

# TRAS LAS HUELLAS DE EDUARDO HERNÁNDEZ-PACHECO EN LA LANURA DE SAN JUAN



Eduardo  
Hernández-  
Pacheco y  
Estevan

Pozo del caserío de  
El Duqueso en la zona  
occidental de la llanura  
de San Juan

Un ensayo con  
fluoresceína, en el  
taladro de un sondeo  
profundo en la Alameda  
de Cervera.

Noria de tipo antiguo  
en la zona de regadío  
de Torralba de  
Calatrava.

El canal del Gran Prior,  
con parte de las aguas  
del Guadiana alto, a su  
paso por la Alameda  
Cervera, camino del  
Záncara.

Instalación de maquinaria  
para un sondeo profundo  
en la llanura de San Juan,  
a unos cinco kilómetros al  
Sur de Argamasilla  
de Alba

Alberca llenándose con  
el agua elevada mediante  
potente bomba, del  
manto acuífero  
subterráneo de la llanura  
de Daimiel.

Monitores del Hidrogeodía 2023 de Ciudad Real:

- Castaño Castaño, Silvino
- Celis Pozuelo, Alberto
- Martínez Santos, Pedro
- Pichaco García, Pablo

## EL HIDROGEODÍA

El **Hidrogeodía** es una jornada de divulgación de la Hidrogeología y de la profesión del hidrogeólogo, con motivo de la celebración del **Día Mundial del Agua** (22 de marzo), promovida por el Grupo Español de la Asociación Internacional de Hidrogeólogos (AIH-GE). La jornada consta de **actividades gratuitas**, guiadas por hidrogeólogos y abiertas a todo tipo de público, sin importar sus conocimientos en la materia.

## ¿QUÉ ES LA HIDROGEOLOGÍA?

Se puede definir la **hidrogeología** (o hidrología subterránea) como la ciencia que estudia la aparición, distribución y movimiento del agua por debajo de la superficie del terreno.

¿Todas las aguas subterráneas son objeto de estudio de la hidrogeología? No, solo aquellas almacenadas o que se mueven por rocas o terrenos sueltos naturales o naturalizados. Quedan excluidas pues las aguas contenidas en aljibes o depósitos subterráneos artificiales y las tuberías enterradas para conducción de agua, salvo que interactúen con el medio rocoso que los rodea.

Dentro del ámbito de la hidrogeología se encuentran el estudio del flujo y almacenamiento del agua en las rocas, la interacción del agua con estas y con otros componentes del ciclo hidrológico, la explotación y gestión de los recursos hídricos subterráneos, y los cambios físicos y químicos que sufren las aguas durante su permanencia en el subsuelo.

## EL HIDROGEODÍA 2023 EN CIUDAD REAL

En la provincia de Ciudad Real, el Hidrogeodía 2023 se celebra en la **Llanura de San Juan**, nombre dado con anterioridad a la Llanura manchega, especialmente al sector comprendido entre Villarrobledo y Torralba de Calatrava, en dirección Este-Oeste, y entre Alcázar de San Juan y Membrilla, en dirección Norte-Sur. Este nombre recuerda a la antigua orden militar de San Juan de Jerusalén (Foto 1), que repobló y tuvo jurisdicción sobre amplias zonas del territorio descrito, aunque también lo compartió con las órdenes de Calatrava y Santiago.



Foto 1. Escudo de Alcázar de San Juan en la azulejería del pozo de Las Perdigueras, donde se puede apreciar la cruz de ocho puntas de la orden militar de San Juan de Jerusalén.

En el Hidrogeodía 2023 Ciudad Real se pretende realizar un pequeño homenaje a uno de los pioneros en los estudios del acuífero manchego de la Llanura de San Juan: Eduardo Hernández-Pacheco y Estevan (1872-1965; Foto 2), uno de los padres de la geología española, y del que en 2022 se celebró el 150 aniversario de su nacimiento.



Foto 2. Eduardo Hernández-Pacheco y Estevan

*“Con las bellezas de la Naturaleza se trata de hacer lo que en todos los países cultos se ha hecho con los monumentos importantes del arte con los monumentos arqueológicos de gran relieve: evitar su destrucción y protegerlos por el Estado.”* Estas palabras resumen el pensamiento de Eduardo Hernández-Pacheco como un naturalista conservacionista, para el cual la protección se debe basar en la ciencia y la gestión. Fueron pronunciadas ya tras una larga trayectoria como geógrafo, geólogo, paleontólogo, arqueólogo y fotógrafo. Sus conocimientos se basaron tanto en los estudios de gabinete o laboratorio como en su intensa labor en campo, siendo el primer geólogo que obtuvo su Tesis con ayuda de trabajos de campo. Fue también un docente entregado y divulgador incansable.

Él estuvo en La Mancha a finales de la década de 1920 y principios de la de 1930 investigando primero la geología del futuro embalse de Peñarroya, y la de otros emplazamientos de presas, y después el funcionamiento de las aguas subterráneas y el porqué del misterioso comportamiento del río que aparece y desaparece: el Guadiana. Todos estos trabajos tenían como fin obtener y gestionar nuevos recursos hídricos.

**Tras las huellas de Eduardo Hernández-Pacheco en la Llanura de San Juan** es el título del Hidrogeodía 2023 en la provincia de Ciudad Real. En él se pretende visitar lugares donde estuvo investigando este geólogo. Se observará la situación actual frente a la de su época, y se comentarán algunas de sus experiencias y experimentos.

Se usará como base para la guía del viaje la ***Síntesis fisiográfica y geológica de España***, de 1932-1934, publicado por la Junta para Ampliación de Estudios e Investigaciones Científicas, siendo el número 38 de la Serie Geológica de los Trabajos del Museo Nacional de Ciencias Naturales.

## CÓMO LLEGAR

El punto de encuentro para la actividad se debe localizar sin problemas por estar en zona despejada y a las afueras de Daimiel en dirección a Madrid. Se trata del aparcamiento del restaurante Las Brujas de Daimiel (Paseo del Río, s/n; Figura 1, Coordenadas 39.076706,-3.595891).

En este punto se tomará un autobús en el que se llegará a todos los puntos planificados para esta excursión.

El recorrido de dicha excursión aparece en la información adicional de esta guía.



Figura 1. Fotografía y plano de situación del restaurante Las Brujas, de Daimiel, punto de salida de la actividad del Hidrogeodía 2023 de Ciudad Real.

Hernández-Pacheco recogió durante sus estudios en la Llanura de San Juan

## 1. Trayecto Daimiel - Alameda de Cervera

Durante el trayecto entre Daimiel y Alameda de Cervera se viajará, de oeste a este, por parte de la gran llanura manchega, donde se sitúa un sistema acuífero de más de 5000 km<sup>2</sup> (Figura 2).

Esta llanura es consecuencia del relleno de una depresión formada por los empujes de la Península Ibérica y África, en la que intervino también la reactivación de fallas más antiguas.

Se ven en superficie sedimentos relativamente recientes de edad miocena a cuaternaria (ver tabla cronoestratigráfica incluida al final de la guía), superpuestos sobre un sustrato paleozoico y mesozoico. El sustrato paleozoico cierra la llanura por el norte (Montes de Toledo), oeste (Campo de Calatrava) y sur (Sierra Morena), mientras que los de edad mesozoica se observan al norte (Sierra de Altomira) y al sur (Campo de Montiel). Por el este, la llanura continúa hacia los Llanos de Albacete.

Desde el punto de vista de las aguas subterráneas, en la vertical, y a grandes rasgos, se puede distinguir en superficie un acuífero del Terciario superior, libre, compuesto por calizas, arenas y arcillas, situado sobre unos materiales poco permeables constituidos principalmente por margas y calizas margosas del Cretácico. Debajo se encuentra un acuífero semiconfinado de naturaleza calizo-dolomítica y de edad jurásica. La base impermeable del sistema hidrogeológico son los materiales del Triásico, constituidos por areniscas, arcillas y yesos, que se apoyan sobre otros del Paleozoico (cuarcitas y pizarras), también impermeables a efectos prácticos (Figura 3). El conjunto de tramos permeables y su separación cretácica menos permeable puede alcanzar un espesor de unos 500 m.

## QUÉ VEREMOS

*“En toda la llanura el régimen de las aguas corrientes es de tal tipo que, de contar únicamente en tan extenso país con las aguas superficiales únicamente, su próspera agricultura y ganadería actual sería en extremo difícil y pobre; pero un abundante manto acuífero subterráneo permite que la apertura de un pozo, en cualquier paraje, produzca agua abundante y, contra lo que pudiera suponerse, dada la constitución preponderantemente caliza del terreno, de potabilidad aceptable por su grado hidrotimétrico”* (por su dureza).

La actividad pretende mostrar una visión general del gran sistema acuífero en el que se sitúa la llanura más extensa de La Mancha, el conocido popularmente como Acuífero 23, especialmente en su zona central, donde es más potente y donde se encuentran todas las formaciones geológicas que lo componen. Además, en esta zona, a norte y sur, el sistema se encuentra limitado por otros sistemas acuíferos de enorme interés en los recursos de agua del Alto Guadiana.

Al mismo tiempo, se destacarán otros aspectos hidrológicos, humanos e históricos que

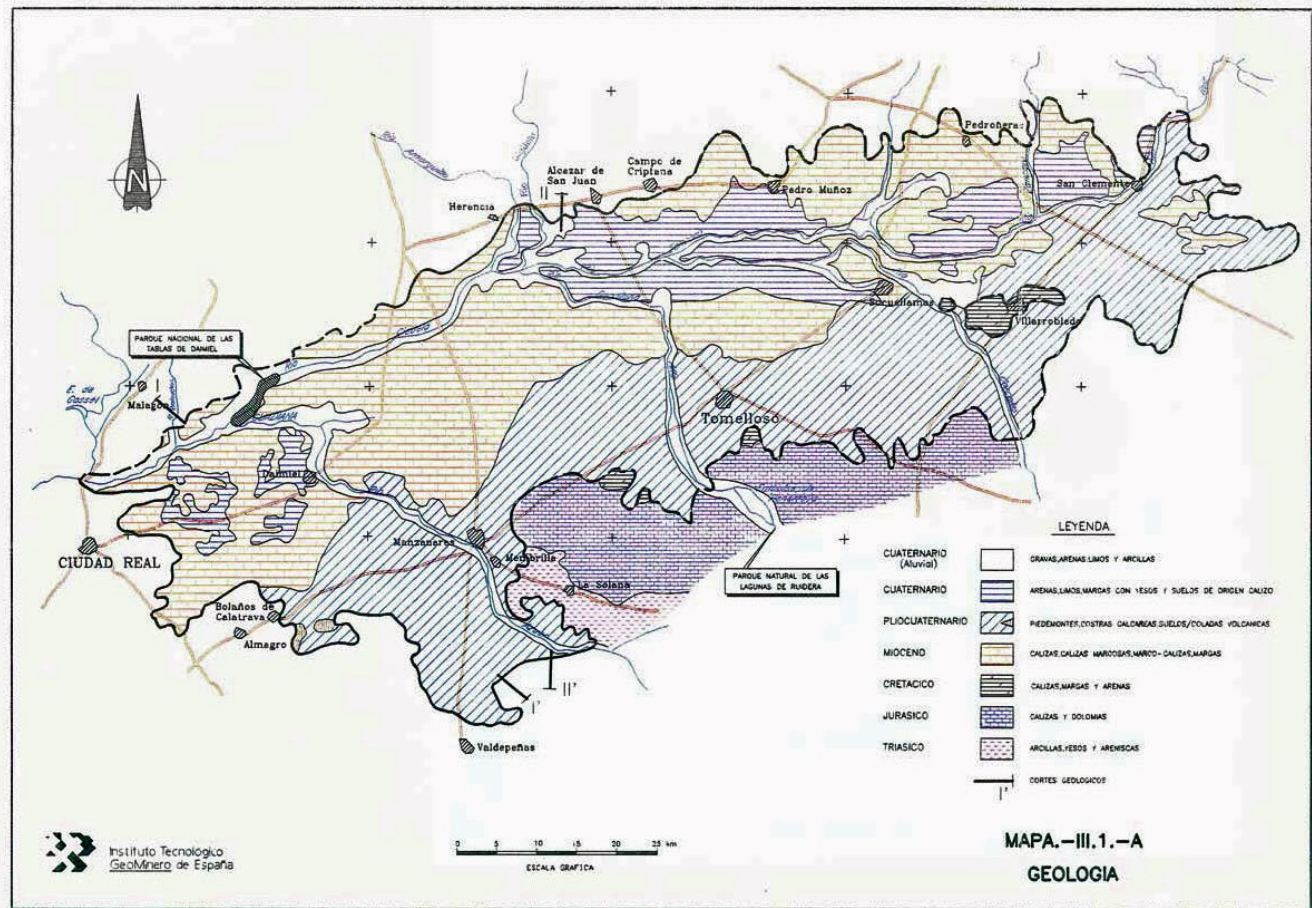


Figura 2. Caracterización geológica en superficie de los acuíferos de la Mancha Occidental (ITGE, 1989).

El acuífero terciario-cuaternal superficial ocupa la práctica totalidad de la llanura manchega, y alcanza sus máximos espesores en la zona situada entre Alcázar de San Juan, Villarta de San Juan y Manzanares.

Los materiales permeables jurásicos fueron parcialmente erosionados previamente a la deposición de los materiales superficiales y no aparecen al oeste de la autovía A-4. En cambio, aparecen en superficie en el Campo de Montiel, desde la cerrada del embalse de Peñarroya hacia el sur. Cabe mencionar que los materiales del acuífero más profundo tienen una edad muy temprana en ese período y anteriormente se les atribuía edad triásica, y así aparecen en trabajos de Eduardo Hernández-Pacheco.

Estos recursos hídricos subterráneos han sido explotados tradicionalmente desde hace siglos, con técnicas que permitían extraer caudales

limitados, como las norias. Sin embargo, ya a principios del siglo XX la aparición de nuevas técnicas de perforación y la aparición de nuevos tipos de bombas permitieron una explotación algo más intensa del acuífero a profundidades cada vez mayores. Estos hechos los pone de manifiesto ya Hernández-Pacheco para la parte del sistema acuífero entre Argamasilla de Alba y sus límites occidentales. Destacamos el siguiente párrafo: “[En la llanura situada en la zona de Almagro y Daimiel] el número de norias accionadas por mecanismos de tipo antiguo y de pozos de los que se extrae el agua por potentes bombas de tipo moderno, es muy grande, contándose por centenares en un kilómetro cuadrado, que dan origen a amplios regadíos de verano; manifestándose una extensa comarca de verdor, que hace fuerte contraste con los amarillentos rastrojos y campos circundantes, de vegetación xerofita, común a los territorios manchegos.”

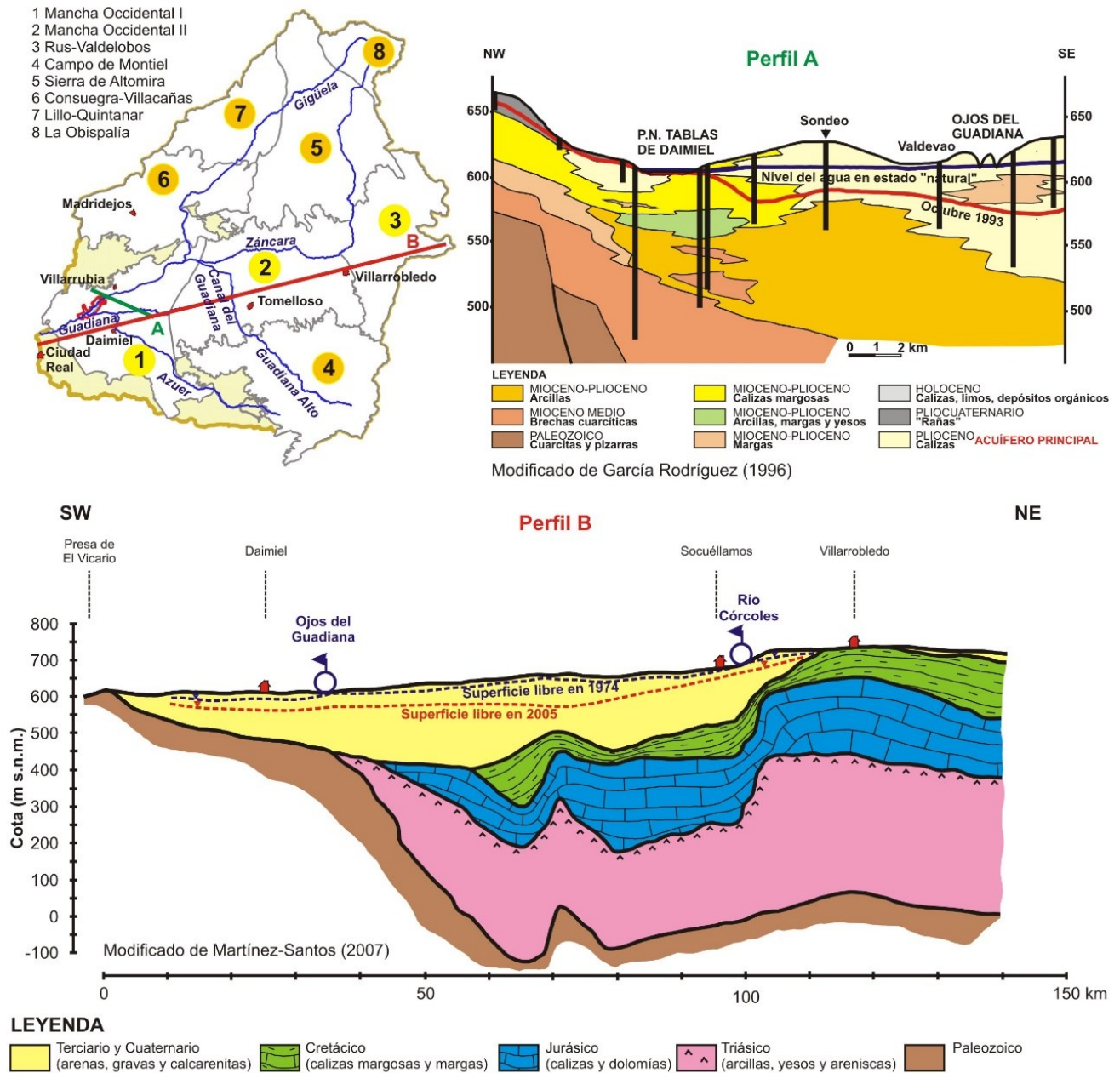


Figura 3. Esquema geológico de un perfil Oeste-Este de la llanura manchega (abajo) con un detalle del contacto entre los depósitos de esta y los Montes de Toledo en la zona de los Ojos del Guadiana y las Tablas de Daimiel.

Si la visibilidad acompaña, hacia el sur, a la derecha, se podrá observar, pasado Manzanares, el borde del Campo de Montiel. Hacia el norte, se observarán las estribaciones de los Montes de Toledo y el borde meridional de la Sierra de Altomira.

A la altura de Argamasilla de Alba, se atraviesa la zona regable del embalse de Peñarroya, cruzándose algún canal, el cauce (artificial) del río Guadiana y algún vestigio del canal del Gran Prior.

Toda esta zona ha sido tradicionalmente usuaria de las aguas del Guadiana Alto que salía del Campo de Montiel.

“[Desde las lagunas bajas de Ruidera] llega el manso Guadiana hasta el sitio denominado el Atajadero, donde está la presa de desviación que lleva las aguas a la ladera izquierda de la vallonada y se conducen, camino de la llanura de San Juan, por el canal denominado del Gran Prior, que data de la época del gran rey Carlos III. [...] El canal sigue por la

*ladera izquierda de la vallonada paralelo al cauce del río, y no recoge todo el caudal de éste.”*

Entre Argamasilla y el embalse de Peñarroya se situaba uno de los 4 sondeos en los que Hernández-Pacheco realizó la interpretación geológica (Foto 3). Situado a cinco kilómetros al Sur de Argamasilla de Alba y en plena llanura de San Juan, alcanzó la profundidad de 247.50 metros, con el mejor tramo entre los 118 y 242 metros de profundidad.

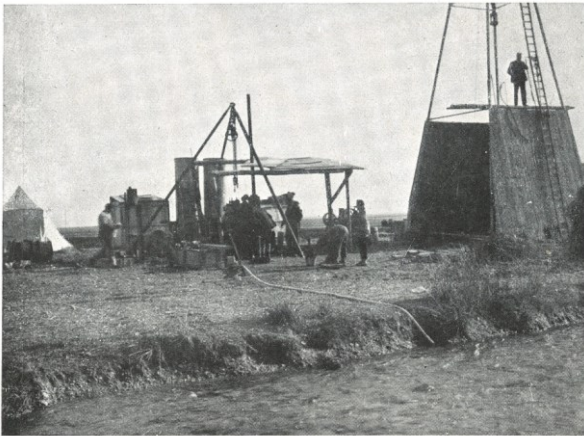


Foto 3. “Instalación de maquinaria para un sondeo profundo en la llanura de San Juan, a unos cinco kilómetros al Sur de Argamasilla de Alba y junto al Guadiana” (Eduardo Hernández-Pacheco).

En la escasa distancia que separa Argamasilla de Alba y Tomelloso también se aprecia la influencia del regadío, que ha tenido tradición de siglos en la zona aprovechando las aguas del Guadiana:

*“[La] desviación del río [Guadiana antes de llegar a Argamasilla] hacia el Noroeste, separándole de su cauce natural, que va hacia el NNE., es empresa facilísima, que todos los años realizan los vecinos de Argamasilla en el sitio denominado La Viga, sin más que atravesar unos troncos de los árboles que crecen en el soto inmediato, entre unos postes de piedra que hay clavados en el lecho del río, lo cual hace que la corriente se aparte de su cauce natural y, desviada, se desparrame por la llanura del Tomelloso, [...]”*

En Tomelloso, el autobús tomará dirección norte, hacia el centro de la llanura. Durante este trayecto es posible observar decenas de ejemplares de la

construcción más singular de la llanura manchega, el **bombo**. Eduardo Hernández-Pacheco hace mención a ellos explicando su origen como aprovechamiento de la roca que estorba en las labores agrícolas, un ejemplo útil para los tiempos actuales, y explicando también la formación edafológica de las costras calcáreas manchegas (Fotos 4 y 5).

*“La gran intensidad en el trabajo agrícola de los recios manchegos se pone en evidencia por el gran esfuerzo que supone preparar los campos para el cultivo, el levantar y reunir en grandes majanos los costrones y grandes cantos de caliza tobácea que se forman por capilaridad entre la tierra de labor. [...] Con dichas piedras forman los campesinos, sin mortero alguno, amplias cúpulas, que sirven de resguardo a hombres y caballerías. Por las cercanías de Tomelloso, estas singulares construcciones, a las que llaman bombos, son muy frecuentes, prestando excelentes servicios en los extensos campos manchegos [...].”*

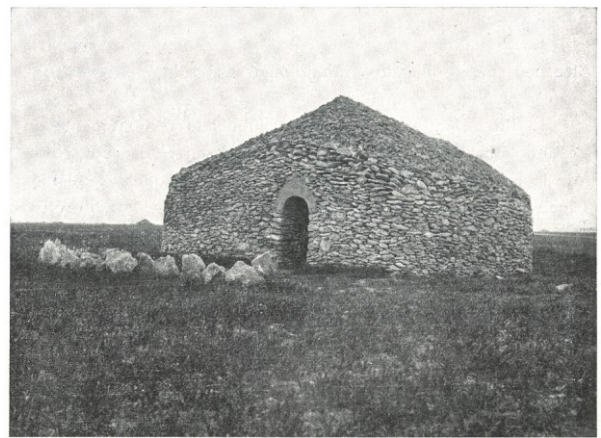


Foto 4. “Tipo de los abrigos denominados ‘bombos’, contruidos con los costrones de caliza tobácea que se recogen entre las tierras laborables en la llanura de San Juan para facilitar los cultivos. Vista tomada entre el Tomelloso y Criptana” (Eduardo Hernández-Pacheco).





Foto 5. Bombo situado en las proximidades de Alameda de Cervera con detalles de una de sus cúpulas, de su entrada exterior y entrada a estancia interior.

## 2. PARADA 1. Alameda de Cervera y el enigma del Guadiana

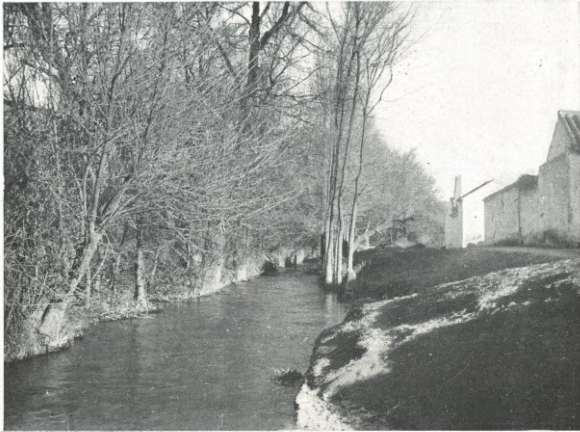
*“Sale el canal [del Gran Prior] a la llanura de San Juan, cruza el pueblo de Argamasilla y sigue siempre por la margen izquierda junto al viejo cauce [...]; pasa por la alameda de Cervera, donde hay un puentecillo, y desde aquí se desvía del cauce viejo del Guadiana en ángulo agudo y va a terminar en el Gigüela, precisamente en el sitio de la confluencia de este río con el Záncara. Las aguas del canal no llegan al río, salvo en las invernadas, pues normalmente son consumidas en los regadíos.*

*Las aguas del Guadiana que no son recogidas por el canal del Gran Prior, en la época en que el río lleva caudal superior al que admite el citado canal, siguen hasta Argamasilla por el cauce natural del río, que es muy pando y muy poco acusado en la llanura. Pero estas aguas no corren tampoco por el cauce viejo del Guadiana, pues antes de llegar a Argamasilla el río es desviado de su cauce natural, desde época muy antigua, en dirección hacia la villa de Tomelloso, [...] agotándose la corriente poco a poco en la llanura en dirección al Córcoles, adonde suele llegar cuando, por circunstancias temporales, el caudal es mayor que de ordinario.*

*Pasada la mencionada localidad [Alameda de Cervera], por la que pasa el canal del Gran Prior, el antiguo cauce del Guadiana comienza a reunir un débil caudal en épocas de lluvias, pero apenas llega a correr cortas temporadas, sino que constituye una zona pantanosa que termina en el Záncara.”*

La localidad de Alameda de Cervera es uno de los puntos más interesantes entre las paradas de Hernández-Pacheco en la llanura de San Juan. Por una parte, en este sector el Guadiana Alto entra en su tramo final, incorporándose a una amplia depresión pantanosa donde se juntaba con los ríos Záncara y Gigüela. Sin embargo, como el autor ha expresado más arriba, el caudal que aportaba, y no siempre, era escaso. El cauce del Guadiana en esta zona ha sido modificado desde hace siglos, y su trazado actual puede que no coincida con el original, según se podría deducir del mapa de pendientes, que parece indicar un recorrido más corto hacia la Junta de los Ríos.

En esta localidad de Alameda de Cervera llegaba también el canal del Gran Prior (Fotos 6 y 7), obra de Juan de Villanueva, proyectado y ejecutado en el S.XVIII en el reinado de Carlos III, que llevaba el agua del Campo de Montiel para diversos usos, y podría servir también como desagüe del sector situado entre Alameda de Cervera y Alcázar de San Juan. Poco queda de esta gran infraestructura



Fotos 6 y 7. “El canal del Gran Prior, con parte de las aguas del Guadiana alto, a su paso por la Alameda de Cervera, camino del Záncara” (Eduardo Hernández-Pacheco) y posible zona de paso del antiguo canal en la actualidad.

en este sector, salvo algunos puentes y restos de algún ingenio hidráulico (Foto 8).

Finalmente, en esta localidad, “junto al cauce viejo del Guadiana”, Eduardo Hernández-Pacheco realizó el estudio geológico de un sondeo que alcanzó los 104 metros de profundidad, con los mejores tramos entre los 20 y 71 metros.



Foto 8. “Puentecillo” que cruzaba el canal del Gran Prior.

Por otro lado, la pérdida progresiva de agua de un río que llegaba con gran caudal de la altiplanicie del Campo de Montiel, la existencia de una gran abundancia de aguas subterráneas y la aparición de otro río caudaloso en medio de la llanura originó el mito del flujo subterráneo de una corriente de agua, el río Guadiana, que desaparecía y volvía aparecer de nuevo.

A este mito se enfrentó Hernández-Pacheco desde el punto de vista del conocimiento científico de su época, con la observación del conjunto del sistema hidrológico, tanto el funcionamiento y morfología de los ríos, como estableciendo un primer modelo conceptual de funcionamiento de las aguas subterráneas.

Entre las herramientas para comprobar el funcionamiento de las aguas subterráneas en la zona final del río Guadiana Alto, Hernández-Pacheco realizó un ensayo de inyección de un colorante, fluoresceína, en el sondeo perforado en Alameda de Cervera (Foto 9), recogándose muestras de agua en los pozos más importantes de la zona en aquellos momentos, el de Las Perdigueras y el de Los Romeros, que abastecen, respectivamente, a Alcázar de San Juan y a Manzanares, “*pozos distantes del sondeo 10.5 kilómetros el primero y cerca de 20 el segundo hacia el Suroeste*”.



Foto 9. “Un ensayo con fluoresceína, en el taladro de un sondeo profundo en la Alameda de Cervera”. (Eduardo Hernández-Pacheco)

El resultado de esta experiencia indica que no existe conexión directa entre el sondeo de inyección y los de recogida de las muestras.

Paradójicamente, en esta localidad, en el cauce del Guadiana, se instaló una batería de sondeos de recarga (Foto 10) para incrementar los recursos subterráneos durante el período húmedo de finales de la década de 1990, que originó que por el cauce del Guadiana fluyese un significativo caudal durante muchos meses.



Foto 10. Uno de los sondeos de recarga del sencillo dispositivo construido a finales de la década de 1990 en Alameda de Cervera.

### 3. PARADA 2. Pozo de Las Perdigueras

*“El pozo que abastece de aguas potables a Alcázar de San Juan, situado junto a la vía férrea de Madrid a Córdoba y Sevilla y en las inmediaciones de la casa de La Perdiguera, presenta el manto acuífero a unos 18 metros de la superficie y es prácticamente inagotable, pues una potente bomba, que extrae un caudal de 97 metros cúbicos por hora, hace bajar en poco tiempo medio metro el nivel, el cual queda pronto estacionario actuando la bomba sin interrupción toda la noche”.*

Entre dos de los sondeos que estudió Hernández-Pacheco, el de Alameda de Cervera y el de Venta Quesada, se situaban en la zona dos pozos realizados poco tiempo antes de sus visitas a la Llanura de San Juan, que le sirvieron de referencia para el funcionamiento de las aguas subterráneas en esa parte del sistema. Se trata de los pozos de Las Perdigueras (Foto 11) y Los Romeros que, como se ha indicado anteriormente, abastecían de agua potable a grandes poblaciones, como Alcázar de San Juan y Manzanares. Estos pozos eran



Foto 11. Casa del pozo original de Las Perdigueras. En primer término, el edificio de acceso al pozo.

indicadores del potencial del acuífero para proveer de los caudales de agua necesarios para la población y el desarrollo económico de La Mancha.

En esta actividad se visita el pozo de Las Perdigueras, situado a unos 22 km al sur de la población que abastece, Alcázar, en plena llanura, y en uno de los sectores más productivos del sistema acuífero de La Mancha occidental.

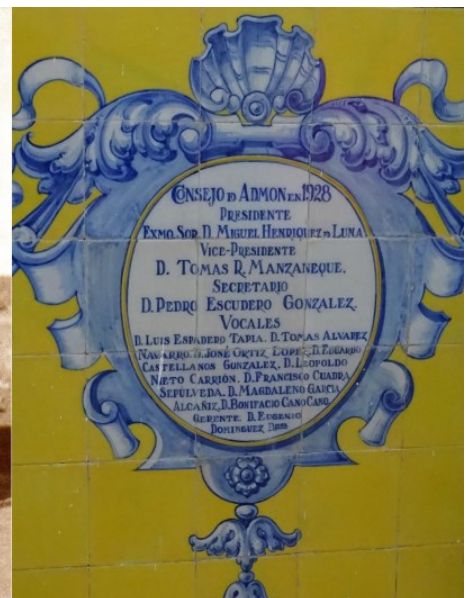
La escasez de agua ha sido una constante en Alcázar de San Juan desde la llegada del Gran Priorato de San Juan. La presencia de dos fuentes públicas era insuficiente, por lo que el abastecimiento también dependía de los pozos del Concejo, que o bien no eran las más aptas para el consumo por su dureza o salinidad o por la distancia del núcleo urbano. La situación se agudizó con la llegada del ferrocarril (1854), cuando muchos vecinos tenían que surtirse de un pozo dedicado a surtir a las locomotoras. La visita de los cadetes de la Academia de Infantería de Toledo en 1906 y sus quejas por la falta de agua y la conveniencia de mantener su asentamiento en la ciudad, terminaron por espolear a los alcazareños a buscar una solución al suministro de agua.

El 17 de mayo de 1906 una numerosa reunión en el ayuntamiento creó las bases del proyecto de llevar agua corriente a Alcázar de San Juan

En un principio, se pensó traer agua desde “El Atajadero”, en Ruidera, lugar donde estaba la presa del Canal del Gran Prior, pero resultó de elevado coste y la calidad de sus aguas peor que las subterráneas del monte del Concejo de Alcázar. De estas se analizaron en Madrid muestras de varios pozos y el más adecuado resultó ser el de Perdigueras. El 15 de agosto de 1907 se decidió traer el agua y el 14 de diciembre de 1907 el pozo manó.

La primera Sociedad de Aguas de Alcázar terminó de constituirse con escritura otorgada el 7 de julio de 1908. Paulatinamente se integraron en dicha sociedad personalidades y empresarios que terminaron de construir la sala de máquinas del manantial en 1928 (Fotos 12 y 13). En 1992 la Empresa se convirtió en Empresa Pública.

El primer sondeo de 1907 se realizó manualmente, empleando ahoyadoras y pequeñas bombas que perforaban de manera rotativa. A mano también se excavó el acceso a la sala de máquinas que terminó de construirse en 1928. Estos sondeos comenzaron a agotarse a finales de la década de 1960, llegando a una situación



Fotos 12 y 13. Parte del Consejo de Administración de la Sociedad de Aguas de Alcázar de 1928 cuyos nombres han perdurado en la azulejería del pozo de Las Perdigueras.

dramática en agosto de 1973, razón por la cual se hizo un segundo sondeo que alcanzó los 100 metros, manando agua y asegurando el abastecimiento de la población (Foto 14).

En la actualidad hay 3 sondeos, alcanzando uno de ellos los 484 metros, aunque se trata de un sondeo con fines experimentales.



Foto 14. Extracción de agua de uno de los sondeos de Las Perdigueras.

Juan de Villanueva que había diseñado el Canal del Gran Prior. Durante el S.XIX, los gobiernos liberales siguieron promoviendo las colonizaciones, aunque fomentando la iniciativa privada. Como ejemplo, en 1868, se aprobó la “Ley para el fomento de la colonización del campo”.

En la base de estos proyectos estuvo la demandada reforma agraria que incrementase la producción agraria y el crecimiento demográfico. A partir, sobre todo, de comienzos del S.XX aumentaron las peticiones para que el Estado realizara obras hidráulicas de cara al fomento del regadío y las nuevas colonizaciones. Así, se sucedieron diferentes planes de obras hidráulicas en 1902, 1909, 1916 y 1933. Pero no fue hasta después de la Guerra Civil cuando estos planes se llevaron a cabo de una manera amplia.

Fue en este contexto en el que se enmarcó el Instituto Nacional de Colonización (I.N.C.) creado en 1939 por el gobierno franquista con objetivos reformistas, y para sustituir al Instituto de Reforma Agraria del gobierno republicano.

El fin primordial del I.N.C. fue instalar el mayor número de nuevos colonos por medio de la ejecución de obras hidráulicas y de transformación de la tierra que extendieron el regadío (Foto 15).

La obra hidráulica del I.N.C. en La Mancha se inició a partir de la declaración de zona de interés de colonización en 1951 y planeó una superficie útil de riego de 15.407 hectáreas. Una de las consecuencias más importantes fue la creación de nuevos pueblos en la provincia de Ciudad Real entre los que hay que destacar Llanos del Caudillo (Fotos 16 y 17) o Cinco Casas en los que se construyeron 218 y 240 casas respectivamente.

Esa Zona de La Mancha del I.N.C. se situaba en el entorno de la actual localidad de Llanos del Caudillo, sobre la base de los recursos hídricos subterráneos (Foto 18) que ya había explorado Eduardo Hernández-Pacheco durante los planes

## 4. PARADA 3. Llanos del Caudillo

Los proyectos de nuevos pueblos de colonización arrancaron en el S.XVIII durante el reformismo ilustrado. Ejemplos de aquello fueron el Nuevo Baztán (Madrid) o La Carolina (Jaén). Para el caso manchego durante ese siglo se fundaron Concepción de Almuradiel o La Magdalena en las cercanías de las Lagunas de Ruidera, proyecto de

de estudio de obras hidráulicas del reinado de Alfonso XIII y de la Segunda República, y que consideró inmensos, pero no infinitos



Foto 15. “Acequia de hormigón en la Zona de La Mancha. Las redes secundarias de acequias construidas “in situ” alcanzan un desarrollo de 125 Km., que dominan 4.880 Has. regables útiles”. (Fuente: Instituto Nacional de Colonización, 1964)

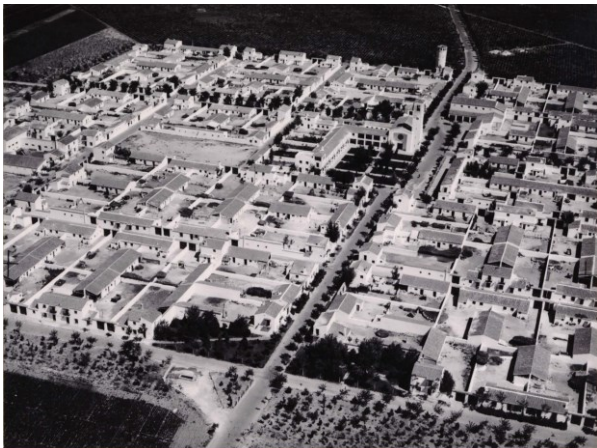


Foto 16. “Vista aérea de Llanos del Caudillo. Primer pueblo construido en la provincia por el I.N.C. en el Sector I de la zona de La Mancha, con 184 viviendas de colonos y 24 de obreros”. (Fuente: Instituto Nacional de Colonización, 1964)



Foto 17. Monumento a las familias que poblaron Llanos del Caudillo en 1955.

entre Argamasilla y la Alameda de Cervera, en la línea del alto Guadiana, espesor de la formación que aumenta hacia el Oeste [...]. Este terreno neogeno es de constitución caliza porosa, esponjosa y en extremo permeable [...]. Todo induce a suponer que la comarca, durante el Neogeno, tenía un régimen de llanura pantanosa”.

En Venta Quesada, Eduardo Hernández Pacheco, realiza el estudio geológico de un sondeo situado junto a la carretera Madrid-Cádiz, a 26 km del sondeo de Alameda de Cervera. La profundidad alcanzada fue de 77.50 m, estando el tramo más productivo entre los 58 y los 77.50 metros, formado por calizas neógenas en las cuales se encontraron numerosos huecos. El autor pone en evidencia que las calizas neógenas alcanzan mayor espesor en este sector y que son muy permeables. Este hecho fue demostrado en estudios posteriores, habiéndose definido un depocentro (zona de mayor espesor de sedimentos) de

## 5. PARADA 4. Venta Quesada

“Del resultado de estos sondeos se deduce, en confirmación de lo que se ha expuesto antes respecto a la constitución geológica del terreno, que la llanura de San Juan está formada por depósitos del Neogeno (Mioceno-Plioceno), con espesores de 40 a 50 metros

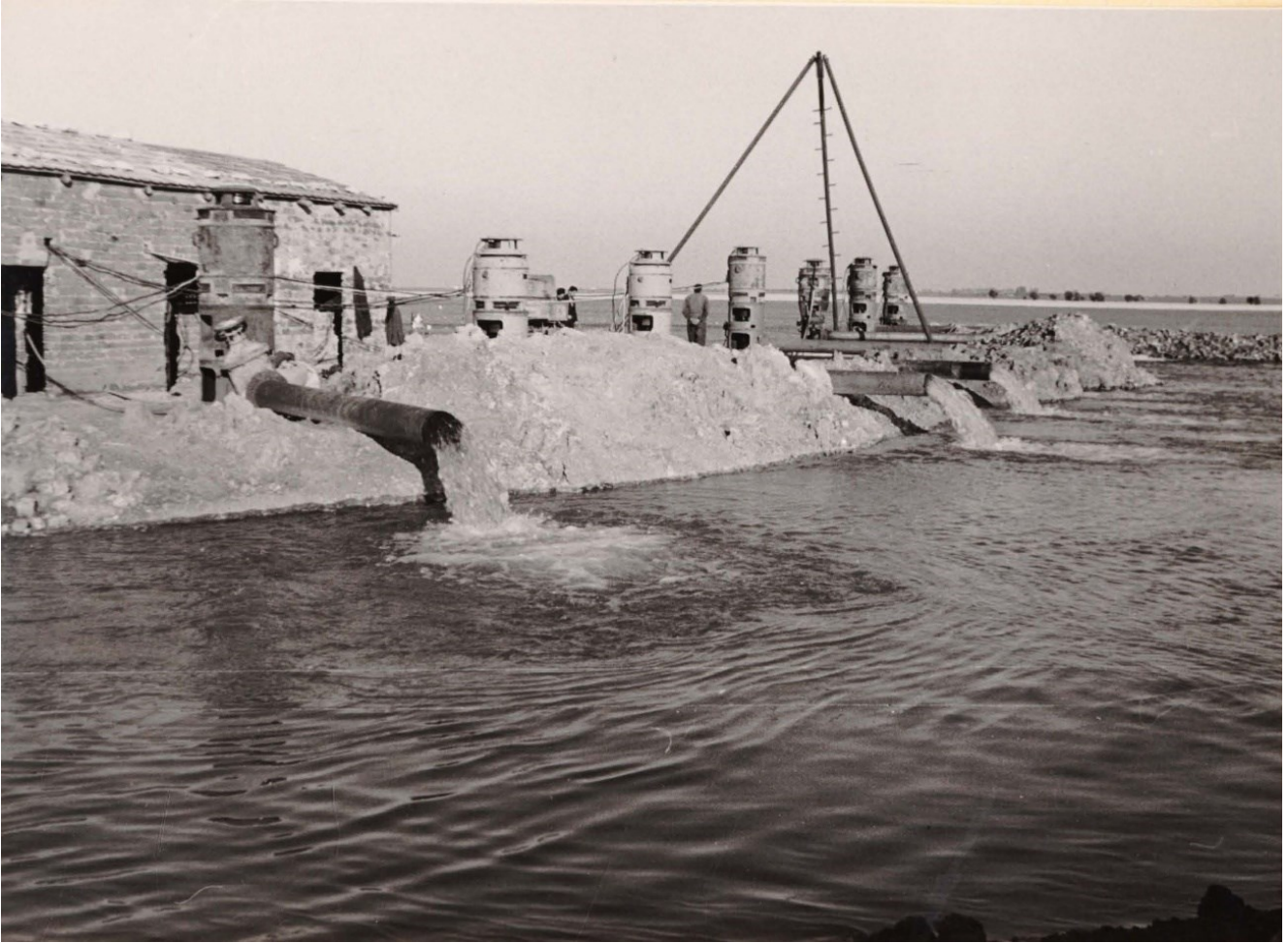


Foto 18. “Aforo simultáneo de una batería de sondeos en el Sector III de la Zona de La Mancha (Herrera de La Mancha). En esta batería se han obtenido 660 l/s, habiéndose realizado por los equipos del I.N.C. en este sector 22 sondeos con un caudal total de 2.080 l/s. En el Sector I (Llanos del Caudillo) se han construido 25 pozos ordinarios con los correspondientes sondeos laterales obteniéndose un caudal de 2.030 l/s. En el sector II (Cinco Casas) se han construido 27 pozos que dan un caudal de 2.735 l/s”. (Fuente: Instituto Nacional de Colonización, 1964)

materiales neógenos entre Villarta de San Juan y Manzanares.

Como consecuencia de estas especiales características hidráulicas del sistema acuífero, tras los excelentes rendimientos obtenidos en la exploración y en los planes de regadíos oficiales, las mejoras en los medios de perforación y bombeo, el abaratamiento de costes, y algunas políticas de subvenciones, toda la zona se llenó de sondeos para la explotación de las aguas subterráneas, la mayoría de iniciativa privada (Fig. 4), que sustituyeron a los medios de explotación tradicionales de una agricultura prácticamente de subsistencia.

Por ello, desde el comienzo de la década de 1970, en el sistema acuífero de La Mancha occidental, el tan mencionado Acuífero 23, se ha producido un incremento paulatino de la superficie de regadío alimentado por aguas subterráneas y, por tanto, del incremento de las extracciones desde los acuíferos (Figura 5). Estas fueron máximas en la década de 1980, y provocaron un descenso generalizado de los niveles del agua subterránea en el sistema, reflejo de un consumo mayor de estas que la alimentación del sistema acuífero por recarga de lluvia, infiltración desde ríos o aportes de aguas subterráneas desde otros sistemas acuíferos como el Campo de Montiel.

Los cálculos para establecer el balance de agua de los acuíferos y poder así realizar una gestión

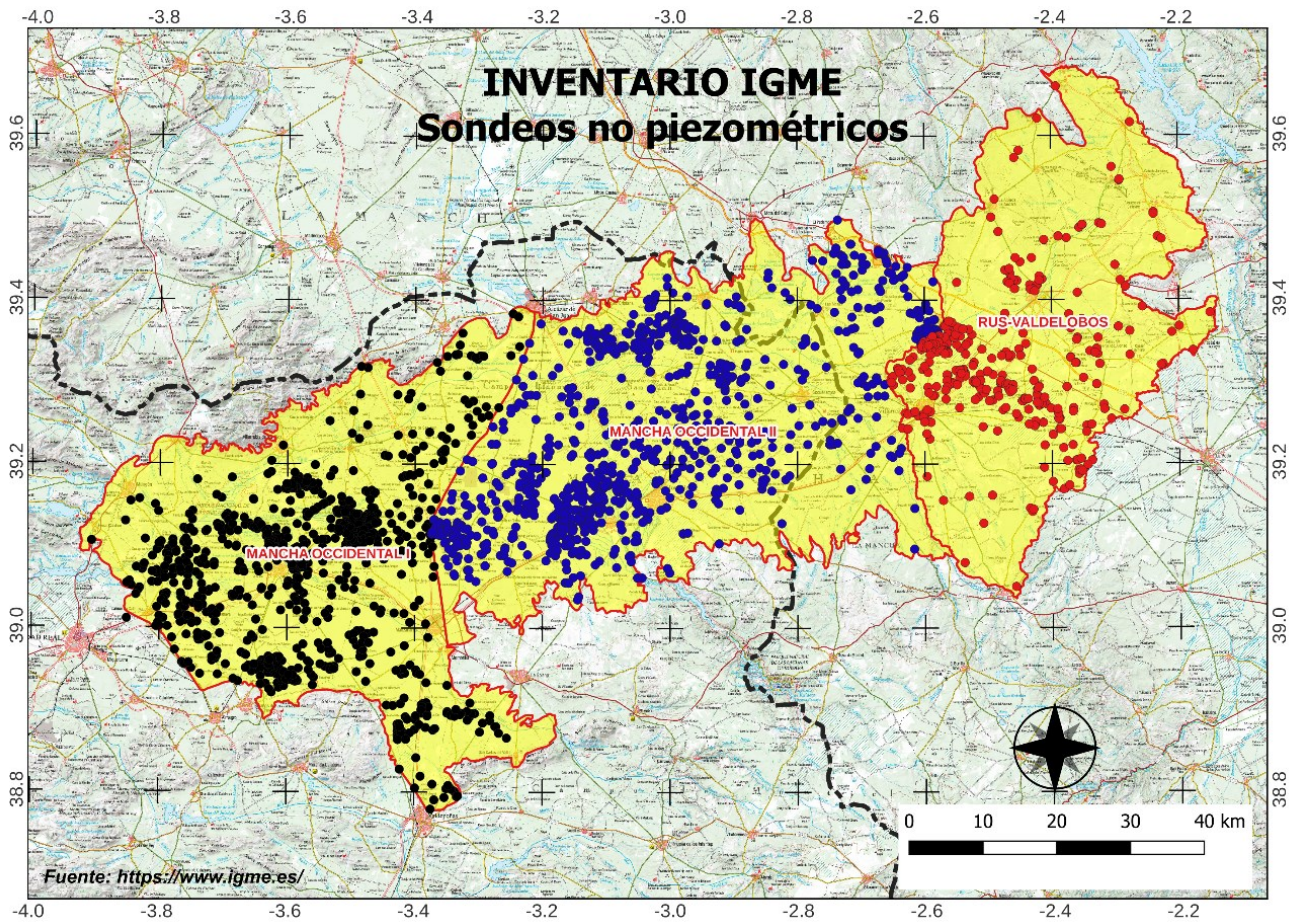


Figura 4. Puntos de agua, sin incluir los sondeos de control, de las tres masas de agua subterráneas en las que se ha dividido el sistema acuífero de La Mancha Occidental, obtenido del inventario (no actualizado) del Instituto Geológico y Minero de España (Fuente de los datos: [www.igme.es](https://www.igme.es/), consultado en enero de 2023).

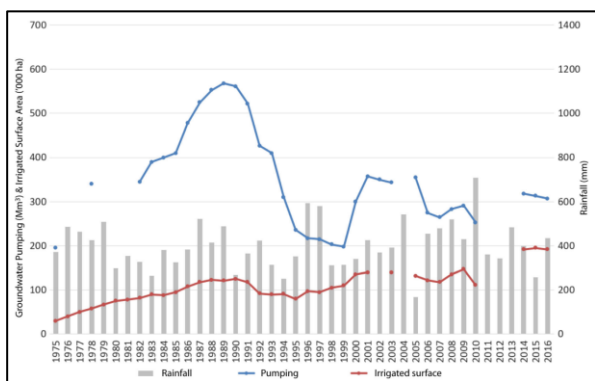


Figura 5. Extracciones de agua subterránea y superficie regada (período 1975-2016) en la llanura manchega (Fuente: Martínez-Santos et al., 2018).

racional del recurso para el desarrollo económico y social de la región sobre la base del regadío fue una preocupación para Eduardo Hernández-Pacheco, que aconsejó sobre cómo

mejorar su cuantificación con los conocimientos de la época.

*“En los regadíos alimentados con las aguas internas, o sea con las del manto acuífero de la llanura de San Juan, deben tenerse en cuenta varias cuestiones fundamentales: Es una, importante, la determinación de la cuantía o volumen del manto acuífero, para lo cual están expuestos en este trabajo todos los datos pertinentes, que son a saber: A) Extensión de las comarcas susceptibles de regadío [...]. B) Potencia de la zona de calizas acuíferas, deducida por el conjunto de los sondeos profundos antes detallados. C) Volumen medio de la reserva acuosa subterránea, teniendo presente, entre otros datos, una pluviosidad media en la región, que podemos calcular en 329,5 milímetros. [...]*



*Una serie de observaciones meteorológicas complementarias, tales como la evaporación y una red más tupida de estaciones termo-pluviométricas y de aforos de los ríos más en relación con el problema concreto de que se trata, permitiría calcular con mayor exactitud el caudal subterráneo disponible; evaluación que si actualmente se tratase de fijar estaría, por estas deficiencias, expuesta a error.*

*Es cuestión para estudiar por los técnicos la manera práctica de utilizar la gran masa de agua que supone el manto subterráneo existente a poca profundidad en el subsuelo de la por esta circunstancia privilegiada llanura de San Juan.”*

En la actualidad, el balance del sistema acuífero sigue siendo un problema totalmente sin resolver. Aunque el balance global está muy aproximado, los detalles no son perfectamente conocidos. Uno de los apartados más controvertidos es el volumen de agua extraída para riego. Esta se ha intentado obtener mediante encuestas, uso de satélites, cierres de balances, uso de contadores en sondeos, etc., sin que los resultados sean aceptados por todos. Sin embargo, la cuantificación del uso es determinante para la gestión del recurso hídrico (Foto 19). Es un hecho que en la actualidad los nuevos sistemas de regadío optimizan y reducen el consumo de agua, pero las superficies de riego parecen seguir aumentando y, en cualquier caso, los niveles del agua subterránea no se recuperan.

Por otro lado, en el sondeo de Venta Quesada que controló Eduardo Hernández-Pacheco, se realizó otro ensayo de trazado del agua subterránea con fluoresceína, los días 5, 6 y 7 de abril de 1931.

*“En el sondeo de Venta Quesada se echó también fluoresceína, tomándose las muestras en el manantial del Ojo de Mari López, distante hacia el Oeste unos 12 kilómetros. Se advirtió la presencia del colorante en los diversos manantiales de Los Ojos a las treinta horas, lo cual da a la corriente subterránea, entre ambos sitios, una velocidad de 400 metros por hora, o sea 0,11 metros por segundo.”*

Este sorprendente comportamiento, con una velocidad punta del flujo subterráneo muy elevada, muestra la alta permeabilidad del sistema acuífero en esta zona de descarga, debido quizá a una incipiente karstificación, como se ve en el mapa de pendientes que se muestra en la información adicional de la parte final de esta guía.



Foto 19. Pozo del Instituto Nacional de Colonización. con contadores de agua

## 6. PARADA 5. Ojos del Guadiana

*“Téngase en cuenta que lo que no debe hacerse es prodigar la apertura de pozos en un mismo lugar sin un plan racional y no autorizar extracciones de agua sino en la cantidad que por cada perforación aconseje la prudencia, porque pudiera acontecer que dejada tal cuestión importante al arbitrio de los intereses individuales y a la anarquía de los egoísmos, se llegase por intemperancia egoísta, por imprudencia o por ignorancia al fracaso de agotar la capa acuífera en la época del año más necesaria para los regadíos. [...]*

También es cuestión de estudiar previamente y con detenimiento las obras que pudieran acometerse de encauzamiento de los ríos que cruzan el territorio y la desecación de las zonas pantanosas del Guadiana, pues tales obras, aunque por una parte podrían permitir poner en cultivo extensiones de terreno hoy ocupadas por pantanos, pudiera ocurrir también que

*ocasionasen profunda modificación en el régimen hidrológico subterráneo de la comarca e introducir modificaciones en el manto acuífero”.*

Las advertencias dadas por Eduardo Hernández-Pacheco a principios de la década de 1930 no parecen haber sido tenidas en cuenta durante el resto del S.XX y lo que llevamos del S.XXI. Como se ha comentado, el sobrebombeo del sistema acuífero provocó el descenso generalizado de los niveles de agua subterráneas, muy evidente ya en década de 1980. Ese descenso solo fue detenido en dos períodos extremadamente lluviosos, a finales de la década de 1990 y a principios de la década de 2010.

Sin embargo, esa explotación intensiva tiene consecuencias que van más allá de las preocupaciones de Hernández-Pacheco, que parecen más ligadas al aspecto cuantitativo. Esa afección tiene que ver con lo que hoy llamaríamos medioambiente, destacándose en La Mancha en dos aspectos: el deterioro de la calidad química del agua subterránea y la pérdida de zonas húmedas (o “pantanosas”) no solo por encauzamiento, sino también por el desvío de volúmenes de descarga a manantiales hacia el regadío.

Un lugar emblemático de estas consecuencias son los Ojos del Guadiana, el lugar mítico donde el Guadiana, metido en tierra tras salir del Campo de Montiel, renacía en todo su esplendor. Estos manantiales fueron también estudiados por Eduardo Hernández-Pacheco.

En el entorno del Ojo de Mari López, el primero de todos, trabajó en el último de los sondeos que se perforaron durante una de sus estancias en La Mancha. Este sondeo estaba “situado junto al llamado Ojo de Mari López, importante manantial del grupo de los Ojos del Guadiana. [...] El sondeo efectuado junto al Ojo de Mari López alcanzó una profundidad de 123,20 metros”, de los que solo el tramo entre los 78 y 97 metros de profundidad es poco permeable. En el sondeo del Ojo de Mari López, el agua se situó en el “nivel en que brota el manantial”.

Esta zona también fue la zona de observación del ensayo con fluoresceína de la inyección realizada en Venta Quesada, como se vio anteriormente.

En la visita que se realizará al Ojo de Mari López en el Hidrogeodía, este manantial y todos los Ojos del Guadiana estarán secos y asediados por cultivos (Foto 20). Los manantiales se secaron en la década de 1980 como consecuencia de la gran explotación del sistema acuífero, aunque algunos próximos al de Mari López comenzaron a tener agua en 2013 y la mantuvieron algunos años, dentro del período lluvioso de comienzos de la década de 2010.



Foto 20. El Ojo de Mari López en marzo de 2023

Este hecho podría hacer pensar de nuevo en el mito del Guadiana, infiltrándose y apareciendo. Sin embargo, en el período extremadamente lluvioso de finales de 1990, el río Guadiana Alto estuvo circulando permanentemente durante meses, de tal modo que incluso se realizó el dispositivo de recarga artificial de Alameda de Cervera, y los Ojos del Guadiana no manaron.

Viendo el comportamiento del acuífero con los ascensos del nivel del agua subterránea en los primeros meses de ese período húmedo (Figura 6), se observa que los sectores cercanos a los ríos presentan grandes ascensos, mientras que amplias zonas en las que se concentraban los bombeos más intensos apenas había ascensos. No aparece

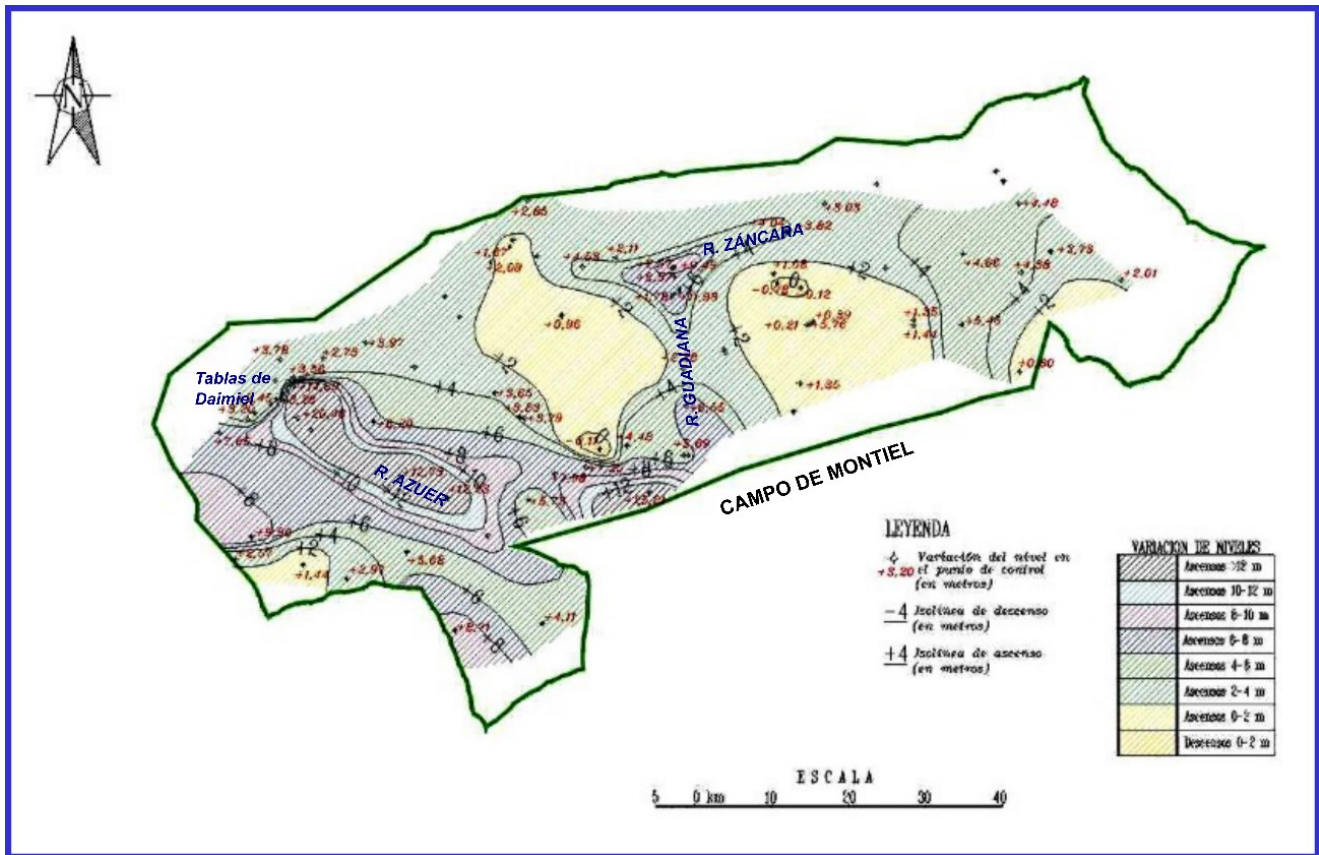


Figura 6. Isoascensos del nivel del agua subterránea del período octubre-1996 a febrero de 1997, observándose zonas de ascenso en las proximidades de algunos ríos, mientras que en otras zonas continúan los descensos (Fuente: CHG, 1997).

un río subterráneo que conecte el Guadiana Alto con los Ojos del Guadiana.

Seguramente, Eduardo Hernández-Pacheco estaría de acuerdo:

“Era lógico que esta desaparición de un río, que llegaba a la llanura pomposo y rico y acababa en la misma agotado y pobre, llamase la atención de las gentes y que Plinio, que había residido en España, recogiera la tradición de este río que se sumía en la llanura y que renacía caudaloso en los potentes manantiales de Los Ojos. Así nació la leyenda del curso subterráneo del río Anas bajo un puente de siete leguas, sobre el que pastaban los numerosos rebaños de los oretanos. [...]

Toda vieja leyenda popular tiene algún fundamento real y algo de cierto, y lo cierto en ésta es que el río se agota y desaparece en su mayor parte a su paso por la llanura. [...]

Pero la mayor parte de las aguas que se acumulan en el subsuelo de la llanura de San Juan proceden de las superficiales de la llanura misma y no tan sólo de las que forman los escasos cursos fluviales que en régimen palustre se agotan en su avance por la planicie, sino principalmente de las aguas de lluvia y de las nieves, las cuales, en proporción muy grande, se filtran en el terreno y desaparecen sin formar arroyos, salvo en las temporadas de persistentes lluvias y de fuertes aguaceros. [...]

Constituye, pues, la cuenca le la llanura de San Juan, una depresión de bordes poco o nada permeables, ocupada por calizas esponjosas, coquerosas y fisuradas, con los huecos rellenos de agua. Aguas que presenta en sus capas superiores una lenta corriente de Este a Oeste, y hacia el Norte en la zona occidental por Daimiel y Torralba, siendo el desagadero natural de toda la red del manto acuífero Los Ojos del Guadiana y alveo de este río en el espacio comprendido entre estos manantiales y el sitio donde

el río entra en los terrenos silúricos del Campo de Calatrava.

**Lo que no existe es un conducto o cauce subterráneo definido entre el alto Guadiana, salido de las lagunas de Ruidera, y los manantiales de los Ojos; en esto la leyenda quiebra y fracasa. El puente de las siete leguas donde pastaban los rebaños de los oretanos, queda tan sólo como poético mito engendrador de las bellas páginas creadas por el genio de nuestro inmortal Cervantes.”**

## AGRADECIMIENTOS



## CONSIDERACIONES SOBRE EL HIDROGEODÍA DE CIUDAD REAL

Para la actividad se contará con un microbús con plazas limitadas, y, dado el recorrido que es necesario realizar, no se podrán utilizar vehículos particulares.

Se circulará por carreteras o caminos estrechos. Es necesario tener precaución, respetar normas de circulación, no bloquear las vías y despejar las zonas durante las paradas.

En la visita a las instalaciones del pozo de Las Perdigueras, se debe respetar todas las indicaciones del personal y las normas que aparecen en la información adicional.

El Hidrogeodía se realizará totalmente al aire libre. Es aconsejable llevar indumentaria y calzado adecuado, de acuerdo con los pronósticos meteorológicos. Se aconseja también que el asistente se procure comida tipo picnic.

## LOS MONITORES DEL HIDROGEODÍA 2023 DE CIUDAD REAL

**Silvino Castaño Castaño** es doctor en Ciencias Geológicas por la Universidad Complutense de Madrid, especialista en hidrogeología, actualmente en el CEDEX. Aunque sus trabajos en el sistema acuífero de la Mancha occidental se han centrado en su sector occidental, en el entorno del Parque Nacional de Las Tablas de Daimiel, donde realizó su Tesis Doctoral, ha realizado distintos trabajos de hidrogeología por toda la llanura manchega y el Campo de Montiel.

**Alberto Celis Pozuelo** es doctor por la Universidad de Castilla-La Mancha, graduado en Geografía y Ordenación del Territorio y licenciado en Historia por la misma universidad. Mantiene una intensa labor de investigación en la influencia de las actuaciones humanas en el medio ambiente, sobre todo en las masas de agua, y la relación de la sociedad actual con los ecosistemas acuáticos de la Península Ibérica.

**Pedro Martínez Santos** es catedrático de Hidrogeología en la Facultad de Ciencias Geológicas de la Universidad Complutense de Madrid. Ha trabajado en distintas temáticas del acuífero de la Llanura manchega, desde el flujo del agua subterránea hasta su gestión. Entre dichos trabajos figura su Tesis Doctoral, titulada “Hacia la gestión adaptable del acuífero de La Mancha occidental: desarrollo de un modelo digital de

flujo y elaboración participativa de escenarios futuros de gestión del agua”, de 2007.

**Pablo Pichaco García**, biólogo e intérprete del territorio. Desde 2014 es responsable del Proyecto de Educación Ambiental del Excmo. Ayuntamiento de Alcázar de San Juan y desde 2017 de la empresa Aguas de Alcázar. Tiene líneas de investigación sobre la entomofauna de los humedales de la Reserva de la Biosfera de La Mancha Húmeda y su papel como indicadores del estado de conservación de los mismos. Desde 2019 es concejal delegado de las áreas de Medio Ambiente del Ayuntamiento de Alcázar de San Juan.

## PARA SABER MÁS

Son varios los trabajos de **Eduardo Hernández-Pacheco** sobre La Mancha. Para esta guía se ha seguido esencialmente el trabajo siguiente:

- Hernández-Pacheco, E. (1932-1934): Síntesis fisiográfica y geológica de España. Trabajos del Museo Nacional de Ciencias Naturales. Serie Geológica de los Trabajos del Museo Nacional de Ciencias Naturales, 38, 584 pp.

Se puede consultar una biografía de Eduardo Hernández-Pacheco en el siguiente enlace:

[Eduardo Hernández-Pacheco y Estevan | Real Academia de la Historia \(rah.es\)](#), consultado en marzo de 2023.

Para el **pozo de Las Perdigueras** se puede consultar la información del enlace <https://manchamedia.com/perdigueras-el-pozo-que-da-la-vida-a-alcazar/> (consultado en marzo de 2023) y el documento siguiente:

- Aguas de Alcázar, EMSA (2004): Alcázar y el agua (Mariano Velasco, coord.). Imprenta Cervantina. Toledo. 142 pp.

Se puede encontrar información interesante sobre las actuaciones del **Instituto Nacional de Colonización** en la provincia de Ciudad Real en:

- Instituto Nacional de Colonización (1964): Ciudad Real, consultado en Biblioteca Virtual de Castilla-La Mancha.

Los trabajos sobre el sistema acuífero de **La Mancha occidental** en general son numerosos y desde diferentes enfoques. Con relación a las aguas subterráneas la mayoría se centran en su gestión a escala de sistemas acuíferos. A modo de ejemplo se pueden mencionar los siguientes:

- Cruces, J.; Martínez Cortina, L. (2000): La Mancha Húmeda. Explotación intensiva de las aguas subterráneas en la cuenca alta del río Guadiana. Fundación Marcelino Botín. Santander. 66 pp.

- Coletto, C.; Martínez Cortina, L.; Llamas, M.R., Eds. (2003): Conflictos entre el desarrollo de las aguas subterráneas y la conservación de los humedales: la cuenca alta del Guadiana. Fundación Marcelino Botín. Santander. 352 pp.

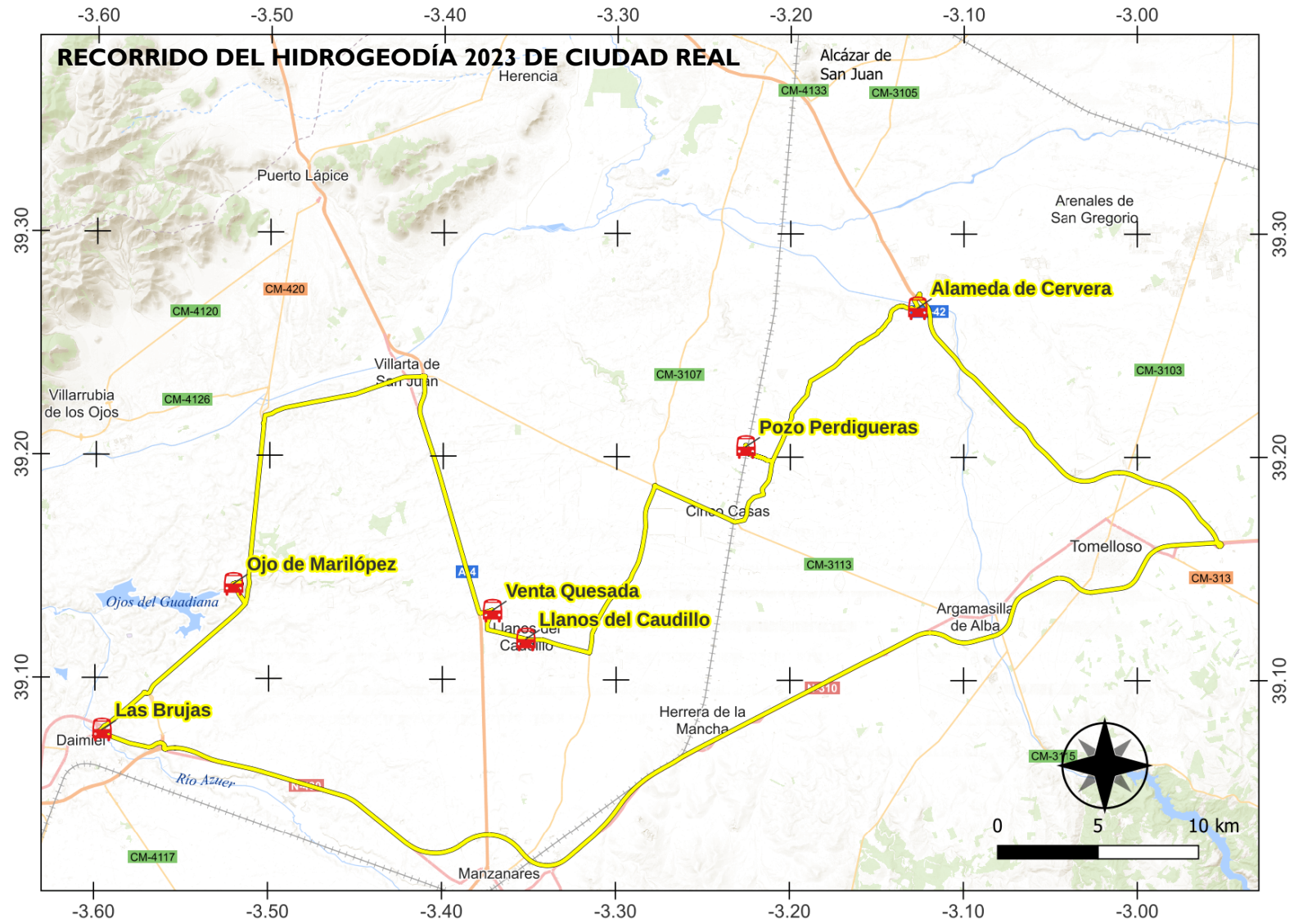
- Martínez Santos, P. (2007): Hacia la gestión adaptable del acuífero de La Mancha occidental. Tesis Doctoral. Universidad Complutense de Madrid. 375 pp.

- Martínez-Santos, P., Castaño-Castaño, S., Hernández-Espriú, A. (2018). Revisiting groundwater overdraft based on the experience of the Mancha Occidental Aquifer, Spain. *Hydrogeol. J.*, 26, 1083–1097. <https://doi.org/10.1007/s10040-018-1735-0>

- Plaza Tabasco, Julio (2013). Usos del suelo y acceso al agua en La Mancha desde mediados del siglo XX. Análisis de los cambios desde una perspectiva espacial en Alcázar de San Juan. Tesis doctoral. Universidad de Castilla-La Mancha. <https://www.educacion.gob.es/teseo/mostrarRef.do?ref=1117395>

## MAPAS Y OTRA INFORMACIÓN

- Mapa del recorrido
- Mapas de pendientes en Alameda de Cervera, Pozo de Las Perdigueras y Ojos del Guadiana
- Tabla cronoestratigráfica
- Normas básicas de seguridad para visitantes del pozo de Las Perdigueras



EÓN		ERA	SISTEMA	SERIE	PISO	FACIES/U.LOCAL	M.a.	P.O.	FASES TECTÓNICAS					
<b>FANEROZOICO</b>	<b>MESOZOICO</b>	<b>CENOZOICO</b>	IV	HOLOCENO	(Actual)		0.01							
				PLEISTOCENO	CALABRIENSE	VILLAFRANQUIENSE	1.8	IberoManchega2						
			NEÓGENO	PLIOCENO	PLACENZIENSE	RUSCINIENSE	3.4	IBEROMANCHEGA1						
				ZANCLAYENSE	MESSINIENSE	TUROLIENSE	5.3	IntraZanclay...						
			MIOCENO	TORTONIENSE	YALLESIENSE	6.5	IntraMessin...							
				SERRAVALLIENSE	RAMBLIENSE	11	BÉTICA							
				LANGHIENSE	ASTARAC	14.5								
				BURDIGALIENSE	ORLEANS ROISE	16								
				AQUITANIENSE	AGENIENSE	20	Neocastellana							
				CHATTIENSE	ARVERNIENSE	23.5	Castellana							
	OLIGOCENO	RUPELIENSE	SUEVIENSE	28	Pirenaica 2ª									
		PRIABONIENSE	PHENANIENSE	34	PIRENAICA 1ª									
	EOCENO	BARTONIENSE	SUP. MEDIO INF.	37	Prepirenaica									
		LUTECIENSE	NEUSTREIENSE	40	Neolarámica									
	PALEOCENO	YPRESIENSE	CUSIENSE	46										
		THANETIENSE	ILDERIENSE	53										
	<b>CRETÁCICO</b>	SUPERIOR	MAASTRICHTIENSE	GARUMN	65	PALEOLARÁMICA								
			CAMPANIENSE		72									
			SANTONIENSE		83									
			CONIACIENSE		87									
			TURONIENSE		88									
			CENOMANIENSE	UTRILLAS	91									
		INFERIOR	ALBIENSE		96	AÚSTRICA 1ª f								
			APTIENSE	URGONTIANA	108									
			BARREMIENSE		114									
			HAUTERVIENSE	WEALD	116									
	JURÁSICO	VALANGINIENSE		122										
		BERRIASIENSE	PURBECK	130										
		TITÓNICO	PORTLAND	135	NEOKIMÉRICA									
		KIMMERIDIENSE		141	NEOKIMÉRICA 1ª f									
OXFORDIENSE			146											
SUPERIOR MALM			141											
Medio DOGGER	CALLOVIENSE		160											
	BATHONIENSE		167											
Inferior LÍAS	BAJOCIENSE		176											
	AALeniENSE		180											
TRIÁSICO	TOARCIENSE		187											
	PLIENSBACHIENSE		194											
	SINEMURIENSE		201											
	HETTANGIENSE		205	PALEOKIMÉRICA 2										
	SUPERIOR	RETIENSE	KEUPER	220	PALEOKIMÉRICA 1									
	MEDIO	NORIENSE		230										
INFERIOR	CARNIENSE	MISCHELKALK	235											
	LADINIENSE		245											
PÉRMICO	ANISIENSE		245											
	SCYTIENSE	BUNTSANDSTEIN	250											
	LOPINGIENSE	CHANGHSINGIENSE	253	PALATINA (Pfalzica)										
	GUADALUPIENSE	WUCHIAPINGIENSE	264											
	CISURALIENSE	CAPITANIENSE	THURINGIENSE	272										
	ASSELIENSE	WORDIENSE	SAXONIENSE	280										
PÉRMICO	ROADIENSE		280											
	KUNGURIENSE		290											
PÉRMICO	ARTINSKIENSE		290											
	SAKMARIENSE		280											
PÉRMICO	ASSELIENSE		300											
	ASSELIENSE		300	SAÁLICA										
<b>FANEROZOICO</b>	<b>PALEOZOICO</b>	<b>PALEOZOICO</b>	<b>PALEOZOICO</b>	<b>PALEOZOICO</b>	<b>PALEOZOICO</b>	<b>PALEOZOICO</b>	<b>PALEOZOICO</b>	<b>PALEOZOICO</b>	<b>PALEOZOICO</b>					
										VÉNDICO	GZELIENSE	ESTEFANIENSE	300	ALLEGHÁNICA
											KASIMOVENSE	BASILIENSE	305	ASTÚRICA LEONÉSICA (2)
										SILÉSICO	MOSCOVIENSE	CANTABRIENSE	315	PALENTINA
											BASHKRIENSE	WESTFALIENSE	325	
										CARBONIFERO	SERPUKHOVIENSE	NAMURIENSE	325	
											BRIGANTIENSE		350	SUDÉTICA
											ASBENSE	VISEENSE	360	
											HOLKERIENSE		365	BRETÓNICA
											ARUNDIENSE		375	PALEOBRETÓNICA
	CHADIENSE	TOURNAISIENSE	385											
	DEVONICO	IVORIENSE		390										
		HASTARIENSE		410	ÉRICA (Hibèrnica)									
	SUPERIOR	FAMENIENSE		415	Ardénica									
		FRASNIENSE		425										
	MEDIO	GIVETIENSE		430										
		EIFELIENSE	COUVINIENSE (ant)	435										
	INFERIOR	EMSIENSE		445										
		PRAGUIENSE	SIEGIENIENSE (ant)	445										
	SILURICO	LOCHKOVIENSE	GEDINIENSE (ant)	410										
		PRIDOLIENSE		415										
	ORDOVÍCO	LUDLOW		425										
		WENLOCK		430										
	SILURICO	LUDFORDIENSE		435										
		GORSTIENSE		445										
	SILURICO	HOMERIENSE		455										
		SHAINWOODIENSE		470										
	SILURICO	TELYCHIENSE		485										
		AERONIENSE		500										
	SILURICO	RHUDDANIENSE		435										
KOSOVENSE			445											
SILURICO	KRALDOVORIENSE		455											
	BEROJUNIENSE		470											
SILURICO	DOBROTVIENSE	LLANDEILO (ant)	485											
	ORETANIENSE	LLANVIRN (ant)	485											
SILURICO	ARENIG		485											
	TREMADOC		500											
SILURICO	TREMPEALEUIENSE		530											
	FRANCONIENSE		570											
SILURICO	DRESBACHIENSE		570											
	MAYAIENSE	CAESARAUGUSTIENSE	540											
SILURICO	AMGANIENSE	LEONIENSE	570											
	TOYONIENSE	BILBILIENSE	570											
SILURICO	BOTOMIENSE	MARIANIENSE	650											
	ATDABANIENSE	OVETIENSE	650											
SILURICO	TOMMOTIENSE	CORDUBIENSE (p)	540											
	EDIACARIENSE	PUSIENSE (p)	570											
SILURICO	VARANGERIENSE	ALCUDIENSE SUP.	650											
	RIFEENSE	ALCUDIENSE INF.	650											
SILURICO	SUPERIOR	BETURIENSE	1000											
	MEDIO		1600											
SILURICO	INFERIOR		2500											
			4550											

TABLA CRONOESTRATIGRÁFICA

**MUSEO GEOMINERO**  
 Ríos Rosas, 23 - 28003 Madrid  
 Tfno. 91 649 67 59  
 c/e m.geominero@ige.mma.es  
 http://www.ige.mma.es

**LEYENDA**

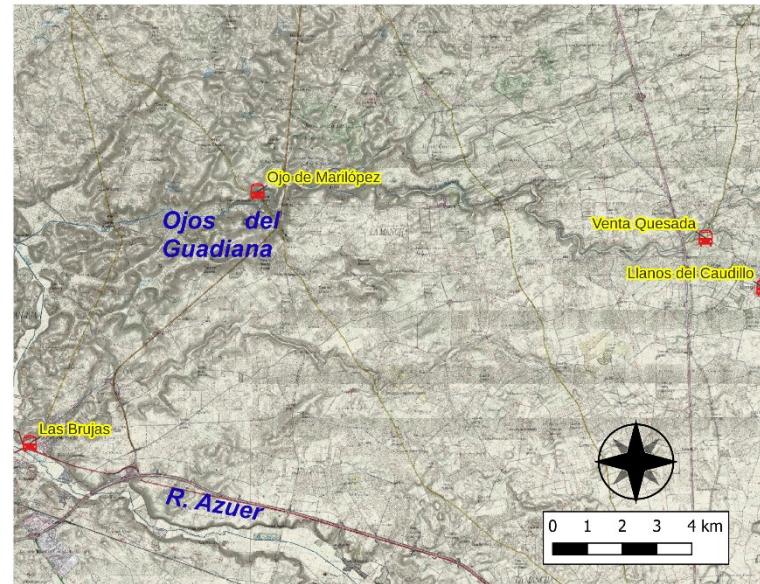
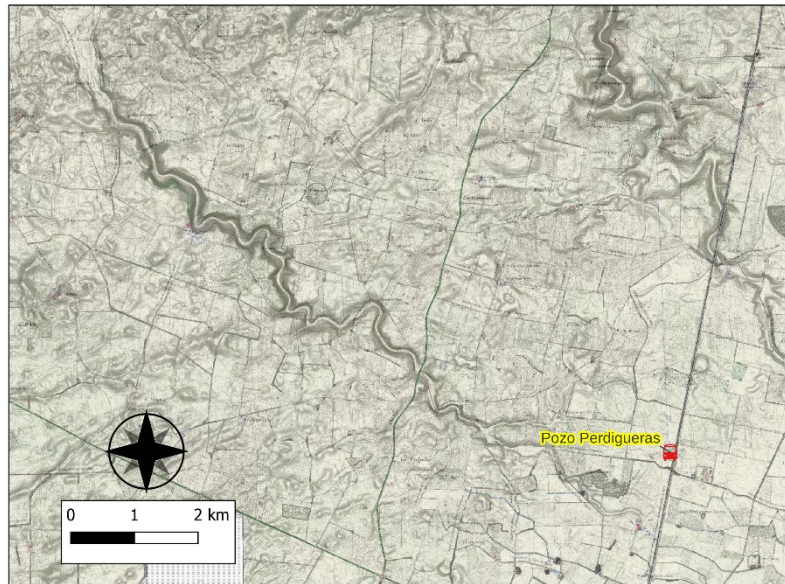
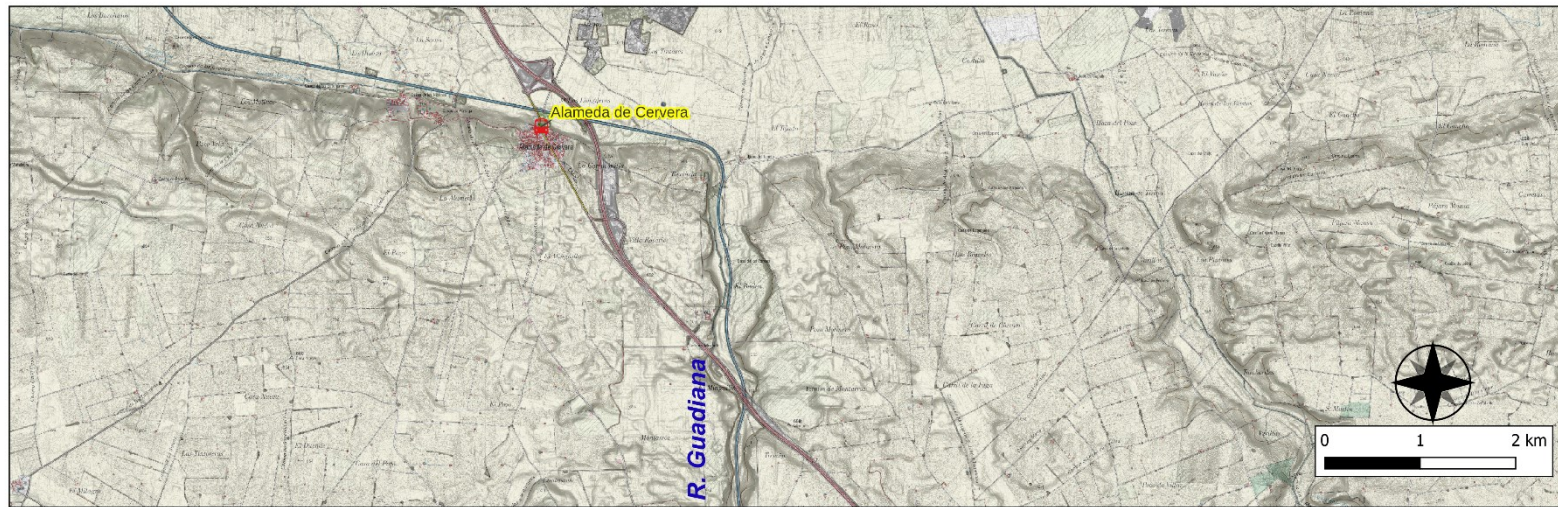
**EONOTEMA**  
**ERATEMA**  
**SISTEMA**  
**SERIE**  
**SUBSERIE**  
**PISO**

485 M.a. = Nº Millones de Años  
 P.O. = PERIODOS OROGENICOS  
 FASES TECTÓNICAS

Realizada por: Agustín Pedro PIEREN PIDAL  
 Director de Investigación, Universidad Complutense  
 Instituto de Geología Económica, CSIC, Madrid  
 en 1.994, revisada y actualizada en 1.999.



# MAPAS DE PENDIENTES





# NORMAS BÁSICAS DE SEGURIDAD PARA VISITANTES

## NORMAS BÁSICAS DE SEGURIDAD DURANTE LA VISITA:

1. Siga en todo momento las instrucciones de la persona del centro de trabajo que le acompaña durante la visita.
2. **No se separe del grupo en ningún momento.**
3. Durante toda la visita, se deberá portar calzado totalmente cerrado, y de suela plana. Está prohibido acceder con sandalias, zapatos con tacón o calzado deportivo.
4. Se respetará en todo momento la señalización de la instalación, prestando especial atención a la prohibición de paso a zonas de acceso restringido.
5. No toque ninguna máquina o herramienta sin autorización. Puede existir riesgo de atrapamiento o corte.
6. No tocar el agua, ni elementos que pudieran tener salpicaduras de ella.
7. Prestar especial atención en el interior del recinto a la circulación de vehículos de la empresa. Desplácese agarrado a pasamanos y/o barandillas.

**La empresa declina toda responsabilidad de no seguir escrupulosamente dichas Normas de seguridad por parte de los visitantes.**

## NO ESTA PERMITIDO:

- **Beber o comer durante la visita.**
- **Fumar en toda la instalación.**

## EN CASO DE EMERGENCIA:

**AGUAS DE ALCÁZAR, EMSA** cuenta con un Plan de Emergencia, que se activa en caso de necesidad. Para su correcto funcionamiento, siga las siguientes instrucciones en caso de activación de la alarma o aviso de evacuación:

1. Siga en todo momento las instrucciones del personal de la instalación o empresa, que le acompaña.
2. Abandone la zona por la salida de emergencia más próxima, y dirjase al punto de encuentro, en la entrada principal del recinto.
3. No pierda tiempo buscando objetos personales.
4. Una vez en el punto de reunión (puerta de acceso), espere allí hasta que reciba instrucciones de los equipos de emergencia de la empresa o instalación.

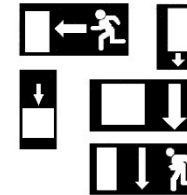
## TELÉFONO GENERAL DE EMERGENCIAS:

**112**

## NORMAS BÁSICAS DE ACTUACIÓN ANTE UN INCENDIO:

- Mantenga la calma y no se detenga en las salidas.
- Utilice las vías de evacuación establecidas al respecto.
- Si se encuentra rodeado por el humo, agáchese y gatee.
- Cierre las puertas que vaya atravesando.
- Atienda las instrucciones del personal designado para emergencias.

## SEÑALES DE EVACUACIÓN



Vía / Salida de socorro



Teléfono de salvamento