

# UN TRABAJO DE ARQUEOLOGÍA INDUSTRIAL. RECUPERACIÓN VIRTUAL DEL MOLINO HIDRÁULICO HARINERO “LA TAHONA” EN LA ALDEA DE RIBERA BAJA EN ALCALÁ LA REAL (JAÉN)

LÓPEZ GARCÍA, Rafael <sup>(1)</sup>, ROJAS SOLA, José Ignacio <sup>(2)</sup>

*Universidad de Jaén. España. Escuela Politécnica Superior. Edificio A-3  
Campus de Las Lagunillas. 23071- Jaén. Tfno: 953 212 438 Fax: 953 212 420;*

<sup>(1)</sup> *Departamento de Ingeniería Mecánica y Minera. E-mail: rlgarcia@ujaen.es*

<sup>(2)</sup> *Departamento de Ingeniería Gráfica, Diseño y Proyectos. E-mail: jirojas@ujaen.es*

## RESUMEN

La aplicación de la arqueología industrial como ciencia encargada del estudio de los restos del pasado industrial, al estudio de la industria de la molienda de cereales mediante accionamiento hidráulico adquiere especial relevancia en comarcas como la de la Sierra Sur de Jaén, con una morfología abrupta de sierras y montañas, en la que nacen varios arroyos, que aunque de pequeño caudal movieron los molinos hidráulicos que proliferaron junto a sus cauces. La industria molinar constituía uno de los núcleos alrededor del cual se desarrollaba la vida rural y la formaban unas construcciones, instalaciones y maquinaria interesantes de conocer y recuperar, tanto desde el punto de vista histórico y etnográfico como tecnológico. El presente artículo refleja el trabajo realizado para la recuperación mediante técnicas infográficas del Molino “La Tahona” situado en la aldea de la Ribera Baja de Alcalá la Real y accionado por el agua del río Frailes. Se mantuvo en funcionamiento hasta la década de los años sesenta, y aunque desde entonces está inactivo, sus dueños lo han conservado en relativo buen estado. Su recuperación virtual y análisis servirán como punto de partida para su estudio tecnológico, que sirva para conocer los parámetros de diseño y las técnicas molineras empleadas.

**Palabras Clave:** Arqueología Industrial, Molinos Hidráulicos, Modelado Geométrico, Animación por Ordenador.

## ABSTRACT

The application of industrial archaeology, as a science in charge of the study of industrial rests from the past, to the study of cereal mill industry working with hydraulic power, acquires special relevance in the region of Sierra Sur de Jaén. Its rugged morphology, full of hills and mountain ranges, is the source of several rivers and streams. In spite of the low-flow, those streams moved the hydraulic mills next to the river-beds. The mill industry constituted one of the nucleus around which rural life developed. There were interesting constructions, facilities and machinery which should be known and recovered from a historical, ethnographic and technological point of view. The following article reflects the work done on the recovery, with infographic techniques, of the mill “La Tahona” situated in the town Ribera Baja of Alcalá la Real which worked thanks to the river Frailes. It has been kept active until the 70's, since then it has been inactive but its owners have kept it in quite good conditions. The virtual recovery and analysis will serve as a beginning point of the technological study, and will help to know its mechanical design and the mill techniques that were used.

**Keywords:** Industrial Archaeology, Hydraulic Mills, Geometric Modelling, Computer Animation.

**Grupo temático:** Miscelánea,

## 1. Introducción

El presente artículo, es producto de una Tesis Doctoral que se está llevando a cabo en la Escuela Politécnica Superior de Jaén, dirigida por el Dr. Rojas Sola y se trata de un proyecto de Arqueología Industrial, que tal y como la definió el historiador Angus Buchanan[1], uno de los pioneros sobre esta materia, “*es un campo de estudio preocupado por la investigación, inspección, registro y, en algunos casos, la preservación de los monumentos industriales*”. Su finalidad principalmente práctica “*es el descubrimiento, la catalogación y el estudio de los restos físicos del pasado industrial, para conocer a través de ellos, aspectos significativos de las condiciones de trabajo y de los procesos técnicos y productivos*”[2], y así posibilitar su conservación y recuperación..

Dicha línea de investigación es pionera en la Universidad de Jaén de la mano del Dr. Rojas Sola, que ya iniciara con su Tesis Doctoral [3], allá por el año 1995.

Se trata por tanto de una ciencia en la que confluyen diferentes disciplinas, desde las sociales para entender el contexto rural en el que se desarrollaban estas industrias, las económicas que demuestran la importancia en la subsistencia de la sociedad, así como las técnicas para descubrir y analizar los parámetros de funcionamiento del ingenio.

Es en estas disciplinas técnicas en las que se centra el trabajo en el que se enmarca el presente artículo. Se trata de un ambicioso trabajo de investigación, de enorme riqueza en cuanto a la ingeniería gráfica, arquitectura e ingeniería industrial, que se plantea con el fin de recuperar y catalogar, toda la información disponible sobre los molinos hidráulicos harineros de la Sierra Sur de Jaén. Los objetivos que se pretenden con esta investigación son:

- Estudiar y sistematizar la información bibliográfica existente sobre dichos molinos.
- Realizar un inventario fotográfico y descripción técnica, de los restos físicos de los molinos hidráulicos en la comarca y su contenido.
- Realizar los estudios relativos a la arqueología industrial desde todos los puntos de vista, obteniendo un recorrido histórico tecnológico de los molinos hidráulicos.

A partir de este contexto global, el presente artículo, se centra en particular en el estudio del Molino “La Tahona”, situado en el aldea de la Ribera Baja de Alcalá la Real, que aunque refleja los síntomas del paso del tiempo y el periodo de inactividad desde que fue parado, allá por la década de los años setenta del siglo pasado, se conserva en relativo buen estado, que permite su estudio, interpretación y análisis. En él, los objetivos que se pretenden son:

- Realización del trabajo de campo, consistente en la toma de datos necesaria del espacio industrial. Reportaje fotográfico, esquemas y croquis acotados de máquinas y mecanismos, materiales, testimonios sobre parámetros de funcionamiento, etc.
- Generación y acotación de planos de dicho espacio industrial. Tratamiento por ordenador de la información gráfica, y recreación virtual con técnicas infográficas de las morfologías más representativas.
- Análisis de los parámetros de diseño mecánico de los diferentes elementos, tanto desde el punto de vista de resistencia a los esfuerzos estáticos y de fatiga, como de la obtención de las variables de funcionamiento, potencia, velocidades, etc.
- Consideraciones críticas de las soluciones tecnológicas aportadas, dentro de su entorno coetáneo, cultural y respecto a otras tipologías existentes en España.

Se han publicado sobre este tema numerosos trabajos sobre diferentes zonas de la geografía española, en los que se analizan fundamentalmente los puntos de vista histórico, etnográfico, social ó económico, y algunos otros como este, centrados principalmente en el estudio técnico de los ingenios, como los de los investigadores Domene y Rojas [4] sobre molinos hidráulicos o los de los investigadores Amezcua y Rojas [5] sobre molinos de viento.

El artículo que se presenta es inédito, respecto al ámbito global del que se ocupa, la Sierra Sur de Jaén de la que existen solo algunos trabajos aislados sobre el tema, y respecto al enfoque técnico que estudia, de forma que mediante herramientas infográficas se reproduzca virtualmente el ingenio y nos permita analizarlo y conocerlo desde todos los puntos de vista.

## **2. La Comarca de la Sierra Sur de Jaén**

La comarca de la Sierra Sur de Jaén, forma parte de la Cordillera Subbética y la componen ocho municipios (Alcalá la Real, Alcaudete, Castillo de Locubín, Frailes, Fuensanta, Martos, Valdepeñas y Los Villares). Tiene una orografía abrupta, desde montañas como la de la Pandera con 1872 metros de altitud hasta vegas como las de Alcaudete a 400 metros de altitud. En esta Sierra nacen muchos arroyos, como el Frailes, el San Juan, el Víboras, el Salado, el Eliche, el Frío, cuyas aguas van a desembocar al Guadalquivir, bien a través de Genil, el Guadajoz ó el Guadalbullón.

Junto a los cauces de estos arroyos y aprovechando su energía, se fue desarrollando a lo largo de los tiempos una industria hidráulica dedicada a la molienda de cereales. Estas industrias eran generalmente de tipo familiar y albergaba también la vivienda del molinero y su familia.

Particular mención merece en este caso el río Frailes, que con caudal pequeño pero permanente en todo el año, nace en las sierras que circundan el municipio que le da nombre y discurre siempre en sentido sur por la comarca, regando las vegas de Frailes, Ribera Alta, Ribera Baja, Casillas de Mures y Balazos, antes de entrar en la provincia de Granada en la que vierte sus aguas al río Genil. En su recorrido, sus aguas se utilizaron para el accionamiento de numerosos molinos harineros, entre ellos el que nos ocupa.

### **2.1. Antecedentes Históricos. Molinos Hidráulicos de la Sierra Sur**

Los molinos hidráulicos se aplicaron no solo para la molienda del grano, sino también para otros usos como: moler minerales, moler zumaques, batanear paños, mover fuelles de fragua ó almazaras.

El cultivo de trigo con buenos rendimientos unido a la mejora de las técnicas molineras, dieron supremacía al pan realizado con este cereal (pan blanco) sobre los demás, hasta tal punto que la subsistencia de buena parte de la población dependía de la disponibilidad del trigo. Pero el trigo tenía una escasa productividad lo que obligaba a dedicarle grandes extensiones de cultivos e incluso a importarlo y los molinos hidráulicos una escasa capacidad, que en la mayoría de los casos solo abastecía a unas pocas familias, lo que obligó a su proliferación.

Quizás fueron los siglos XVIII y XIX los mejores de la historia para estos molinos en cuanto al nivel tecnológico alcanzado. En el siglo XX con la electricidad, muchos molinos se modernizaron electrificando su industria, lo que conllevó una gran capacidad y alta productividad, obligando a la mayoría que no lo hicieron a parar. Solo el mercado negro con el “extraperlo”, consecuencia de la política cerealista y la coyuntura económica, permitió que muchos pequeños molinos familiares siguieran en funcionamiento, pero su fin era inevitable.

La industria molinera de la Sierra Sur, no está suficientemente documentada, y quizás los primeros trabajos de inventariado de ella, puedan estar recogidos en el que sobre bienes de las localidades, mandaban realizar los Reyes Católicos conforme iban reconquistándolas.

Posteriormente, ya a mediados del siglo XVIII, Don Zenón de Somodevilla, Marqués de la Ensenada y Secretario de Hacienda, recibió el encargo de realizar un Catastro [6] (al que se le dio su nombre), que pudiera dar pie a implantar una Única Contribución frente a la variedad de impuestos existentes. Consistió en 40 preguntas conocidas como “Respuestas Generales”, respondidas bajo juramento por los expertos y notables del lugar. Se realizó en todos los municipios y entre las preguntas había una que hacía referencia a los molinos existentes. Sirva

como ejemplo la respuesta en Alcalá la Real:

*Pregunta 17. Si hay algunas minas, salinas, molinos harineros o de batanes u otros artefactos en el término, distinguiendo de qué metales y de qué uso, explicando sus dueños y lo que se regula produce cada uno utilidad al año.*

*En esta ciudad hay ..... Y por lo que mira a los molinos hay en el término de esta Ciudad, 16 harineros, los 3 propios de don José de Aranda, en el sitio del Vao, extramuros del lugar del Castillo. Otro de don Francisco Zejalbo al sitio del Cubillo, y otro al del Nogueral, del conde de Humanes, que constan verificados en la operación practicada en dicho lugar. Y los once restantes que corresponden a esta operación, el uno en el sitio de las Juntas, propio del monasterio de Padres Cartujos de la ciudad de Granada, ..., otro en el sitio de la Ribera Baja, propiedad del marqués de Caimbo, ..., otro de don Alonso Pineda, ...; otro en el mismo sitio, propio de don Nicolás Moreno, ..., otro en la Ribera Alta, propio de don Manuel Ibáñez, clérigo capellán, ...; otro en el mismo sitio, propio de doña Catalina Jerez, ...; otro en el mismo sitio, del convento de la Encarnación de ella, ...; dos de don Baltasar de Castro, ..., que están en el sitio de Frailes; otro en el de la Fuente del Rey, de don Francisco Alcaide, ...; y otro al sitio del Guadalcofón, propio de Juan de Alcalá, ... Y cuatro de aceite, .....*

En este catastro, como se puede comprobar ya se da fe de la existencia de molinos movidos por las aguas del río Frailes, desde los de Frailes, Ribera Alta, varios en la Ribera Baja, y por último en las Juntas en el límite con la provincia de Granada.

Se encuentran otros trabajos de inventariado de bienes, con los que documentar la existencia de molinos hidráulicos en la Sierra Sur, como es el Diccionario Geográfico de Pascual Madoz [7] de mediados del siglo XIX.

Evidentemente, estos documentos históricos sirven de inicio para la investigación de los restos físicos de los en ellos mencionados, encontrándose algunos ya desaparecidos, otros con vestigios de su existencia y algunos con restos de sus equipos, máquinas e infraestructura hidráulica (figura 1), que nos proponemos recuperar para la historia.

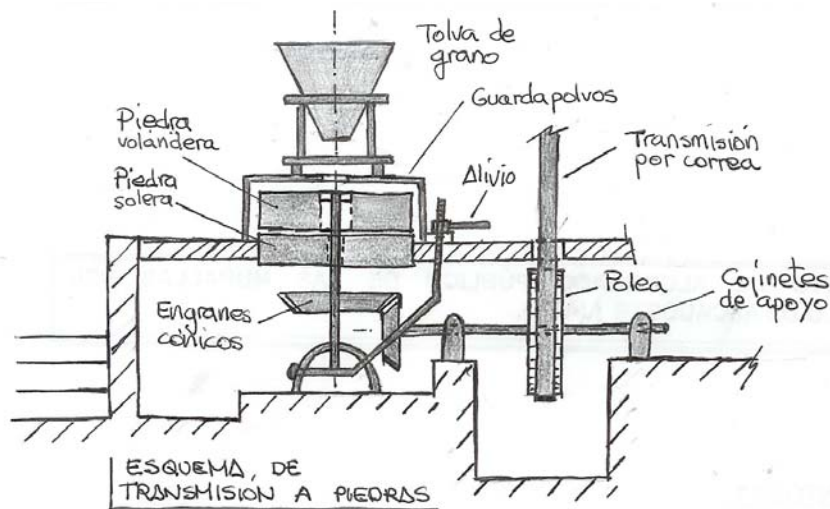


**Figura 1.** Restos de equipos en Molino “La Molineta” y Molino “Las Ventas”

## **2.2. Antecedentes Históricos. Molino “La Tahona”**

El Molino “La Tahona”, se encuentra situado en la margen izquierda del río Frailes, a su paso por la Aldea de la Ribera Baja de Alcalá la Real, que por su situación y características albergaba numerosos molinos hidráulicos (en nuestra investigación recogemos vestigios de





**Figura3.** Esquema de transmisiones a las piedras de molienda de grano.

b) Reportaje fotográfico de los restos físicos, que sirva para su catalogación y descripción técnica, mediante instantáneas y videos con cámara digital que nos den la visión del movimiento para su posterior recreación virtual, características de los materiales, texturas, etc.(figura 4).



**Figura 4.** Sala de molienda y detalle de transmisiones mediante engranajes cónicos.

c) Toma de testimonios de antiguos molineros, que aportan datos fundamentales sobre las condiciones de vida y funcionamiento, y poder realizar una visión del conjunto no solo histórica y etnológica, sino fundamentalmente tecnológica y de las técnicas y oficios empleadas en el diseño, ejecución y funcionamiento de estos ingenios, que nos permitan su reconstrucción virtual de la forma más fiel a la realidad, de la que en algunos casos no existen restos físicos.

#### 4. Reconstrucción gráfica.

Uno de los fines fundamentales de este estudio, es la reconstrucción gráfica de los ingenios estudiados, tanto las máquinas y equipos como las construcciones que las contienen. Se parte para ello de los datos, testimonios y reportajes fotográficos del trabajo de campo realizado.

En primer lugar se realiza el modelado geométrico de cada una de las máquinas, elementos auxiliares y edificaciones del molino, es decir, su representación gráfica y planos de

detalle, que servirá como herramienta muy valiosa para el estudio de los parámetros técnicos de funcionamiento y posibilitando un paseo virtual por el molino.

Posteriormente, se realizará la animación, que nos permitirá recrear los diferentes escenarios del molino, tanto los existentes como los desaparecidos, donde recrear el molino en su estado pretérito de funcionamiento. En esta animación, nos apoyaremos en las visitas y las fotografías tomadas para aplicar las texturas y la iluminación que más se ajusten a la realidad.

## 5. Arquitectura y Tecnología del molino “La Tahona”.

Las construcciones que albergan los molinos, no se diferencian especialmente de la tipología rural común de la comarca. Consta de varias plantas, anchos muros de carga de mampostería, forjados de vigas y tablas madera, cubierta de teja árabe, pequeñas ventanas y encaladas exteriormente (figura 5).

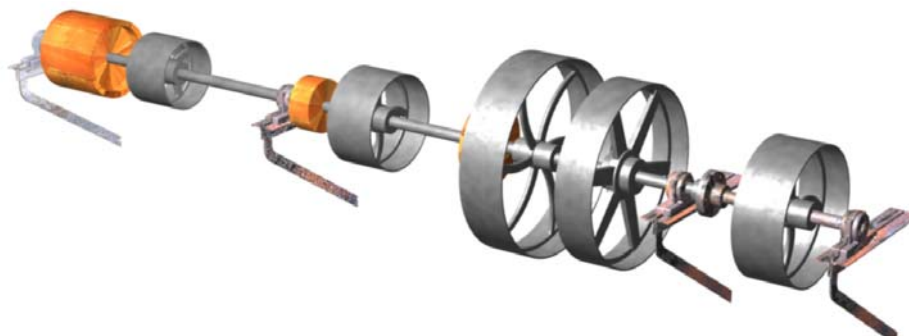


*Figura 5. Fachada anterior y posterior del Molino La Tahona*

A la primitiva molienda consistente simplemente en machacar el grano, se le fueron añadiendo otras tareas para facilitar el proceso y mejorar la calidad de la harina como son la preparación del trigo y el cernido de la harina, adaptando el equipamiento al momento histórico y al entorno en el que se sitúa. En la comarca de la Sierra Sur de Jaén, se podría establecer un modelo tecnológico genérico, que consiste en:

El agua desde el arroyo cercano se conducía a través de un “caz” hasta un cubo de presión en la parte trasera del molino, que lanzaba el agua contra las palas de una rueda horizontal ó rodezno situada en una cavidad semienterrada denominada “cárcavo” por la que se devuelve el agua al arroyo. En muchos molinos nos encontramos dos rodeznos cada uno de los cuales movía una cadena cinemática con aplicaciones diferentes: una para el empiedro de la harina y otra para el empiedro del salvado ó resto de máquinas, etc. Estos rodeznos en algunos casos se sustituyeron posteriormente por turbinas como ocurrió en el Molino “La Tahona”.

El eje vertical del rodezno, transmitía la potencia necesaria para el ingenio, mediante un sistema de transmisiones realizadas mediante engranajes, poleas de madera y correas de cuero.



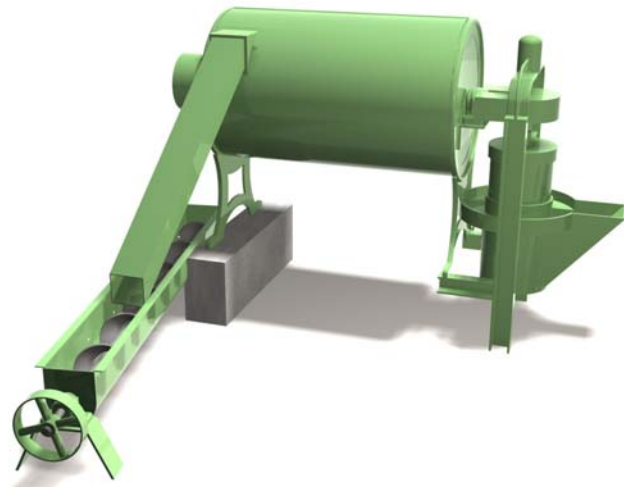
*Figura 6. Modelado del Árbol de Transmisiones de la primera planta.*

Al estar el molino distribuido en varias plantas, la transmisión entre ellas se realizaba igualmente mediante correas. En cada una de ellas se disponía un árbol de transmisiones para las máquinas que en ella se albergaban, con los diámetros y características adecuadas a las necesidades de velocidad y par de cada máquina (figura 6).

El trigo se recibía en una tolva situada en la planta baja, desde donde mediante un elevador de correas y cangilones, se subía a la planta alta a la máquina de limpia (figura 7). En ella se limpiaba y descascarillaba el grano, para posteriormente en la lavadora (figura 8) lavarlo y humedecerlo. Así, se dejaba en reposo en un troje y quedaba listo para su molienda.



**Figura 7.** Modelado de Limpiadora



**Figura 8.** Modelado de Lavadora.

Desde la tolva, se pasa a las piedras para su molienda. Una piedra la inferior era fija ó solera y la otra la superior móvil ó volandera (figura 9).



**Figura 9.** Modelado de la sala de molienda

La harina en rama, procedente de las piedras, mediante otro elevador de correas y cangilones, se subía a la planta donde encontraba el torno de cernido (figura 10), en el que se separaba la harina del salvado, sémola, etc. La harina así obtenida se almacena en la tolva desde donde se repartía a los panaderos y particulares.



**Figura 10.** Modelado de Torno de Cernido

Toda esta maquinaria, era construida por artesanos locales, que se resumían en un albañil, un carpintero y un herrero. Los materiales eran de la zona, salvo la piedra volandera que es el único elemento de mercado.

Estos procesos como se ha descrito, se realizaban en diferentes máquinas (limpia, lavadora, empiedro, torno, etc), enlazadas con sistemas de transporte continuo (elevador de correas y cangilones, tornillos sin fin), movidos por unos sistemas de transmisión (poleas, engranajes, correas, ejes, cojinetes, etc), desde la fuerza motriz proporcionada por los rodeznos ó turbinas.

A estos habría que unir los elementos auxiliares (guardapolvos, puente y alivio para regular la molienda, cabria para levantar la piedra y posibilitar su picado, ventilador para airear las dependencias (figura 11), afiladora para las herramientas (figura 12), etc). Un patrimonio industrial que estamos obligados a estudiar, conservar y en la medida de lo posible a recuperar



**Figura 11.** Modelado de ventilador



**Figura 12.** Modelado de Afiladora

## 6. Resultados y Conclusiones

El resultado final de este trabajo, es la recuperación global del ingenio estudiado, y para ello, se pretende la reconstrucción gráfica del molino hidráulico mediante el modelo geométrico como partida para su estudio tecnológico que nos permita establecer los parámetros de diseño y de funcionamiento del ingenio, potencia, par, velocidades, rendimientos, etc.

Se realizará una descripción exhaustiva de las máquinas y del proceso de molienda, que nos permitirá llevar a cabo la animación virtual del molino y su visita virtual mediante video.

Todo este trabajo de arqueología industrial, estará respaldado por la documentación resultado de la investigación de los elementos arquitectónicos, industriales, sociales, históricos, etc., que constituirá un inventario y catálogo de gran valor histórico y tecnológico, que permitirá además la recuperación real en algunos casos y su puesta en valor como patrimonio industrial.

## 7. Desarrollos futuros.

La cantidad e importancia de los vestigios y restos físicos de la industria molinar, encontrada desde el inicio del trabajo [9] hasta ahora en la comarca, hace necesario proseguir con las actuaciones de investigación en cada uno de molinos hidráulicos en los que sea posible, quizás dentro de un plan de recuperación del patrimonio industrial molinar de la comarca.

## 8. Referencias

1. A. BUCHANAN, “*Industrial Archaeology in Britain*”, Penguin Books, Londres, 1963.
2. HUDSON, K., “*The Archaeology of industry*”, London, 1976.
3. J.I. ROJAS SOLA, “*Estudio histórico-tecnológico de molinos y prensas para fabricación del aceite de oliva. Aplicación al estudio en detalle y reconstrucción gráfica de una prensa de viga y quintal*”, Instituto de Estudios Giennenses, Jaén, 1997.
4. DOMENE GARCÍA, J., ROJAS SOLA, J.I., “*La arqueología Industrial aplicada al Molino del Baíco (Baza, Granada, España)*”, XIII ADM – XV INGEGRAF, Casino, Napoli, Salerno, Junio de 2003.
5. AMESCUA OGÁYAR, J.M., ROJAS SOLA, J.I., “*Recuperación Infográfica del molino de viento de Arriba, en Aguamarga, Comarca de Níjar, Almería (España)*”, XIII ADM – XV INGEGRAF, Casino, Napoli, Salerno, Junio de 2003.
6. “*Catastro del Marqués de la Ensenada*”, Archivo General de Simancas, 1752.
7. PASCUAL MADOZ, “*Diccionario geográfico, estadístico, histórico de España y de sus posesiones de Ultramar*”, Madrid, 1845-1850.
8. MANUEL MADRIGAL, “*Breve Historia de la Ribera y sus Molinos*”, Ribera Baja, 1995.
9. LÓPEZ GARCÍA, R., ROJAS SOLA, J.I., “*Arqueología Industrial en la Sierra Sur de Jaén: Aplicación a los molinos hidráulicos. La memoria del trabajo y propuesta para su recuperación*”, XVI CNIM, León, Diciembre de 2004.

## 9. Agradecimientos

Agradecer especialmente, la colaboración en el trabajo de campo para la elaboración de este artículo a los alumnos de la Escuela Politécnica Superior de Jaén, Diana Ruiz Vadillo y Antonio Rodríguez Bermúdez, a Brígido Medina Puerma por su trabajo de tratamiento infográfico de imágenes y planos de detalle y a Raquel Moyano López por su traducción y corrección del Resumen.