Galería o Mina

DESCRIPCIÓN: Esta Ruta tiene como objetivo conocer el tipo de depósito natural de agua subterránea que se forma en las cubetas de Santiauste.

OBJETIVOS: Conocer el tipo de depósito natural de agua subterránea que se forma en las cubetas de Santiauste.

DESCRIPCIÓN: Esta Ruta tiene como objetivo conocer el tipo de depósito natural de agua subterránea que se forma en las cubetas de Santiauste.

OBJETIVOS: Conocer el tipo de depósito natural de agua subterránea que se forma en las cubetas de Santiauste.

49

13 ITINERARY GUIDE. PANNEL FORMAT, IN ENGLISH

The Water Ways, THREE HYDROGEOLOGICAL ROUTES IN THE PROVINCE OF SEGOVIA

Hydrogeological route of Santiauste basin

Hydrogeological route of the Carracillo

Hydrogeological route in Carbonero el Mayor (qanat, gallery or mine)

ROUTE 1

ROUTE 2

ROUTE 3

Legend

- 1. Natural heritage
- 2. Cultural heritage
- 3. Geological heritage
- 4. Environmental heritage
- 5. Historical heritage
- 6. Scientific heritage
- 7. Technological heritage
- 8. Industrial heritage
- 9. Agricultural heritage
- 10. Urban heritage
- 11. Rural heritage
- 12. Maritime heritage
- 13. Coastal heritage
- 14. Mountain heritage
- 15. Water heritage
- 16. Forest heritage
- 17. Agricultural heritage
- 18. Industrial heritage
- 19. Urban heritage
- 20. Rural heritage
- 21. Maritime heritage
- 22. Coastal heritage
- 23. Mountain heritage
- 24. Water heritage
- 25. Forest heritage

Legend

- 1. Natural heritage
- 2. Cultural heritage
- 3. Geological heritage
- 4. Environmental heritage
- 5. Historical heritage
- 6. Scientific heritage
- 7. Technological heritage
- 8. Industrial heritage
- 9. Agricultural heritage
- 10. Urban heritage
- 11. Rural heritage
- 12. Maritime heritage
- 13. Coastal heritage
- 14. Mountain heritage
- 15. Water heritage
- 16. Forest heritage
- 17. Agricultural heritage
- 18. Industrial heritage
- 19. Urban heritage
- 20. Rural heritage
- 21. Maritime heritage
- 22. Coastal heritage
- 23. Mountain heritage
- 24. Water heritage
- 25. Forest heritage



Caminitos de Agua

DINA-MAR cuenta con el apoyo de:

