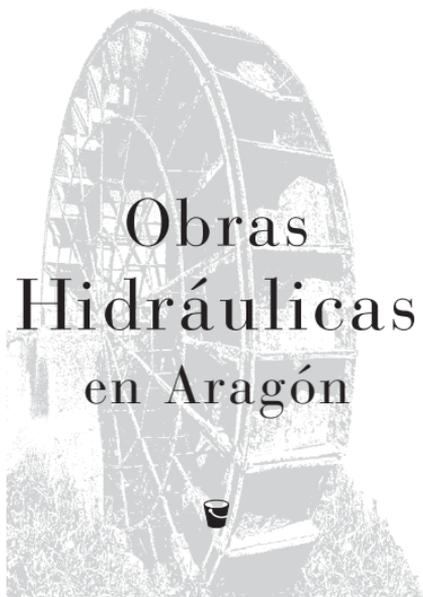


Carlos Blázquez y Tomás Sancho



Equipo 

Dirección:

Guillermo Fatás y Manuel Silva

Coordinación:

M^a Sancho Menjón

Redacción:

Álvaro Capalvo, M^a Sancho Menjón, Ricardo Centellas
José Francisco Ruiz

Publicación nº 80-40 de la
Caja de Ahorros de la Inmaculada de Aragón

Texto: Carlos Blázquez y Tomás Sancho

Ilustraciones: Carlos Blázquez, salvo en los casos expresamente indicados

I.S.B.N.: 84-95306-17-4

Depósito Legal: Z. 3225-99

Diseño: VERSUS Estudio Gráfico

Impresión: Edelvives Talleres Gráficos

Certificados ISO 9002



ÍNDICE



Prólogo	5
AGUA PARA SACIAR LA SED	7
La huella del agua	7
Fuentes	8
Balsas, aljibes y pozos	11
EL AGUA DOMADA. ACEQUIAS, PRESAS Y AZUDES	17
Acequias	20
Azudes	23
Embalses y estancas: —De las presas romanas a las medievales. —Una de cal y otra de arena. Los siglos XVI-XVII. —La época de la Ilustración. —Las presas aragonesas del siglo XX	30
AGUA QUE NUNCA DESCANSA	48
De la antigüedad del molino	48
De cómo aprovechar la fuerza del agua	49
Molinos harineros y almazaras	53
Batanes	66
Martinetes	67
Fábricas de papel	72

Fábrica de pólvora de Villafeliche	76
Fábricas y molinos diversos	80
Centrales hidroeléctricas	81
AGUA QUE SEPARA, AGUA QUE UNE	84
Puentes	84
Acueductos	95
Transporte fluvial: —Pasos de barca. —La navegación por el Ebro. —Navegación por el Canal Imperial. —Navatas	98
OBRAS HIDRÁULICAS DIVERSAS	109
Norias del Ebro	109
Salinas	112
Pozos de nieve	114
La Mina de Daroca	117
Bibliografía	126

PRÓLOGO



Aragón, extenso territorio, mayor incluso que algún país europeo pero con tan escasa población como un desierto africano. Tierra de complicada orografía y extrema diversidad de paisajes. Aragón frío y húmedo en el Norte, canoso de nieve en las cimas pirenaicas y parado en los eriales monegrinos. Aragón uno, sin embargo, en su secular preocupación por el agua. Obsesión de los aragoneses de ayer, de los de hoy y, casi con certeza, también de los de mañana.

La historia de este pueblo es, en gran medida, la de una casi desesperada lucha por dominar un recurso que la Naturaleza le ha escatimado muchas veces. Con ingenio y laboriosidad, el aragonés, a lo largo del tiempo, ha tratado de saciar la sed de las personas, los animales y las tierras. Para ello ha construido profundos pozos y grandes aljibes, y canalizado las escasas fuentes para conducir las a sus pueblos y aldeas. También gracias al agua, hace siglos que se convierte el trigo en harina, se mejoran los paños y se forja el preciado acero.

Los ríos, mansos en verano y tan bravos en invierno, han precisado, para unir sus orillas, centenares de puentes que se han construido a lo largo de varios siglos, milenios tal vez.

No menor esfuerzo es el que vivifica las tierras con agua en los meses en que ésta escasea. Cuando las cosechas precisan el agua con mayor urgencia, las nubes más la regatean o la ofrecen con una violencia que espanta. Por eso se construyeron, primero, las acequias, para que el agua procedente de lejanas montañas enjuagara las resacas tierras del interior; y, después, los pantanos, que dulcifican los campos de los frecuentes y prolongados estiajes veraniegos.

No es extraño, así, que Aragón cuente con un riquísimo patrimonio de obras hidráulicas, formado tanto por la tupida red de canales y acequias como por los muy abundantes depósitos que guardan el agua para cuando falta. Ni tampoco son menos importantes los ejemplares que aún permanecen de los múltiples artefactos creados para aprovechar la energía de los cursos de agua.

Todo ello es, en definitiva, la expresión del esfuerzo histórico realizado en la tierra aragonesa para procurarse un bien imprescindible. De ahí que obras como las fuentes, molinos, acequias y embalses formen parte del paisaje y, sobre todo, del patrimonio de la Comunidad.

Lamentablemente, no ha sido posible plasmar toda la riqueza que atesora Aragón en este aspecto. Sin embargo, esperamos que basten estas breves pinceladas para presentar unas obras que son de todos y que todos estamos obligados a conservar para el futuro.

AGUA PARA SACIAR LA SED



LA HUELLA DEL AGUA

La utilidad primordial del agua es saciar la sed: sin ella no hay vida. El ser humano es agua en un setenta por ciento de modo que, si se exceptúa el aire, es el elemento más importante para su supervivencia.

Es probable que los primitivos pobladores de Aragón ya bebieran en muchas de las fuentes que hoy se conocen; el hombre ha sido cazador, agricultor, guerrero o ganadero, pero siempre ha necesitado del agua. Por ello, siguiendo su huella se puede encontrar respuesta a muchas interrogantes acerca de la vida en el pasado.

Pero no en todas partes se ha obtenido del mismo modo el agua para beber, ya que no es lo mismo tratar de conseguirla en el Pirineo que en los Monegros, ni en el valle del Ebro que en la altiplanicie turolense. Los afanes de las gentes por proveerse de ella han seguido los más variados métodos: la toma en el río, la captación en una fuente natural, las balsas, los pozos o aljibes, construidos durante milenios por todo el territorio aragonés, son auténticos monumentos al tesón humano y también, en gran medida, las obras que han hecho habitables muchas zonas de la región.

FUENTES

Dada su función de abastecimiento, las fuentes han sido las obras hidráulicas más importantes, aunque en nuestros días su relativa abundancia y general modestia han difuminado lo que representaban, en épocas pasadas, para las afortunadas localidades que contaban con alguna de ellas.

Las fuentes aragonesas son muchas y variadas, tanto por su forma externa como por el tipo de conducción del agua que llega hasta ellas; en algunos casos, las aguas se recogen en el mismo lugar en el que emergen, pero en muchos otros ha sido necesario disponer complejos sistemas para conducir las desde su captación hasta la ubicación de la fuente, con frecuencia a varios kilómetros de distancia.

Si atendemos a la estética de las fuentes, pueden hacerse tres grandes divisiones:

► *Fuentes rústicas*, en las que lo que importa es su utilidad, no su forma. Hay cientos de ejemplares, aunque poco a poco van siendo engullidas por una naturaleza empeñada en recuperar lo que alguna vez fue suyo. Tan sólo las fuentes cercanas a los caminos en uso y las empleadas por los pastores y caminantes se mantienen en buen estado. Por citar un ejemplo en cada provincia: en Huesca, la fuente de Santa Elena en Biescas, frente al fortín y la ermita; en Zaragoza, la de Villafeliche, de magnífica agua; y en Teruel, cualquiera de las numerosas de Fonfría.



Fuente de la Cartuja de Ntra. Sra. de las Fuentes, en Lanaja

► *Fuentes urbanas*, en las que la sencillez no está reñida con la estética. Repartidas por todo Aragón, y construidas casi siempre en pueblos o ciudades, también pueden estar alejadas de la población, como en el caso de la de Almuédvar. Destacan las renacentistas, que se diferencian, además de por los rasgos formales propios de ese estilo artístico, por la disposición de sus tres partes: fuente, abrevadero y lavadero, siempre en ese orden. Las que presentan el lavadero antes del abrevadero son posteriores, del siglo XVIII en adelante. Entre las renacentistas pueden citarse, en Huesca, las de Berbegal (frente a la ermita de San Gregorio), Hoz, Morilla, Barbuñales, Casbas (la fecha grabada es la de su reconstrucción), Loarre, Aguas, Alquézar, Gis-

taín, Bolea, Labata, Huerto, Sesa, Adahuesca, Sabayés, Lascellas, Radiquero, Biscarrués y Ayerbe; en Zaragoza, las de Longares, Encinacorba, Sos, Paracuellos de la Ribera, Villarroya de la Sierra, Moros, Daroca, Miedes, Romanos, Cariñena y Ejea de los Caballeros; y en Teruel, las de Celadas, Camarillas, Cedrillas y Jabaloyas. Más recientes son las de Alcañiz (junto al Guadalope, con 72 caños); la de Malpica de Arba, cuyos sillares quizá pertenecieron a un mausoleo romano y las de Sádaba, Bulbiente, Bijuesca y Manchones. Es también reseñable la Fuente de los Incredulos, en Zaragoza, construida en 1786, al llegar a la ciudad el agua del Canal Imperial.

► *Fuentes monumentales*, que acercaban el agua a la población y hacían más cómoda su recogida, pero que también pretendían demostrar la prosperidad del lugar. Pueden citarse, en Huesca, las de Fonz, Estadilla y Barbastro; en Teruel, la de Bañón; y en Zaragoza, la de Calatayud.

Por último, mencionaremos algunos alumbramientos de aguas que vale la pena conocer, unos naturales y otros con obras: el nacimiento del río Aranda, el del Pitarque, la fuente de Calcena, el “Aguallueve” de Anento, la fuente o pozo artesiano de Cella, los “ojos” del río Piedra en Cimballa, los Baños de Ariño, el manantial de San Juan en Tarazona y el nacimiento del río Queiles en el “Nacedero de Vozmediano”, aunque este último (por poco) fuera de Aragón.

BALSAS, ALJIBES Y POZOS

Son verdaderos monumentos a la capacidad de adaptación del ser humano y a las gentes que con gran esfuerzo construyeron unas obras tan útiles y singulares.

Balsas

Las balsas son construcciones realizadas para almacenar el agua de lluvia en lugares que sólo cuentan con ese tipo de abastecimiento, o bien en aquéllos en los que el agua existente es tan dura y salitrosa que no puede ser empleada para el consumo humano o de los animales.

Además de las balsas de uso ganadero, esparcidas por casi todo Aragón, existen otras, más importantes, ubicadas en las afueras de las poblaciones más reseca y que eran conocidas, además de por su nombre, por el uso al que se destinaban. Había “balsas buenas” para el abastecimiento humano, otras para abreviar los animales y aún otras, de peor calidad, para el lavado de ropa o lana, fundamentalmente.

Las mejores balsas se localizan en las zonas más secas, pues eran lugares en los que no se escatimaban esfuerzos para construir sólidas obras que mantuviesen el mayor tiempo posible el agua en cantidad y calidad suficientes. No hace falta buscar mucho para descubrir magníficos ejemplos; pero hay pocos como las balsas de Candanos y

La Muela, aunque puedan encontrarse otras muy interesantes en Bujaraloz, La Perdiguera, Tauste, Peralta de Alcofea o Laluenga, por citar algunas.

Aljibes

Los aljibes son depósitos subterráneos de cantería que se construían en los lugares donde no existía abastecimiento de agua, era de mala calidad o se hallaba muy alejado de la población. Estaban destinados al consumo humano y se llenaban derivando el agua de lluvia o mediante el transporte del líquido con carros y toneles desde los ríos, fuentes o acequias.

Los aljibes eran un lujo de ricos, ya que resultaban una obra relativamente cara y tan sólo los más poderosos podían permitírselos; el resto, salvo algunos afortunados que contaban con buenos pozos, tenía que conformarse con almacenar el agua en cántaros o tinajas.

Aljibes magníficos hay por todo Aragón, desde los de la ciudad romana de *Bilbilis*, junto a Calatayud, que cuenta con un espectacular conjunto, hasta los que poseen muchas de las viviendas del Sobrarbe, como en Guaso, donde se conservan numerosos ejemplos. Posiblemente, el mejor aljibe de Aragón es el que se halla en Leciñena frente a la entrada del santuario de Nuestra Señora de Magallón, donde Juan de Albistur dejó una muestra de su buen hacer hacia 1560.



Aljibe de La Almunia de San Juan, detalle y vista general

Como aljibes se pueden considerar también otras obras con la misma función pero de diferente tipología: las construcciones excavadas en las zonas donde existen grandes moles rocosas. En este caso, el agua de lluvia se conducía mediante canales radiales tallados en la superficie de las piedras, que convergían en depósitos excavados en la roca de hasta 30 m³ de capacidad. Estas construcciones se encuentran, sobre todo, en el Somontano de Huesca y en La Litera; destacan las existentes en Permisán, Azanuy y La Almunia de San Juan, que cuenta con distintos ejemplos, todos ellos muy interesantes. No obstante, el mejor depósito de estas características es el de la población turolense de Ródenas, cercana al castillo de Peracense, que también posee varios aljibes.

Mención especial merece Albelda, donde se ha preparado una ruta de 6 km de longitud en la que pueden

observarse más de veinte aljibes excavados en la roca y otras treinta cavidades que servían de granero.

Pozos y “qanats”

Los pozos son hoyos profundos realizados en la tierra para extraer el agua que se deposita en su fondo, procedente de manantiales subterráneos. Se han utilizado en todo Aragón con desigual fortuna, ya que hay lugares donde dan agua buena, o al menos aceptable, y otros en los

que ésta salía contaminada por los pozos negros o no podía ser empleada ni para lavar, pues debido a su dureza cortaba el jabón. En la ciudad de Zaragoza, por ejemplo, coincidían ambas circunstancias.

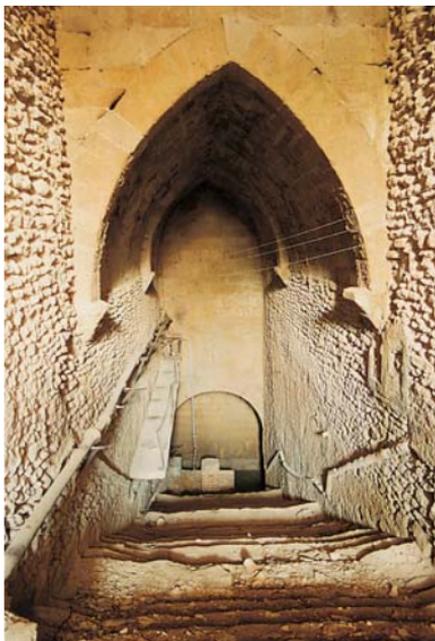


Pozo de Valdetormo

Pueden citarse algunos pozos realmente notables, como los de los castillos de Mora de Rubielos y Novales, éste último quizá de los más profundos de Aragón. También hay poblaciones en las que destaca su cantidad, como en Laperdiguera (Huesca), Bañón (Teruel) o La Muela

(Zaragoza), donde casi cada familia tenía su propio pozo, tal como puede comprobarse junto a la carretera N-II, a su paso por esta última localidad.

Junto a los tradicionales pozos verticales, existen otros de singulares características que se encuentran en el Somontano oscense y en parte de los Monegros. Son los llamados “qanats”, mezcla entre pozo y aljibe, con escaleras para descender hasta el fondo, que en



Qanat medieval de Lahuenga

ocasiones se hallaba hasta a cinco metros. Pueden disponer incluso de galerías ramificadas que captaban el agua del entorno para conducirla hasta el lugar de la toma.

Existen varios pozos de este tipo en Adahuesca, Angüés, Blecua, Lagunarrotta, Laperdiguera, Monesma, Ola, Ponzano, Selgua o Velillas; incluso algunas poblaciones tienen más de uno, como los dos de Albero Alto o los tres de

Laluenga, uno de ellos (el Pozo Nuevo) verdaderamente monumental. Otros han sido destruidos o enronados, o lo están a medias. Y también los hay de tipología muy curiosa, como el “Pozo de los Moros”, en Piracés.

En otros casos, tras la captación mediante una o varias galerías, el agua surgía en una fuente, como en la Cartuja de Nuestra Señora de Las Fuentes de Lanaja o la Fonnueva de Bulbuent. En determinados lugares se llevaba el agua hasta un pozo, aljibe o arca, y desde allí se conducía, por otra galería, hasta la fuente de la población, como en Castejón de Monegros, con más de mil metros de conducción subterránea por la que puede, con dificultades, caminar una persona. Además de en la provincia de Huesca, también se ha empleado este tipo de captación en poblaciones como Calaceite, donde, para alimentar la “Font de La Vila”, se construyeron dos galerías en V (que convergen en el arca de la fuente), de longitud superior a los 100 m y tamaño suficiente para el paso de una persona.

Mención especial merece el pozo artesiano de Cella, una de las surgencias más espectaculares de Aragón.

En resumen, y al igual que para casi todas las obras objeto de este trabajo, la disponibilidad de agua suele ser inversamente proporcional al número de obras para su captación o aprovechamiento. Por ello, las zonas más ricas en obras hidráulicas son las más pobres en agua y viceversa.

EL AGUA DOMADA. ACEQUIAS, PRESAS Y AZUDES



Aunque hoy los regadíos parezcan algo tan natural como las carreteras, existen lugares donde las acequias nunca han sido necesarias. En los países de nuestro entorno excepto los mediterráneos (Francia, Suiza, Alemania, Reino Unido, etc.), las abundantes lluvias han hecho casi innecesarios los sistemas de regadío. Los escasos embalses se emplean tan sólo para laminar avenidas, guardar agua potable o producir energía, en tanto que los azudes sirven para derivar el agua hacia los molinos.

Por suerte o por desgracia, según se mire, Aragón y la Península Ibérica gozan, en su mayor parte, de un clima muy seco, especialmente en verano. Por este motivo, las acequias son las “venas” que han permitido la vida de muchas de sus poblaciones durante miles de años.

Hasta hace un siglo, el regadío era el modo seguro de obtener una buena cosecha de trigo o de cualquier otro cereal, argumento que justificaba el gran esfuerzo necesario para construir los azudes que derivaban el agua de los ríos, y para abrir las acequias que la llevaban hasta los pueblos y los campos; obras, tanto unas como otras, que aún en la actualidad asombran por su magnitud.

ACEQUIAS

Las acequias se cuentan entre las obras públicas que han precisado, en Aragón, mayores esfuerzos para su realización a lo largo de la historia. La suma de las longitudes de las acequias que surcan el territorio aragonés daría cifras espectaculares —del orden de decenas de miles de kilómetros— pero semejante patrimonio, dada su dispersión y general desconocimiento, no es apenas valorado.

Algunas de las acequias construidas en Aragón datan de fechas anteriores a la dominación romana de la Península, ya que se sabe de su existencia, al menos, desde la época del famoso bronce latino de Botorrita (año 87 a.C.), en el que se cita una conducción de aguas que probablemente corresponda a la primitiva acequia de La Almozara.

Sin embargo, el uso ininterrumpido de casi todas las acequias a lo largo de los siglos ha enmascarado casi por completo los vestigios de las primitivas obras, lo que dificulta su datación. Quedan, no obstante, algunos ejemplos de acequias romanas y musulmanas que se han mantenido casi intactas merced a su temprano abandono. Quizá la más importante de ellas sea la que partía del Guadalaviar y llegaba, tras un espectacular trazado, hasta Cella: seguía primero la margen izquierda del río a través de un túnel excavado en la roca caliza, más o menos paralelo a la carretera de Albarracín, y luego, mediante otro largo túnel, atravesaba el monte que separa las cuencas del Guadala-

viar y del Jiloca. Posiblemente sea el primer trasvase entre cuencas realizado en España.

La zaragozana acequia del Rabal es también una probable obra de época romana, puesto que finalizaba en un sifón construido con tubos de plomo que atravesaba el Ebro por el lecho del río a la altura del puente de Piedra, y tendría que ver con uno de los abastecimientos de agua a la Zaragoza romana. Otra de las conducciones partía desde las cercanías del Jalón, en la fuente posteriormente llamada de Calasanz, y discurría muy cercana o incluso por debajo de lo que hoy es la autovía de Logroño.

Las acequias de origen árabe abundan por todo Aragón, pero es difícil deducir cuáles de



Pozo artesiano de Cella



Acueducto del Arco de la Mora, de la acequia musulmana de Zuera

ellas se conservan, más o menos, tal y como fueron realizadas. En algunas, eso sí, subsisten algunos tramos del trazado original, como el localizado en el paraje de Camarón, junto a Mas de las Matas, o la extraordinaria acequia que discurre en túnel por el talud de la margen derecha del Gállego, justo por encima de Zuera.

Pese a la fama de que han gozado los musulmanes como constructores de buena parte de los regadíos aragoneses, muchas de las acequias que se les atribuyen son anteriores o posteriores a su dominación.

Los regadíos bajomedievales están mejor documentados y su estudio muestra la importancia que las nuevas ace-



El Canal Imperial en Grisén

quias tenían para la repoblación. En esa época se abrieron o ampliaron las de Camarera en el Gállego y buena parte de las del Cinca.

De diferentes periodos, pero todos ellos de obligada mención, son los canales Imperial y de Tauste, el canal de Los Bañales en Uncastillo, la acequia de Civán en Caspe o la acequia de Belchite, por citar tan sólo algunos ejemplos.

AZUDES

Son obras destinadas a elevar el agua en el cauce de un río, arroyo o barranco para dirigirla hacia una acequia o canal. Por lo tanto, aunque a veces se les llame presas y tengan su mismo aspecto, los azudes no se emplean para guardar agua y liberarla poco a poco, sino, como queda dicho, para elevar y derivar el agua.

Hay dos ejemplos en los que se ve con claridad la diferencia entre un azud y una presa. El primero es el enorme azud de Bierge, que, pese a su gran capacidad, se encuentra aterrado (colmatado por la tierra que se ha ido acumulando en su fondo) y sólo se empleaba para elevar el agua con destino a la central hidroeléctrica contigua, por lo que únicamente puede liberar agua por su borde superior, la llamada “coronación”. El segundo es la pequeña presa sobre el Jiloca en Villafranca del Campo, de escasa capacidad pero cuyo desagüe, ubicado en la parte más baja del



*Arriba, azud del molino de Bierge, sobre el Alcanadre;
abajo, presa de Villafranca del Campo, sobre el Jiloca*

lecho, indica claramente su función: almacenar agua para su posterior uso.

La clasificación más lógica de los azudes es la que atiende a los materiales utilizados en su construcción: los más sencillos se levantaron apartando grava y rocas del lecho del río para orientar y encauzar el agua hacia la toma de la acequia, tipo muy común en buena parte de Aragón. Actualmente quedan pocos ejemplos; destacan, por su abundancia, los de los ríos Matarraña y Manubles.

El siguiente tipo, en lo que a complejidad de construcción se refiere, es el “azud de estacada”: se fabrica clavando estacas de madera —ahora, también barras de acero—



Azud de la Carnicería de Burbáguena, sobre el Jiloca

en el lecho del río, que se unen con madera y ramas (o bien con plásticos y sacos de abono llenos de tierra). Los mejores ejemplos se encuentran en el río Jiloca, especialmente entre Calamocha y Villafeliche.



Huellas de azud en el barranco de Grasa

Tanto los azudes de grava como los de estacada han sido, hasta hace poco, los más baratos, sencillos y “ecológicos”. A cambio de una escasa o nula resistencia ante las avenidas, incluso las más leves, tienen grandes ventajas: no precisan cualificados maestros para su construcción, se levantan rápidamente y cuando no se emplean desaparecen sin

dejar rastro. En las últimas décadas, la inclusión del plástico entre sus materiales les ha hecho perder buena parte de sus cualidades estéticas.

Existe otro tipo del que no se conserva ninguna muestra: el de los azudes construidos únicamente con madera, muy abundantes hasta la aparición del cemento, sobre todo en los lugares con mucho arbolado y ríos con grandes rocas en su lecho. Se cimentaban clavando troncos verticales en el fondo rocoso del cauce, sobre los que se apoyaban otros horizontales hasta formar un sólido muro.

Restos de estos azudes pueden encontrarse en muchos lugares. Se reconocen por las filas de agujeros cilíndricos (de hasta 70 cm de diámetro) dispuestos en sentido oblicuo o perpendicular al de la corriente. Una buena muestra de este tipo de huellas se localiza aguas arriba de la espectacular cascada del Tastavins, llamada “El Salt”, en las proximidades de La Portellada; pero los de mayor tamaño son los correspondientes al antiguo azud que derivaba el agua del río Isuela o Balces hacia el molino de las Bellostas, en la provincia de Huesca.



Arriba, azud del molino nuevo de Calaceite; abajo, azud de Cervera de la Cañada, sobre el Ribota

Los azudes más importantes y monumentales son los de cantería, aunque poco a poco van siendo ocultados por el uso del hormigón para reponer los sillares desgastados o perdidos. Entre los conservados de este tipo, existe uno sumamente raro y llamativo: el del Molino Nuevo de Cala-

ceite, en el río Algás; este singular azud está compuesto por sillares ciclópeos tallados muy finamente, colocados uno al lado de otro y asentados en la roca de su cimentación, donde para encajarlos se ha practicado una gran ranura perpendicular a la corriente. El tamaño de cada pieza varía, pero puede calcularse en 1 m de ancho por otro tanto de grueso y una longitud de entre 2,5 y 3 m, según la profundidad de su parte enterrada.

Existen otros excelentes ejemplos de azudes de cantería repartidos por todos los ríos de Aragón. En la provincia de Zaragoza destacan los de la acequia de Castejón, en las proximidades de Arándiga, y el del Molino Bajo de Brea, ambos sobre el río Aranda; el de Cervera o La Vega, sobre el Ribota, a las afueras de Cervera de La Cañada; los del Aguas Vivas en Blesa, San Blas en Ateca y Michén en Ricla, todos sobre el Jalón; el de Escorón en Ejea, sobre el Arba, y los de Sorbán, Magallón y Sendero, sobre el Huecha, en Borja, Alberite y Magallón, respectivamente.

La provincia de Huesca sólo tiene azudes importantes en sus ríos menores, ya que en los grandes es difícil construir estas obras, dados el gran caudal y la anchura del cauce. Destacan especialmente los del río Alcanadre, que posee uno de los mejores muestrarios españoles de azudes por su cantidad y calidad. Entre ellos figuran los de Abiego (molino), Huerto (molino), Peralta de Alcofea (presa y azud de Valdera y Puimelero), Soto del Capitán (en el tér-

mino de Sariñena, pero frente a Capdesaso) y, por último, el del molino de Bierge, el más conocido de Aragón y que es, a la vez, una magnífica muestra de cómo el agua limpia y el patrimonio hidráulico pueden crear riqueza respetando el entorno (desgraciadamente, un ejemplo casi excepcional, que además debería mantenerse tras la prevista rehabilitación de la central).

El río Vero, hermano del Alcanadre, también posee ejemplos interesantes, entre ellos el del molino de Alquézar y los de San Marcos y Pueyé, en los términos de Pozán de Vero y Castillazuelo, respectivamente.

También la provincia de Teruel conserva excelentes azudes, como el del Molino Viejo de Alcañiz y el de la Acequia Nueva, cerca de Castelserás, ambos sobre el Guadalope. Son igualmente de interés los de Mélida y de la acequia de Urrea, sobre el río Martín, en Albalate del Arzobispo; y en Forcall, el de Plans, sobre el río Cantavieja.

El Azud Sagrado de Calatayud

Así llama Madoz a un dique, quizá construido por los musulmanes, que se ideó para impedir que las aguas del barranco del Salto o de Armantes inundasen la ciudad. Para ello, se cerró el cauce muy por encima de la ciudad mediante un grueso muro de piedras de yeso; y sus aguas, que hasta entonces bajaban hacia la ciudad, fueron desviadas al río Ribota.

EMBALSES Y ESTANCAS

Los embalses son depósitos de agua que se forman artificialmente en un valle, mediante su cerramiento por un dique o presa. Las estancas, en cambio, son embalses en derivación; es decir, no se cierra el curso de un río, sino que se deriva para su almacenamiento fuera de su curso. Sin embargo, a las estancas de gran tamaño también se les llama embalses, como es el caso de La Sotonera.

Las presas se clasifican en los siguientes tipos, según su forma y modo de resistir el empuje del agua:

- ▮ *Presas de gravedad.* Aquéllas que únicamente oponen, al empuje de las aguas en el vaso, la fuerza que ejercen los propios materiales de la construcción con su consistencia y su peso.
- ▮ *Presas de contrafuertes.* En éstas, el espesor de la pantalla se reduce al colocarse, aguas abajo, contrafuertes que refuerzan la acción del muro.
- ▮ *Presas de arco.* Una evolución de las anteriores: al curvar el paramento de la presa con la parte convexa hacia el vaso, se puede disminuir su espesor, ya que el arco incrementa la resistencia del muro.
- ▮ *Presas de bóveda.* Si el arco de una presa se convierte en bóveda, se puede disminuir aún más el espesor de sus muros, lo que da esbeltez a la obra y reduce el gasto en materiales de relleno.

Debido a que no existen dos “cerradas” (angosturas del cauce de un río) iguales donde edificar una presa, tampoco hay dos presas iguales. Además, es muy normal que se empleen varias soluciones a la vez, por lo que en una sola construcción pueden encontrarse combinados los tipos anteriores.

De las presas romanas a las medievales

Las presas más antiguas de Aragón se atribuyen a los romanos. Las más conocidas son las de Almonacid de la Cuba (pueblo que debe su mote a la presa) y Muel, aunque ambas, a pesar de su gran tamaño, son en realidad dos enormes azudes. El primero deriva el agua a la acequia de Belchite y el segundo estaba quizá destinado al abastecimiento de Muel.



Azud de Muel, de origen romano

Descontados los dos ejemplos anteriores, probablemente la única presa de origen romano sea la de contrafuertes

de Villafranca del Campo, puesto que está construida del mismo modo que algunas otras de esa época (Iturranduz o *Andelos* en Navarra y Araya o Esparragalejo en Mérida),



Acueducto de los Tres Ojos, sobre el Ribota

aunque no existen otros datos que puedan corroborar esta hipótesis. También parecen romanos los restos de una presa que hay en el término municipal de Sofuentes, en Zaragoza, dados a conocer por el profesor Martín-Bueno.

Otros embalses en derivación que pueden datar de época romana son las estancas de la Perquera en Navardún y la de Villarroya de la Sierra, en la ribera del Ribota; probablemente estuviera relacionado con el abastecimiento de *Bilbilis*, ya que parece ser el origen de la acequia que llevaba el agua hasta la famosa ciudad tras pasar por el acueducto de Cervera, conocido como “el puente de los tres ojos”. Se llena mediante una acequia que se capta algunos kilómetros más arriba y, según los vecinos, que limpian periódicamente la estanca, tiene el fondo revestido con grandes losas. Nada se sabe con certeza acerca de la construcción de presas durante el periodo de dominación



Estanca de Borja

musulmana, lo que no quiere decir que no se hicieran, sino que quizá fueron obras más modestas. De la época cristiana medieval sí existen más datos.

Una de las pocas presas medievales de que se tiene noticia es la estanca de Borja, una laguna artificial de 14 ha de superficie que se alimenta con aguas pluviales y con las de la acequia de Sorbán, derivada del Huecha. La obra original quizá se remonte a la época romana, aunque sólo se poseen datos documentales sobre la casa de compuertas, que se construyó en 1328 y se reformó en 1540.

Una de cal y otra de arena. Los siglos XVI y XVII

Durante el siglo XVI, la prosperidad económica hizo posible que trabajaran en Aragón algunos de los mejores

artífices de la época. A la unión de ambos factores se debió la realización de abundantes obras hidráulicas que forman una parte importante del patrimonio de la región.

A pesar de la bonanza económica, no se quiso arriesgar a la hora de construir las carísimas obras hidráulicas, por lo que se mantuvo la tradición heredada de la ingeniería romana: los embalses se plantearon en derivación, lejos del curso de los ríos, a cuya violencia no se podía oponer ningún remedio efectivo.

Entre las más antiguas obras de esta época figura la estanca de Cortés, junto a la población de Chimillas, en las proximidades de Huesca. El Castellán de Amposta encargó su construcción al maestro Guillén Bertín a finales del siglo XV, y los trabajos concluyeron en 1501. La estanca se llena mediante una acequia procedente del Isuela, tras su paso por el molino de Banastás.

También cerca de la ciudad de Huesca, las aguas del Isuela llegan a la estanca de Loreto, situada junto al famoso santuario renacentista dedicado a esta advocación mariana. Una vez construida la alberca de Cortés, Loreto pasó a llenarse con el sobrante de ésta última, aunque ambas poseían licencia para captar el agua directamente del Isuela y las fuentes de Cillas. En 1515 fue necesario reparar el “brocal” y en 1518 se tomó piedra del desaparecido castillo de Pebredo para reparar el muro, obras que se repitieron a lo largo de la década siguiente.

En julio de 1579, el maestro Juan de Landerri, una vez terminados los trabajos del puente del Gállego en Zaragoza, marchó a Castiliscar para construir una estanca, que finalizaría un año más tarde. Se trata de una obra realmente notable: una presa de más de 300 m de longitud y una acequia de abastecimiento que capta el agua a varios kilómetros de distancia; en su comienzo discurre por un impresionante muro y después, por dos pequeños acueductos.

También en el siglo XVI se construyó la llamada Laguna de Used, una de las obras hidráulicas más curiosas que existen en España, regulada en su origen por minuciosas normas de uso. Se trata de un enorme embalse artificial, de varias decenas de hectáreas, pero cuya profundidad máxima no excede mucho de los dos metros. Consta su presa de un largo muro de mampostería (de más de 500 m de longitud), protegido por un espaldón de tierra aguas abajo. Hacia la mitad de su trazado se dispusieron dos grandes compuertas para desagüe.

En la misma época se edificaron otras muchas obras de este tipo, aunque no se tiene constancia documental que certifique con exactitud la fecha de su ejecución. Entre ellas se cuenta la estanca que hay entre Encinacorba y Cariñena, que pudo alimentar las fuentes de esta última población.

El siglo XVII, de crisis generalizada en España, supuso un gran retroceso para la ingeniería hidráulica aragonesa

por varios motivos: en primer lugar, una situación económica especialmente crítica; por otro lado, la grave escasez de mano de obra agrícola especializada que determinó la expulsión de los moriscos, puesto que para los cristianos viejos no era precisamente un orgullo el trabajar la tierra. Ello probablemente hizo innecesario construir nuevas y costosas obras de irrigación; por otra parte, el enriquecimiento de los mejores ingenieros durante la época dorada que para ellos supuso el siglo XVI abrió a sus descendientes la posibilidad de dedicarse a otras profesiones más lucrativas y menos esforzadas. De hecho, sólo se tiene noticia de dos embalses edificadas en esta época: el pequeño estanque de Aniñón y la presa de Arguis.

Además, no se escribió ningún tratado que pudiera servir de guía, tal como se había hecho en otras ramas del saber. El único libro que existía en esa época fue un tratado de ingeniería y arquitectura romano, redescubierto e impreso por primera vez a finales del siglo XV, pero que no tuvo edición en castellano hasta 1583: los famosos *Diez libros de arquitectura* de Vitruvio.

Por el contrario, un libro aragonés que debería haberse convertido en el manual técnico del ingeniero renacentista, los *Veintiún libros de los ingenios y las máquinas*, quedó inédito y no vio la luz pública hasta 1983, en una rara y buscada edición, que tuvo continuación en la edición facsímil y transcripción de 1996.

La presa de Arguis

La realización de este embalse, largamente deseado por los oscenses, comenzó con la convocatoria de un concurso para seleccionar un proyecto de obras. De entre los varios presentados, resultó elegido el de Francisco Antonio de Artiga (Huesca, 1645-1711), un pintoresco catedrático de matemáticas de la Universidad oscense.

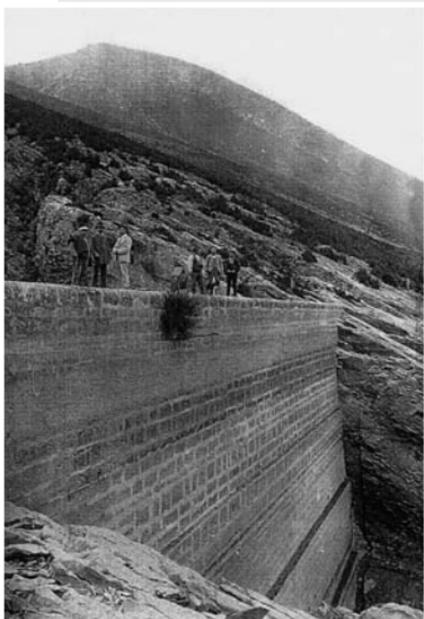
A sus trabajos como ingeniero en Arguis y como profesor añadió la publicación de textos sobre temas tan variados como la astrología, los cometas o el arte de la elocuencia; además de poemas, teatro en verso y una obra, en octavas, por la que enseñaba *El mundo divino de Dios mediante la Fe católica explicada por Matemática*. Junto a estas obras, elaboró otras de índole más técnica y aun algunas cuyo título hace dudar entre su consideración como el genio polígrafo que algunos han visto o como un embaucador.

Una vez adjudicado el proyecto, se procedió a la subasta de las obras. No hubo quien realizara el trabajo a menos de 20 reales la vara cúbica y la propuesta inicial más barata fue la presentada por el maestro de cantería de Pertusa, Juan Fernández, quien se ofreció a llevar a cabo la obra por un total de 1.500 libras. Finalmente, sin embargo, se adjudicó la contrata a los canteros jacetanos Miguel Fañanás (jefe de obras) y Pedro Albar, quienes ofrecieron un precio extremadamente bajo: 8 reales la vara cúbica. El propio Artiga tuvo que actuar como avalista, pues probablemente los dos canteros contaban con escasa experiencia; con ello arriesgó su prestigio y

hacienda, al objeto de que no se perdieran *tantos estudios, tantos viajes y desvelos...* Las obras comenzaron en 1687 y concluyeron en 1704, con un coste total de dos millones de reales.

La primitiva presa era un muro de hormigón de cal cubierto con mampostería en ambas caras, de unos 18 m de altura

y un espesor de algo más de 13 en la base y 11 en la coronación. Es decir, era casi un cubo de piedra cimentado en la roca de la cerrada, cuyo diseño podía haber hecho cualquier mediocre maestro: hacía siglos que se conocía el efecto del arco, con cuya solución se hubiese ahorrado dinero y esfuerzo. El embalse formado tenía una capacidad teórica de 1.081.000 m³.



Presa de Arguis, coronación y paramento de aguas arriba a principios del siglo XX

En 1704 se puso finalmente en servicio el famoso “Pantano de Huesca” como era llamado en aquel tiempo, pero ya cinco años más tarde se produjeron los primeros problemas, derivados de su pésima construcción: un desplome hizo que el embal-

se se mantuviera inoperante hasta 1724, momento en que se aprovecharon las obras de reparación para recrecer la presa. Pero tampoco esta vez se trabajó bien: en 1729 se desprendió un buen número de sillares del lado interior de la presa que taponaron el desagüe y obligaron a demoler todo el paramento.

En 1765, ante la gran cantidad de agua que rezumaba por la presa, se realizó un peritaje para averiguar las causas y proponer soluciones: la conclusión del estudio fue que fallaba toda la obra en general y que la única solución era la construcción de un nuevo muro de revestimiento.

Los sucesivos desplomes, debidos a que el aliviadero era tan escaso como los conocimientos técnicos de los responsables de la obra, obligaron a llevar a cabo nuevas reparaciones entre 1816 y 1818. Finalmente, en 1830 se desplomó totalmente el recubrimiento de sillares del lado interior de la presa, que no sería reparado hasta tres años más tarde.

Pese al mal estado de la obra y al abandono de su mantenimiento, aún se pretendió su ampliación, para lo que se convocó una multitudinaria asamblea en 1876 que aprobó el recrecimiento. Pero nada se hizo hasta 1910, año en que Manuel Lorenzo Pardo presentó el proyecto definitivo.

En 1919, el Ayuntamiento de Huesca cedió a la Comunidad de Regantes la propiedad y diez años después, finalmente, se procedía al recrecimiento. Tras las obras, la presa quedó tal y como puede verse en la actualidad, con una capacidad de embalse de 2.686.000 m³.

La época de la Ilustración

En 1802, la catástrofe de la presa de Puentes en Lorca (Murcia) determinó un cambio de rumbo trascendental en las obras hidráulicas españolas. Jerónimo Martínez de Lara, el arquitecto constructor, había levantado una gran presa de 47 metros de altura cimentada sobre un subsuelo de arena y grava y con una estructura de apoyo similar a la de un puente. Esto hizo posible que un efecto de sifón hiciera ceder la obra, provocando cuantiosos daños materiales y la muerte de unas 600 personas.

Agustín de Betancourt, el entonces Inspector General de Caminos y Canales, elaboró al respecto un preciso informe en el que se establecía la necesidad de formar especialistas en este tipo de construcciones. Betancourt afirmaba que «en España no ha habido donde aprender, no sólo cómo se clava una estaca para fundar un puente, pero ni aun cómo se construye una pared. En la Academia de San Fernando y en las demás del reino que se intitulan de las Bellas Artes, no se enseña más que el ornato de la arquitectura. Los arquitectos se forman copiando unas cuantas columnas y agregándose a alguno de la profesión, donde suele ver y oír cuatro cosas de rutina; y con esta educación y estos principios es examinado por otros que tienen los mismos, queda aprobado y se le da la patente para acometer cuantos desaciertos le ocurran en edificios, puentes, caminos y canales».

Unos meses más tarde, el mismo Betancourt creó la Escuela de Caminos y Canales, tomando como modelo la *École des Ponts et Chaussées* francesa; a partir de entonces, la construcción de presas fue un trabajo mucho más especializado y seguro.

Pero en Aragón, en esa época, se abandonó durante largo tiempo la construcción de obras hidráulicas. De hecho, tras la primera presa de Mezalocha (concluida en 1728 y rota, con una gran inundación, en 1766) no se llevaron a cabo nuevas empresas hasta las últimas décadas del siglo XIX. En 1883 se aceptó, para la nueva presa de Mezalocha, un proyecto de los ingenieros Ramón García y Ramón Gironza; las obras, iniciadas diez años después, concluyeron ya en el siglo siguiente (1902).

Probablemente influyeron en la ausencia de nuevas construcciones las directrices que en materia de obras públicas se impusieron en la España de la época, más preocupada por los nuevos canales navegables que también atendían al regadío, como el Canal Imperial (1760) y, más tarde, el de Aragón y Cataluña (1833). El siglo XIX no trajo consigo una mejora de la situación: la Guerra de la Independencia y sus secuelas de pobreza, y años después las guerras carlistas, dificultaron aún más la realización de obras públicas. Llegaron también las nuevas máquinas de vapor, que empezaron a ser un buen sustituto de la fuerza hidráulica y, en buena medida, encaminaron los

capitales a la industrialización del país y a la construcción de ferrocarriles.

Pero en 1897 se dio un paso decisivo que permitió recuperar el interés por los embalses en España: en ese año se terminó la primera presa realizada íntegramente con hormigón, la de El Regato, en Baracaldo (Vizcaya), obra que abrió el camino a toda una serie de innovaciones en materia de ingeniería hidráulica.

La presa de Escuriza

Los avatares de la construcción de la presa de Escuriza, inaugurada en 1899, son un buen ejemplo de los problemas que existían en Aragón a finales del siglo XIX para la ejecución de este tipo de empresas. Desconocida y solitaria, situada entre las poblaciones turolenses de Oliete y Alloza, es una de las más antiguas de España dentro de las superiores a 20 m de altura que se encuentran en servicio.

El primer día del año 1880 dieron comienzo los trabajos previos, cuyo proyecto fue realizado por Hermenegildo Gorría. El 24 de agosto de 1881 se colocó la primera piedra de la cimentación y dos semanas más tarde la altura de la presa alcanzaba ya 3 m de alto y 14 de ancho. Sin embargo, el 8 de agosto de 1882, justo al año de comenzar, se paralizaron las obras por falta de fondos, y el sindicato de riegos solicitó del Gobierno la cantidad de 243.642 pta (aproximadamente la mitad del presupuesto) para poder continuar. Un

mes más tarde se publicaba la Real Orden que denegaba las ayudas por tratarse de aguas privadas.

Pese a ello, los trabajos prosiguieron hasta 1883, en que se produjo su paralización definitiva por alcanzar los propietarios su límite de endeudamiento. El Gobierno mantuvo su decisión de no aportar dinero a una empresa privada y los regantes, aún a costa de perderlo todo, no accedieron a renunciar a la propiedad de las aguas. La situación era especialmente grave entre los pequeños propietarios, que habían hipotecado su patrimonio con la esperanza de recuperarlo gracias a los beneficios del riego.



Presa de Escuriza (Oliete)

Tras ocho años de inactividad, el 26 de junio de 1891 se celebró una sesión de Cortes en la que se discutió la continuación de las obras, con intervenciones del diputado Ripon-

llés y, especialmente, de Emilio Castelar, que describió así la situación:

«El estado de Aragón es triste. Su cielo implacable no ha llovido una gota de agua desde 1889. ¡Oh! Están, por ende, los campos desolados. La población decrece cada día, en términos que las emigraciones, allí donde la gente ama con amor tan intenso el suelo natal, parecen antiguos éxodos. Se caen las casas por no haber habitantes; se van los habitantes azotados por todas las plagas imaginables. Caspe ha descendido de 10.000 a 5.000; en Alcañiz, me escribe un amigo que no queda la quinta parte de la población [...]. Los propietarios descienden a jornaleros; los jornaleros, a mendigos [...]. La usura se dilata por todas partes; la miseria no perdona; y todo ello se parece a una verdadera catástrofe [...].

Vino, aceite, trigo: no necesita de nada más Aragón. ¿Y qué ha pasado? Ha pasado que en la vid entró la filoxera; que en el trigo entró la sequía; que en el olivo ha entrado la helada. Ya no hay olivos en Aragón [...]. Parece imposible, pero en una noche, en la noche del 31 de diciembre de 1888, todos los olivos de Aragón se helaron [...]. ¿Cuál es la causa de las desgracias de Aragón? La sequía. ¿Qué hay que hacer? La palabra lo trae consigo. Acudir al riego.

La provincia de Teruel comenzó hace muchos años las obras de los pantanos de Híjar y necesita a toda costa esos pantanos.»

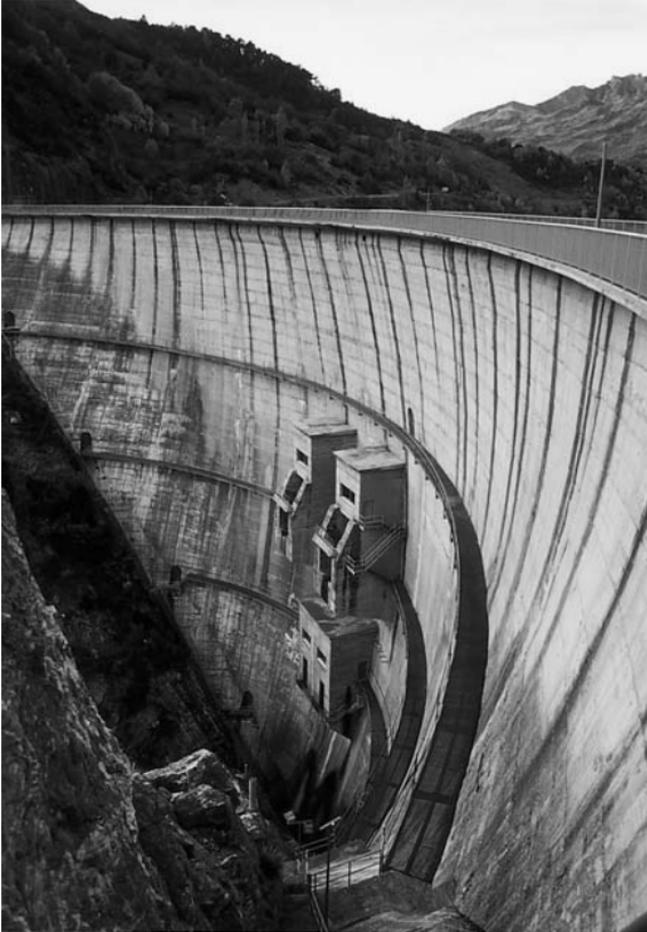
Finalmente, se consiguió la tan ansiada subvención estatal para la presa. Aunque se modificó el proyecto, sólo se llegó a construir un embalse de los dos previstos inicialmente y, además, se impusieron un nuevo ingeniero y un plazo máximo de tres años para la ejecución de las obras. Las compuertas se cerraron a comienzos de 1896 y, por fin, el 13 de junio de 1899 quedaba inaugurado el embalse.

Las presas aragonesas del siglo XX

En el siglo XX, la ingeniería hidráulica española se ha mantenido en las primeras posiciones mundiales y Aragón no ha quedado a la zaga. Los avances técnicos y en la maquinaria de obras públicas han facilitado la construcción de embalses de mucha mayor capacidad que sus antecesores, así como la edificación de numerosas presas de gran tamaño.

Las obras más significativas pueden verse en la tabla adjunta. Muchas de ellas son dignas de conocerse. En algunos casos, por su bello entorno, como Yesa, Pena, Santolea o Tranquera. En otros, por lo espectacular de su presa o instalaciones, como en La Peña, Lanuza o La Sotonera.

También hay presas y embalses que presentan otros atractivos: la recóndita situación de Las Torcas o Escuriza, el paisaje de “ciencia-ficción” de la presa de Aliaga o, incluso, el singular escenario flotante de Lanuza.



Presa de Lanuza, sobre el río Gállego

Nombre	Año	Volumen (hm³) embalsable	Río	Término Municipal
Cienfuéns	1908	1	Flumen	Sabayés-Nueno
La Peña	1913	25	Gállego	Triste
Cueva Foradada	1926	22	Martín	Oliete
Gallipuéen	1927	3,5	Guadalopillo	Berges y Alcorisa
Pena	1930	18	Pena	Valderrobres
Sta. María de Belsué	1931	13	Flumen	Nueno
Ardisa	1932	5	Gállego	Ardisa
Joaquín Costa	1932	84,7	Ésera	Graus
Santolea	1932	47,6	Guadalope	Castellote
Las Torcas	1946	6,7	Huerta	Tosos
Arquillo de San Blas	1960	22	Guadalaviar	Teruel
La Tranquera	1960	84	Piedra	Carenas
Yesa	1960	447	Aragón	Yesa
Santa Ana	1961	26,6	Noguera Rib.	Castillonroy
La Sotonera	1963	189,3	Astón	Alcalá de Gurrea
Mequinenza	1966	1.533	Ebro	Mequinenza
El Grado	1969	399	Cinca	El Grado
Búbal	1971	64	Gállego	Hoz de Jaca
Vadiello	1971	15	Guatizalema	Santa Eulalia
Mediano	1973	436	Cinca	Mediano
Lanuza	1978	16	Gállego	Lanuza
Los Fayos	1999	25	Val	Los Fayos

AGUA QUE NUNCA DESCANSA



DE LA ANTIGÜEDAD DEL MOLINO

Hasta la llegada de la máquina de vapor, a comienzos del siglo XIX, la energía para accionar cualquier artefacto tan sólo podía obtenerse de la fuerza animal, o bien de la del viento o el agua. La tracción animal tenía una potencia máxima muy limitada y resultaba costosa de adquirir —puesto que el precio de équidos y vacunos era muy alto— e incluso de mantener. No ocurría lo mismo con el agua.

El molino hidráulico fue, sin duda, la primera máquina accionada con energía no animal. Sobre su origen se ha discutido mucho, en especial sobre si los romanos los emplearon o no, pues hay quien afirma que para la molienda se utilizaban los esclavos. Sin embargo, no todos los romanos tuvieron esclavos, y quienes sí los poseían es probable que los empleasen en un trabajo más productivo que el de moler, ya que el molino hidráulico podía hacer en una hora el trabajo de un esclavo en varios días.

Al respecto, se sabe que el poeta griego Píndaro, que vivió en torno al año 500 a. de C. —varios siglos antes del apogeo romano—, ya cantó las maravillas de las ruedas hidráulicas que habían liberado a las mujeres del penoso

trabajo de la molienda. Y que, quinientos años más tarde, el ingeniero romano Marco Vitruvio, en su ya citado tratado de arquitectura e ingeniería, se ocupaba también de los molinos, aunque muy someramente, casi como quien no quiere perder el tiempo explicando algo que se da por sabido.

DE CÓMO APROVECHAR LA FUERZA DEL AGUA

El agua nunca descansa. Con su energía no sólo se han movido las muelas de los molinos, sino que también se ha hecho girar los ejes de multitud de máquinas. Con agua se han accionado los mazos que convertían los trapos viejos en papel, los martinets de hierro con que se batían las grandes piezas de metal hasta convertirlas en chapa, los batanes que mejoraban la densidad y textura de los paños o los enormes fuelles con que se inyectaba el aire en los altos hornos para poder fundir el metal.

La fuerza del agua tejía, acuñaba moneda y serraba madera. Y con agua se accionaban molinos de pólvora, barniz o “alcohol” (polvo de la galena o antimonio, sustancia con que se elaboraban pigmentos y barnices y maquillaban sus ojos las damas en tiempos pasados). Sin olvidar que fue el agua la que comenzó a mover muchas turbinas de generadores eléctricos que han transformado nuestra vida mucho más de lo que hubiese soñado el mayor de los visionarios del siglo XIX.

Ahora bien, para que la energía hidráulica pueda ser aprovechada por el hombre hay que transformarla en movimiento circular, y para ello el ingenio humano ha ideado varias soluciones, que son las que someramente se describen a continuación.

Rueda vertical

Las ruedas verticales —esto es, con el eje en sentido horizontal— son muy raras en Aragón. Es más, puede decirse que ahora son casi desconocidas. Sin embargo, probablemente fueron las primeras que se utilizaron para accionar máquinas.

El agua puede hacerlas actuar de dos modos: por impulsión, accionadas sus paletas (o álabes) por la fuerza de una corriente; o por gravedad, llenando recipientes (los llamados cangilones) cuyo peso acciona el giro del mecanismo. Es decir, funcionan justo al revés que las norias de riego.

Rueda horizontal o rodezno

Ha sido el método más popular en España, y en Aragón casi el único empleado hasta la invención de las turbinas. Aunque era casi exclusivo de los molinos, también se ha utilizado para accionar sierras, como en Vera de Moncayo, o dinamos y alternadores, como en Magallón y Aguaviva.

Se compone de un eje en posición vertical (el barrón) y una rueda horizontal o rodezno que es la que impulsa la

fuerza del agua al incidir sobre sus palas o álabes; todo ello descansa en una pieza de bronce llamada, por su forma, “dado”, que se aloja en una viga de madera denominada puente o alzapunte.

El agua entra al molino desde la acequia por el llamado cubo o pozo, y sale a gran presión en sentido horizontal por el saetín o botana. Al empujar los álabes del rodezno, lo hace girar. Los rodeznos se alojan en la parte más típica del molino, los cárcavos. El cárcavo es la oquedad situada bajo el molino por donde sale el agua. Los molinos suelen tener un cárcavo por cada rodezno o juego de muelas y su forma más típica es la de arco de medio punto.



Rodezno del molino de Calamocha

Turbina

Comparada con los accionamientos anteriores, la turbina es un invento reciente. Sus antecedentes fueron los molinos renacentistas llamados “de regolfo”, que en su mayor parte nacieron y desaparecieron con el siglo XVI y cuya

característica principal era que funcionaban por reacción en lugar de por acción, para lo cual el rodezno era ligeramente diferente y giraba dentro de un recipiente de cante-ría. Este sistema de impulsión, muy evolucionado, reapareció dos siglos y medio más tarde, hacia mediados del XIX, transformado ya en la turbina tipo Fontaine, hecha en metal, a la que siguieron los tres tipos que han llegado hasta hoy, entre los que destaca la turbina Francis, que se hizo más popular gracias a su gran versatilidad.



*A la izquierda,
cubete del molino de
regolfo de la localidad
de Cinco Olivas;
a la derecha,
rodete de turbina modelo
Pelton, en el molino de
Nonaspe*



Tipo de turbina	Características	Uso habitual
Pelton	Mucha altura de salto con poco caudal de agua	Producción de energía eléctrica en saltos de alta montaña
Kaplan	Pequeñas alturas y grandes caudales	Producción de energía eléctrica en centrales fluviales (Ebro, por ejemplo)
Francis	Altura media y caudales variables	Accionamiento de todo tipo de máquinas

El nuevo sistema sustituyó ventajosamente al rodezno, del mismo modo que éste había desplazado antes a la rueda vertical, mucho más frágil. La turbina aprovecha mejor la energía del agua debido al diseño de sus álabes, en forma de cuchara, y a la mayor precisión en sus ajustes, por lo que consigue potencias muy superiores con el mismo caudal y altura de salto. También presenta otras notables ventajas, como su mayor robustez y menores necesidades de mantenimiento.

MOLINOS HARINEROS Y ALMAZARAS

El artefacto hidráulico más importante construido por el hombre hasta la llegada de la máquina de vapor fue el molino harinero, el que muele el grano y lo convierte

en harina; sin él no habría pan, el alimento fundamental de los habitantes de la Península ya desde antes de la dominación romana.

La molienda era una operación necesaria en todos los asentamientos humanos. Dado el esfuerzo necesario para realizarla de modo manual, o mediante tracción animal, una vez conocidas las ventajas que reportaba el empleo del agua para accionar los molinos no se escatimaron gastos en la construcción de los mecanismos necesarios para su aprovechamiento.

Funcionamiento

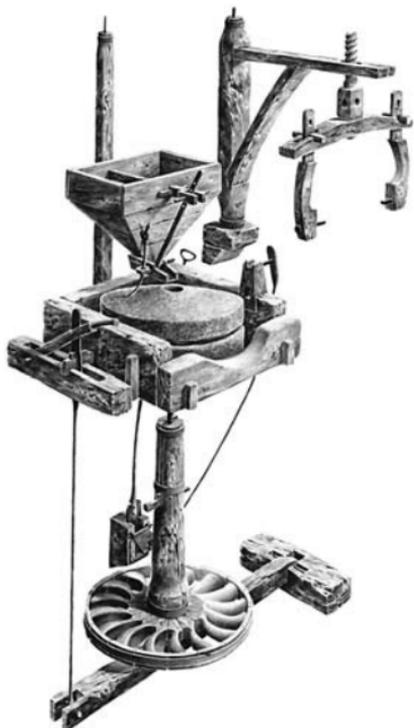
Las muelas son las piezas más importantes de un molino. Llamadas también piedras de molino, son esos discos redondos de piedra que ahora se encuentran más fácilmente convertidos en mesas que en su ubicación original. Una de las muelas, la llamada “solera”, se sitúa en la parte inferior y está fija; en tanto que la otra, la “volandera”, está montada sobre ella y es la única que gira. Tienen grabadas unas estrías (“rayones” o “arroyos”), que son las que trituran el cereal y lo conducen hacia el exterior. El desgaste de las estrías dependía de la dureza de la piedra, pero hasta la llegada de las “muelas francesas” debían ser picadas a diario.

El proceso de la molienda comenzaba con el vertido del cereal (o del maíz) en la tolva, una especie de gran

embudo que se colocaba sobre el “ojo” o agujero central de la muela. Desde la tolva, el grano entraba por el ojo de las muelas y, merced a la separación existente entre ellas y a sus estrías o arroyos, las semillas pasaban entre las dos piedras.

Las muelas no tienen sus caras interiores paralelas, sino que junto al ojo, en la zona llamada “pecho”, presentan una separación de más de un centímetro. En la parte central o “antepecho, esta separación es inferior a un milímetro; y en la parte más cercana al exterior, denominada “moliente”, la separación es de décimas de milímetro.

El grano se reparte por igual entre las caras interiores de las muelas gracias al pecho; en el antepecho se rompen las semillas y se separa la piel (salvado) del grano; y, en el moliente, el salvado se enrolla y la semilla se convierte en harina.



Esquema del mecanismo de molienda tradicional (J. M^a Legazpi: "Ingenios de Madera")

El giro de las muelas se produce por la acción del agua sobre el rodezno (o la turbina, o el motor), que transmite el movimiento al eje sobre el que se apoya la muela volandera.

El transporte del grano y la harina en el molino podía hacerse manualmente, en sacos o capazos, o bien mediante sistemas mecánicos accionados por el mismo mecanismo que las muelas: se trataba de unas bandas de lona muy resistente en las que se fijaban pequeños cangilones, a modo de noria o de cinta transportadora. Una vez obtenida la harina, un elemento casi imprescindible es la cernedora, que separa el salvado y las diferentes categorías de harina: de primera, de segunda y de tercera; esta última, más conocida como “tercerilla”, era la que se mezclaba con el salvado para la alimentación de los animales.

Historia

La historia de los molinos harineros es tan interesante como desconocida. Baste recordar que en Aragón han existido más molinos que iglesias y que, con frecuencia, fueron antes aquéllos que éstas. Sin embargo, tan importante testimonio de la industria de siglos pasados se ha degradado a vertiginosa velocidad en los últimos cincuenta años, casi hasta su total desaparición.

En lo que respecta a la antigüedad de los molinos aragoneses, no es mucho lo que se sabe al respecto, salvo en

los pocos casos en que se han conservado documentos relativos a su construcción. Debe tenerse presente que, si un molino estaba en su origen bien edificado, sobre sólidos cimientos y situado en un buen emplazamiento, habrá sido actualizado y reconstruido muchas veces, lo que puede haber hecho desaparecer el rastro de las más antiguas fases de la construcción. Y, desde luego, si estos condicionamientos positivos no se daban, la humedad, los corrimientos de tierra y las avenidas han ocultado con frecuencia sus restos.

El molino ha sido un elemento vital en todas las comunidades humanas hasta el primer cuarto del siglo XX, pues el pan era el alimento básico de la población. Eran también, además, una pieza clave en el dominio que ejercieron sobre el pueblo el clero y la aristocracia, ya que ambos estamentos eran los propietarios de la mayoría de los molinos y de los caudales que los accionaban. Los vasallos estaban obligados a utili-



Interior del Molino Bajo de Maella, en el que se aprecian sucesivas reformas

La inspección de los molinos

En las ordenanzas municipales de todas las épocas se aprecia el interés de los gobernantes por la calidad del pan y, por tanto, su atención a los molinos, de cuyo correcto funcionamiento dependía la calidad de la harina. Se controlaban hasta los aspectos más nimios, con especial atención al peso de la harina, a causa de la mala fama que tradicionalmente tenían los molineros.

Hay documentos del siglo XVIII en el Archivo Histórico Municipal de Zaragoza que guardan constancia de las inspecciones que regularmente se hacían en los molinos de la ciudad. Destaca la minuciosa atención con que se revisaba la nivelación de las muelas, su excentricidad y el paralelismo entre sus caras, condiciones sin las cuales era imposible obtener buena harina. También se comprobaba la estanqueidad del guardapolvos, un invento del siglo XVI que impedía la formación (y pérdida) de nubes de harina en el interior del molino. Una inspección del concejo zaragozano a sus molinos en el año 1771 motivó un severo castigo a los del Pilar, Mosnillo, Seo, Armas, Nuevo, del Papel, Huerva y Juslibol, y únicamente se consideró en buen estado el molino de San Juan.

Las penas se establecían según la magnitud de los desajustes, que se medían en naipes. Por ejemplo, en la inspección citada se halló que el molino de Juslibol tenía la solera desnivelada en treinta naipes, seis naipes de excentricidad en la muela volandera y diecisiete naipes en el árbol o eje, además de los guardapolvos rotos. Tan graves defectos merecieron un duro castigo, pues no sólo hacían que la harina fabricada fuese de pésima calidad, sino que determinaban el rápido deterioro del propio molino y sus instalaciones.

zar sólo los molinos de sus señores, que imponían el pago de una “maquila” (porcentaje en especie) innegociable.

Debido a todo ello, la protección de los molinos fue siempre muy importante. Las leyes visigóticas del Fuero Juzgo dedican un apartado completo a la “Ley del Molino”, en la que destacaba una disposición por la que cualquier delito cometido en un molino se castigaba con doble pena. Posteriormente, la protección se extendió también al entorno de estas edificaciones, la llamada “redonda”, una zona de servidumbre situada a su alrededor y que no podía ser vendida ni utilizada por terceras personas. En Aragón, los Fueros de Teruel de 1176 establecieron dicha redonda en nueve “pasadas” (la pasada equivalía a unos 0,75 m) para el propio molino y tres para su “carrera”, es decir: unos siete metros alrededor del molino y algo más de dos a cada lado de su acequia o caz.

Desde el siglo XVIII, la evolución del molino tradicional ha sido escasa, limitada a unas pocas mejoras. Entre ellas, la sustitución de las muelas de canteras locales por las procedentes de la localidad francesa de La Ferté sous Jouarre, más resistentes. Esto supuso un gran alivio para los molineros, que pudieron espaciar el tiempo entre los picados. El abaratamiento del hierro permitió afinar el funcionamiento de dos piezas del molino que daban muchos problemas: el árbol, que por fin se pudo construir de una sola pieza, y los rodeznos, que pasaron a ser de fundición.

Por último, la molienda mediante los llamados cilindros austro-húngaros convirtió en obsoletas las muelas de piedra: este nuevo sistema eliminaba los rozamientos al hacer pasar el grano entre series de cilindros, unos lisos y otros estriados; además, su mantenimiento era más fácil y rápido. En definitiva, la ventaja de los cilindros consistía en que con la misma energía se obtenía un tremendo aumento de la producción.

Ello significó un golpe mortal a la industria molinera tradicional. Poco a poco, los molinos tradicionales se fueron sumiendo en una crisis de la que sólo se recuperarían tímidamente y efímeramente tras la Guerra Civil, gracias al estraperlo más o menos consentido que fue el canto del cisne de los molinos españoles.

También las grandes instalaciones de molienda se beneficiaron de los nuevos motores de vapor, gas y electricidad. Como ya no se dependía del agua para moler el grano, las grandes ciudades, antes deficitarias de harina, se convirtieron en exportadoras.

En el caso de Aragón, este cambio de situación afectó particularmente a las industrias que abastecían a Barcelona y Valencia; al perder estos mercados, únicamente elaboraban harina para el consumo interior, con una capacidad de producción muy superior a la demanda. Tras unos años de guerra de precios, se llegó a la situación actual, con nueve de cada diez harineras cerradas.

Los molinos de Aragón

En Aragón existen restos, más o menos evidentes, de unos mil quinientos molinos, entre los que se encuentra un amplio repertorio de modelos. Se mencionarán unos pocos como muestra de tan rico patrimonio, para que el lector interesado pueda conocer personalmente algunos de los mejores ejemplares.

Provincia de Huesca

Uno de los molinos más extraordinarios que pueden encontrarse en España es el de Las Bellostas, un curioso edificio que podría ser de época romana.

En Abiego se conservan las ruinas de un molino antiquísimo, del que tan sólo perdura una construcción adyacente con aspecto de torre y los restos de su magnífico azud.

Espectaculares por su paisaje son el de Lecina, en el cañón del río Vero, y las ruinas del de Fanlo, que aprovechaba una cascada natural como azud. Muy destacables son también el de Alquézar, de cuidada cantería; el de Sarvisé, en Broto; el oculto de Ainielle, junto al Barranco de Oliván, y los de Laguarda, Ara, Naval, Gistaín, Alquézar, Bailo, Arén Paternoy, Agüero y Ena.

Por último, es obligado mencionar el molino de Sarsa de Surta, recuperado por loable iniciativa, y el de Aratorés, convertido en casa de turismo rural y donde aún se man-

tiene una muela de molino en perfecto estado y en condiciones de funcionar (accionada por motor eléctrico).

Provincia de Teruel

Teruel guarda magníficos molinos, auténticas joyas para quienes, de cuando en cuando, tienen la fortuna de topár con alguno de ellos.

Destacan el maltrecho molino de Calamocha, una joya renacentista de difícil recuperación; el de Juan de Caminreal, con una fuente en el interior de su curioso cárcavo triangular; el de la Virgen en Santa Eulalia del Campo, con una estupenda colección de muelas desechadas, repartidas por el exterior de la ermita contigua; y el de Aguaviva, uno de los mejores de la provincia, que cuenta con espléndidas instalaciones y una arquitectura del siglo XVII intacta en cuanto a su ornato, pero en grave peligro de ruina.

En Barrachina existen dos interesantes obras: la fábrica de harinas, con sus instalaciones completas, que recuerdan el tiempo en que el río Pancrudo podía mover tamaña maquinaria; y el molino de Bernal, aún en buen estado en conjunto y de agradable arquitectura, con un extraño y bien construido cubo.

También hay buenos molinos en la cuenca del Matarraña: destacan el de Arnau, en Calaceite, que cuenta con un gigantesco tilo en su puerta, y el Viejo de La Fresneda,

actualmente en rehabilitación para su transformación en hotel. En el Guadalupe debe recordarse el molino de La Tosca, en Aliaga, situado en un extraordinario paraje y que se conserva en perfecto estado.

Finalmente, y entre otros muchos, puede recordarse el molino de Las Parras de Martín por su magnífico entorno, junto a una cascada del río; el de Castelnou junto a la carretera de Escatrón, de impresionante cantería; el del Molinet, en La Mata; el de Miravete, recientemente restaurado, o el renacentista de Samper de Calanda, en proceso de rehabilitación, al igual que el de Moscardón.

Provincia de Zaragoza

Cuenta también con soberbios molinos, aunque existen comarcas enteras en las que apenas ha quedado alguno. El más importante de toda la provincia es el harinero de Cinco Olivas, ejemplar único de molino de regolfo que merecería ser declarado monumento tecnológico de la Comunidad.

La cuenca del Jalón ha perdido casi todos sus molinos, aunque mantiene el de Canaba o de Cánova, en Ricla, uno de los más antiguos de Aragón. Su atractivo es escaso por lo ruinoso, pero se acrecienta por la monumental glicinia (planta de origen chino) que luce en su fachada. La cuenca del Huecha es una de las que posee más y mejores molinos de la provincia, con ejemplares como el de los Huertos

del Agua, en Alcalá de Moncayo, y Los Frailes, en Borja. En la cuenca del Queiles queda, en Torrellas, uno casi completo, en regular estado.

Son también interesantes los molinos de El Batán de Aranda de Moncayo, Loperena en Uncastillo o Perqueruela en Bijuesca, que a pesar de su estado ruinoso, se encuentra en un magnífico entorno.

Molinos de aceite o almazaras

Tradicionalmente han estado repartidos por todo Aragón, complementando en muchos casos a los harineros, ya que, por lo general, el olivo se da en zonas secas donde faltan los ríos. Por esta causa, en su mayor parte eran de los llamados “de sangre”, es decir, accionados mediante tracción animal.

Los molinos de aceite se componen de cuatro partes:

- El molino propiamente dicho, donde se machaca la aceituna mediante una piedra llamada ruejo.
- La prensa, en la que se introduce la aceituna molida entre separadores de esparto y donde se extrae el aceite (mediante agua caliente y una gran presión).
- La caldera para calentar el agua.
- Las tinajas o balsas de decantación, donde se separa el agua del aceite por flotación.

Al revés que los rurales y solitarios molinos harineros, que se han ido cayendo poco a poco de puro abandono, la desaparición de los molinos aceiteros tradicionales fue muy rápida por su especial ubicación: las almazaras estaban situadas, sobre todo, en suelo urbano o en sus proximidades, lo que las hizo víctimas de la especulación urbanística.

Entre las que han pervivido, debe destacarse la de Jaganta, pedanía de Las Parras de Castellote, en la provincia de Teruel. Presenta el aspecto más genuino de cómo era un molino aceitero hace quizá milenios, puesto que la tecnología apenas avanzó desde el tiempo de los romanos hasta la aparición de las modernas prensas hidráulicas a comienzos del siglo XX.

También queda en Teruel la antigua almazara de Ráfales, rehabilitada como precioso establecimiento de turismo rural. En la provincia de Huesca destacan las de Castilsabás y Almazorre.

En la provincia de Zaragoza, se puede mencionar la de Cinco Olivas, en proceso de restauración; y también las de Borja y Bardallur. Las de Caspe y Albalate del Arzobispo son ahora casi irreconocibles. En la capital se conservan los restos del antiguo molino de Goicoechea en el Parque Bruil, su antigua ubicación (recuérdese que esta ilustrada familia zaragozana llegó a plantar 13.000 olivos en Las Fuentes).

BATANES

Los batanes eran ingenios utilizados para desengrasar y comprimir los paños de lana mediante su prensado con mazos de madera y una arcilla especial llamada greda o “tierra minera”. En las poblaciones más importantes solían estar unidos a un tinte. En Europa se documentan batanes desde el siglo XI y en España desde el XII; fueron muy frecuentes en el XIII, época en que se reguló su actividad por las *Siete Partidas* de Alfonso X *el Sabio*. En la cuenca del Ebro han sido muy abundantes. Es raro el pueblo en que no exista un lugar que sea conocido como “el batán”.

Estas máquinas constaban de una rueda vertical en cuyo eje se insertaban unas levas que, al girar, empujaban unos pesados mazos de madera. Al soltarse éstos por efecto del giro, golpeaban el paño contra una superficie también de madera. El bataneo era fundamental para producir paños de calidad, desengrasados y tupidos, que más adelante se entregaban a los perchadores y tundidores.

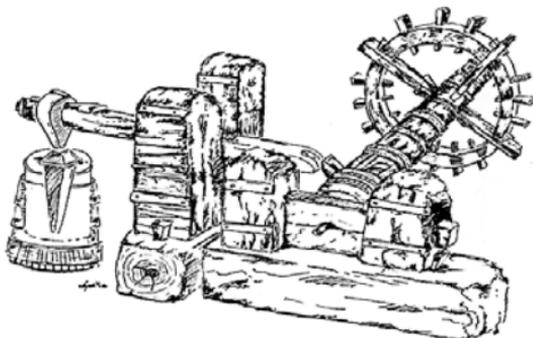
El perchado o cardado consistía en arrancar el pelo suelto del tejido; tenía ese nombre porque se hacía con cardos de los llamados “borriqueros”. Mediante el tundido se cortaba uniformemente el pelo obtenido por los cardadores, tras lo cual el tejido quedaba listo para su confección.

Tan sólo se ha conservado un batán en Aragón, el de Lacort, ahora trasladado a Fiscal y salvado recientemente,

“in extremis”, de su desaparición total: al paso del tiempo y al abandono se había añadido su posible inundación por el embalse de Jánovas. Otro batán rehabilitado, aunque no conserva su sistema de accionamiento, es el de Tramacastilla, cerca de Albarracín.

MARTINETES

Eran máquinas hidráulicas que se empleaban para trabajar los metales a modo de martillo, semejantes en su concepto a los batanes y a los molinos de pólvora. Constaban de una rueda hidráulica con levas en los ejes, muy similares a las descritas anteriormente, que empujaban hacia abajo un extremo de la viga que tenía fijado, en el otro lado, un pesado martillo. Tenía un punto de apoyo desplazado hacia las levas, de tal modo que, cuando giraba el eje, las levas tiraban hacia abajo de la viga, con lo que el mazo se elevaba. Por efecto del giro, la leva soltaba la viga y el martillo caía sobre un yunque.



Esquema de un martinete. Dibujo de J. Carlos Laporta basado en los de J. M^o Legazpi

Las primeras fundiciones

Fueron las llamadas “masuqueras”, que consistían en pequeños hornos o crisoles donde se alternaban las capas de carbón vegetal y mineral de hierro. Una vez encendido el carbón, había que insuflar aire —esto es, enriquecer con más oxígeno la combustión— para elevar la temperatura hasta los 1.500° necesarios para fundir el mineral. Mediante métodos naturales es casi imposible obtener el suficiente caudal de aire, por lo cual era preciso emplear fuelles o bien forzar la velocidad del aire haciéndolo entrar por una abertura grande que posteriormente se estrechaba, tal como podemos observar en varios hornos de este tipo en Los Bañales, cerca de Sádaba.

Mediante estos métodos se conseguían pequeñas cantidades de un hierro esponjoso que, tras calentarlo, era golpeado con un martillo para aglutinarlo y aumentar su dureza.

En la Edad Media apareció en España la ferrería accionada por la fuerza del agua, también llamada “farga catalana” (el monasterio de Ripoll contiene un pequeño museo dedicado a esta metalurgia y a las armas allí fabricadas). El agua era la encargada de insuflar el aire a través de un sistema de grandes fuelles o “barquines”, o bien mediante las llamadas “trompas de agua”. Con este método se consiguió aumentar notablemente la producción, puesto que en cada hornada se obtenían unos 100 kg de hierro.

Martinetes para trabajar el hierro

Aragón no ha sido una Comunidad que haya destacado por su industria del hierro, pese a la importancia de las minas turolenses de Ojos Negros, que abastecían las ferre-rías de la comarca de Albarracín. Bielsa, donde se obtenía un metal de alta calidad, y el Moncayo fueron los otros dos vértices del triángulo férrico aragonés.

Se sabe de la existencia de martinetes de hierro en las proximidades de Bielsa, en los ríos Cinca y Barrosa, con mineral que era ya explotado desde 1324. Junto al Moncayo hubo al menos media docena de fundiciones (Añón, Torre de Ambel, Trahit, Minera Honda, Castillos de Herrera o del Ferrellón, Talamantes y Vozmediano). En Teruel, hubo ferrerías en Orihuela del Tremedal (construida a mediados del siglo XVII), El Vallecillo (del siglo XVI, pero transformada posteriormente en molino) y Tormón, anterior a 1708.

Martinetes para trabajar el cobre

La industria del cobre también era muy reducida y se localizaba siempre cerca de las minas. Se sabe de la existencia de fundiciones de cobre en Calamocha y en La Almunia del Romeral, junto a Loporzano.

La de Calamocha data de principios del siglo XVII y fue construida por maestros franceses. Constaba —en su parte hidráulica— de un enorme cárcavo en arco de medio

punto, con arcos inferiores de refuerzo para soportar el gran peso de la balsa; en su interior poseía una rueda vertical de unos cuatro o cinco metros de diámetro, que podía alimentar hasta dos martinets, y una rarísima trompa de soplado accionada con agua, que aún se conserva. A través del muro pasaban a una dependencia contigua —ya desaparecida— el eje de la rueda y el aire generado, que se utilizaba para aumentar la temperatura del horno.

En La Almunia del Romeral existía todo un complejo industrial, compuesto por dos molinos de papel, un batán, dos molinos harineros y la fundición. Ésta se encuentra en mejor estado que la de Calamocha, aunque también en ruinas. Se mantienen en pie el hogar de los dos hornos y parte de las chimeneas de piedra de toba. El cárcavo es digno de verse, ya que sus grandes dimensiones, su forma de arco apuntado y los depósitos calcáreos de las paredes constituyen un conjunto espectacular. La construcción se realizó según modelos del siglo XVI, pero vivió su época de auge en el XVIII y desapareció a mediados del XIX, debido a una gran avenida del Guatizalema que arrasó todas las instalaciones.

Existieron también martinets de cobre en San Mateo de Gállego, Anzánigo, Luco de Jiloca, Valderrobres (luego convertido en molino) y Valacloche. Este último trabajaba el cobre que se obtenía de una mina del Collado de la Plata. Todos ellos fabricaban los conocidos calderos de cobre

El bosque, víctima de la metalurgia

Hasta el siglo XVIII no se utilizó el carbón mineral como combustible en la siderurgia, puesto que confería al hierro una fragilidad que lo hacía inservible. Sin embargo, en 1713 el ingeniero británico Abraham Darby empezó a usar el coque, un carbón descubierto en 1640 y que se obtiene mediante la combustión incompleta del carbón de hulla; este carbón modificado sustituyó al ya muy escaso carbón vegetal, pues las ferrerías habían convertido en eriales extensas superficies boscosas.

Hay quienes dicen que la invención de este método se debe a los cerveceros ingleses, que empleaban para el tostado de la malta el por entonces ya muy caro carbón vegetal y que, al parecer, descubrieron casualmente que el coque no comunicaba a la cerveza el sabor de la hulla. Este descubrimiento habría animado a la experimentación del mismo combustible en la producción de acero.

Todos los centros metalúrgicos aragoneses estaban próximos a abundantes reservas madereras, ya que la necesidad de carbón vegetal convertía a esta industria en una devoradora de bosques. Como ejemplo puede citarse la ferrería de Torcón, al sur de Albaracín, que a mediados del siglo XVIII sólo trabaja dos meses al año por falta de combustible. Y lo mismo sucedía en Gea, cuya fundición en esa época decaía por falta de carbón, o en Añón de Moncayo, cuya ferrería estaba situada frente a la central eléctrica de Morana: existía ya en 1554, cuando era llamada “La Umbría de los Pilancos”, y dos siglos más tarde casi había acabado con los bosques de la zona, amenazando su propia supervivencia; en 1850 había desaparecido.

y algunos otros utensilios menores, singularizados por esas pequeñas abolladuras propias del proceso de fabricación: la maza golpeaba las chapas dispuestas de diez en diez para que la fuerza del impacto no agrietara la hoja de cobre, pero la marca en el fino metal era inevitable.

FÁBRICAS DE PAPEL

Hasta finales del siglo XVIII, el papel para imprimir, escribir o dibujar se obtenía a partir de trapos de algodón sin tintar, aunque para papeles de inferior calidad o de estraza también se utilizaban otros tejidos vegetales.

Estos trapos eran separados según su tipo y calidad, luego se troceaban e introducían en tinas con agua, donde maceraban hasta su descomposición en una pasta fétida. Después, se sometían durante varios días a un batido o machaqueo en tinas de piedra, con lo que se obtenía una pasta fina compuesta por las fibras del algodón.

A esa pasta se le agregaban algunos componentes animales y colas (probablemente, gelatina de huesos y cola blanca) para dar cohesión y una óptima porosidad a la masa. El producto resultante se colocaba en cedazos de finísima rejilla llamados “formas”, en los que la pasta se escurría y secaba ligeramente, formando la hoja de papel. Luego era envuelta en un paño llamado “sayal”, prensada para eliminar el agua y secada al aire como un

pañó. Por último, era encolada, vuelta a prensar y, en su caso, bruñida mediante un mazo.

Beceite

La principal actividad de la cabecera del Matarraña fue, durante siglos, la fabricación de papel, industria que reunió en Beceite y Valderrobres hasta doce empresas papeleras, la mayor concentración del país: Cremada, Batán, Morató, Taragaña, Martí, Pont Nou, Solfa, Quemada y Tosca, en Beceite; y Fort, Fajas y Pena o Bonica, en Valderrobres.

La tradición atribuye a Beceite fábricas de papel desde la Edad Media, que aumentaron progresivamente su



Antigua fábrica Bonica, papelera de Valderrobres

importancia en los siglos XVI, XVII y, sobre todo, en el XVIII. Son las construcciones de esta última época las que hoy pueden observarse, de cuando la novedosa fabricación de papel “a la holandesa” (que reducía notablemente el trabajo manual, al desmenuzar los trapos mecánicamente) atrajo a un buen número de industriales catalanes a esta población, por la calidad y cantidad de su agua.

La edad dorada de esta actividad industrial está comprendida entre mediados del siglo XVIII y el primer cuarto del XIX. A partir de entonces, la fabricación del papel continuo en otros lugares dejó obsoletas las instalaciones papeleras de Beceite, que entraron en franca decadencia. Únicamente subsistieron aquellas empresas especializadas en los productos artesanos de la época, tales como cartulinas, papel secante y, sobre todo, naipes. La calidad de éstos (debida a su resistencia a la abrasión y a su opacidad) les convirtió en suministradores del famoso Heraclio Fournier, en Vitoria.

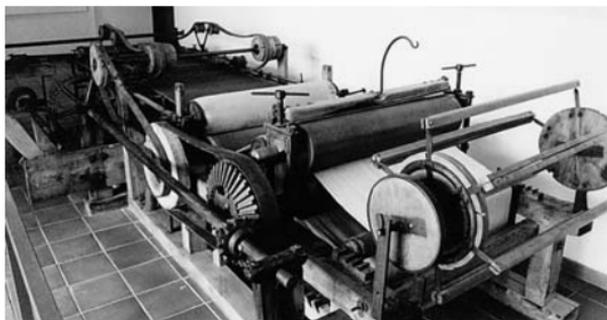
La fabricación de papel precisaba, especialmente, de un agua purísima, para lo que no era obstáculo la concentración de papeleras, puesto que era una de las industrias menos contaminantes de la época. Posteriormente, el empleo del cloro para blanquear los trapos hizo que fuera decayendo la calidad del agua del Matarraña. La última fábrica en cerrar fue la del Pont Nou, que permaneció en funcionamiento hasta la década de los sesenta.

El patrimonio que forman todas estas instalaciones es espectacular, pero no está ni siquiera señalado. Afortunadamente, se están dando los primeros pasos para recuperar dos de estas edificaciones fabriles: la del Pont Nou para hotel y la de Morató o Font del Pas para restaurante.

Villarluengo y el papel continuo

El método antes descrito para la fabricación del papel subsistió hasta la introducción del papel continuo, una actividad en la que Aragón fue pionero: en 1798, la familia Temprado, con capital y técnicos franceses, fundó en Villarluengo la primera fábrica papelera moderna española (Temprado y Cía.).

Fue ésta la primera papelera que produjo en el país el recién inventado papel continuo, que por su novedad,



*Primer modelo de máquina para fabricar papel continuo
(Deutsches Museum de Múnich)*

finura, homogeneidad y mayor tamaño era muy demandado, hasta el punto de que vendía casi toda su producción en Madrid: papel para varios ministerios, diversos papeles timbrados e incluso el papel moneda para el Banco de España. En las antiguas instalaciones de la fábrica se halla hoy el llamado Hostal de la Trucha.

Posteriormente, durante el siglo XIX, se construyeron en Aragón otras fábricas de papel continuo, entre las que pueden destacarse las cinco de Zaragoza: Alsina, La Nava, La Blanca, La Zaragozana y La Montañanesa. De ellas, tan sólo perduran La Montañanesa —transformada en una importante papelera— y La Nava, dedicada en la actualidad a la fabricación de papel reciclado.

FÁBRICA DE PÓLVORA DE VILLAFELICHE

En esta localidad zaragozana bañada por el río Jiloca se ha fabricado pólvora durante más de cuatrocientos años: desde el siglo XVI hasta la década de los setenta del siglo XX, cuando se abandonó la elaboración por lo anticuado del proceso.

La pólvora tradicional era el resultado de la unión de tres componentes: azufre, carbón vegetal y salitre. Este último elemento es el más abundante en la mezcla (75%), pero por lo dificultoso de su obtención se sustituyó, ya en el siglo XX, por el nitrato potásico.

La fábrica de Villafeliche llegó a estar compuesta por más de dos centenares de molinos dispuestos en hilera a lo largo de una acequia tomada del río Jiloca. Cada uno de estos molinos tenía dos o tres morteros de piedra en los que unos pesados mazos de madera de encina molían los tres componentes, convenientemente humedecidos para reducir el riesgo de explosión. La fabricación era peligrosa por la excelencia de la pólvora que se obtenía, ya que a la calidad de las materias primas se unía la finura de la molienda.

El funcionamiento de estos molinos era muy simple y estaba basado en un sistema similar al de los martinetes y batanes. El movimiento partía de una rueda de eje horizontal impulsada por el agua de la acequia, que transmitía el giro a un largo eje de madera de olmo con un grupo de



Restos de uno de los molinos de pólvora de Villafeliche

levas por cada mazo. Éstas, al girar, elevaban los mazos que, por efecto del giro, caían sobre la pasta formada por los tres ingredientes hasta obtener un grano de la finura deseada. Después, la pólvora se extendía al sol para su secado.

Las Reales Fábricas de Pólvora de Villafeliche, que tal era su denominación, fueron durante varios siglos la más importante factoría polvorera de España. De su producción pueden dar idea los 165 molinos, con una media de tres morteros cada uno, que se indican en un magnífico informe fechado en 1764 y conservado en la biblioteca del Palacio Real de Madrid.

En la misma época existieron también unos doscientos alfares en Villafeliche. Una cifra extraordinariamente alta para una localidad mal comunicada, aunque los estudios de Isabel Álvaro han explicado bien la compaginación de ambas industrias: los alfareros eran necesarios para fabricar las vasijas de cerámica en las que se exportaba la pólvora, preservada así de la humedad.

La tecnología de estos molinos de pólvora, pese a su rusticidad y sencillez, era muy efectiva y segura. Por ese motivo fue exportada a Méjico y Filipinas, junto con el modelo de organización de la factoría.

Hacia 1850, la industria polvorera de Villafeliche había caído en un estado lamentable, tal como escribe Pascual Madoz en su *Diccionario*: tenía la población «tres alfare-

rías que decaen, un molino harinero y más de 200 en línea, que formaron hasta el año 1831 la famosa fábrica de pólvora, cuya elaboración era la principal industria de estos vecinos; pero desatendida actualmente por el Gobierno, que ha mandado desmontar sus máquinas, ocasiona la mayor miseria a estos habitantes, cuya mayor parte dependían de ella, viéndose precisados ahora a fabricarla fraudulentamente por un miserable jornal, que adquieren con el más penoso trabajo y expuestos siempre a una constante persecución».

Posteriormente, se reanudó la fabricación de pólvora y volvió a entrar de nuevo en funcionamiento la mayor parte de los molinos. Pero unos años después, debido a la construcción del Ferrocarril Central de Aragón (Calatayud-Caminreal), fueron expropiados unos veinticinco molinos a cada lado de la vía por motivos de seguridad, ya que las chispas emitidas por las locomotoras de vapor podían fácilmente hacer estallar los edificios.

Los restos existentes en Villafeliche, por su antigüedad y tamaño, son únicos en España y, probablemente, en el mundo. Afortunadamente, en la primavera de 1999 se han limpiado las ruinas de los edificios que aún perduran y se ha redactado el anteproyecto de rehabilitación de uno de estos molinos. Con ello, los visitantes podrán comprender el funcionamiento de este original tipo de máquina y, también, pasear entre las imponentes ruinas de esas decenas de molinos que aún pueden verse a lo largo del camino.

FÁBRICAS Y MOLINOS DIVERSOS

El agua ha movido también muchas otras maquinarias y molinos diferentes, entre los que destacan:

Molinos de alcohol

Era un “alcohol” que no tiene nada que ver con el líquido que hoy se denomina con tal palabra, sino un polvo finísimo que se obtenía a base de moler galena o antimonio y que utilizaban las damas para maquillarse (el “rimmel” de hace cuatro siglos). También se empleaba en la fabricación de barnices para alfarería.

Molinos de barniz

Son muy similares a los harineros: sólo diferían en el picado de las muelas. En ellos se reducían a polvo minerales y otros productos con los que se elaboraban los barnices utilizados por los alfareros para vidriar y decorar sus piezas. Se conoce la existencia de uno en Villafeliche y otro en Muel. El primero aún se encuentra en mediano estado, pero el de Muel desapareció en el primer cuarto del siglo XX, aunque aún perdura su cárcavo con el único saetín cerámico que se conoce en Aragón.

Molinos de chocolate

Tan sólo se tiene noticia de dos destinados a este fin y accionados mediante energía hidráulica (aunque es posible

que hayan existido muchos otros): el de Torre los Negros y la fábrica de chocolates La Industrial Aragonesa, de Jaca, que funcionaba mediante «un poderoso motor hidráulico», según se decía en la época.

Serrerías

Salvo algún caso aislado, como en Vera de Moncayo, las serrerías accionadas con agua estaban instaladas en el Pirineo, donde aún existen las de Plan y Sin.

CENTRALES HIDROELÉCTRICAS

Un buen número de molinos y batanes aragoneses desapareció al ser transformados éstos en centrales hidroeléctricas, a partir de la última década del siglo XIX, aunque en muchos casos coexistieron muelas y alternadores durante largo tiempo.

Los orígenes de la energía hidroeléctrica se datan en 1832, cuando se inventó el primer generador de corriente alterna y, acto seguido, el rectificador para convertirla en continua; desde entonces, se sucedieron los progresos.

En 1866, Werner Von Siemens inventó una dinamo capaz de generar corriente comercializable, abriendo así el paso a una era de adelantos sin los cuales no se puede concebir la sociedad actual. A este invento le siguió, en

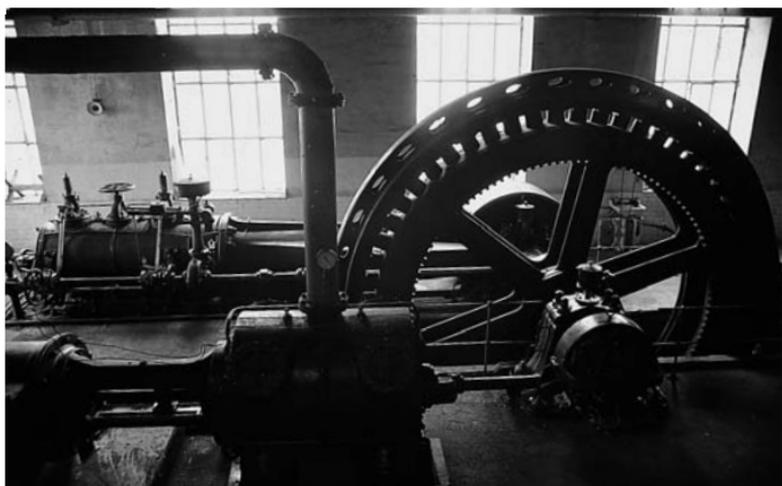
1869, la dinamo del belga Gramme, que permitía un funcionamiento continuo con menor calentamiento y oscilación que la de Siemens.

Comenzó entonces, lentamente, la era de la electricidad y se instalaron pequeñas centrales accionadas por motores de gas o vapor. Eran más raras las accionadas por impulsión hidráulica, debido, sobre todo, a que la corriente continua debe generarse muy próxima al punto de consumo, ya que el tendido provoca gran caída de tensión. Además, los primeros generadores no poseían un sistema preciso de regulación y la corriente suministrada sufría frecuentes altibajos, por lo que se hacía necesario disponer de acumuladores o baterías que regulasen el suministro.

A finales del siglo XIX y comienzos del XX se generalizó la producción de corriente alterna, lo que permitió su transporte a largas distancias en alta tensión y su conversión a baja tensión cerca de los puntos de consumo sin apenas pérdidas. Ello supuso la total implantación de la energía eléctrica. Desde entonces ya no sólo se utilizaron las centrales más cercanas a las poblaciones, sino que primaron otras características, como el caudal y la altura del salto, sin que constituyera ya un problema la longitud del tendido.

Estas primitivas instalaciones eléctricas, dada la abundancia de cobre entre sus componentes, han corrido aún peor suerte que los molinos y son muy pocas las que

podemos contemplar intactas. Al margen del encomiable museo de la electricidad de Murillo de Gállego, fruto de la ejemplar labor de Luis Gállego, algunos de los mejores ejemplos conservados son los de Aguaviva, Gistaín y la central del Poyo del Cid.



*Alternador de finales del siglo XIX, accionado mediante vapor,
en la Azucarera de Santa Eulalia del Campo (Teruel)*

AGUA QUE SEPARA, AGUA QUE UNE



Aragón posee un relieve en el que destacan los profundos surcos que han tallado los cursos de agua pirenaicos o ibéricos en su camino hacia la llanura, buscando al padre Ebro y dividiendo el territorio en dos partes claramente definidas en lo que respecta al número y caudal de sus ríos.

Buena parte de los cursos fluviales aragoneses, durante siglos, ha protegido a los habitantes de uno u otro lado cual formidables murallas. También han representado un serio obstáculo para las comunicaciones, aunque en ocasiones hayan sido un buen medio de transporte para madera o para la navegación de pequeñas embarcaciones.

PUENTES

Son, por el momento, las únicas obras hidráulicas, de las aquí tratadas, que gozan de cierta protección, quizá por su valor estético y por la pervivencia de su función.

Aragón, en lo que a puentes se refiere, cuenta con un impresionante patrimonio, ya que dispone de los dos principales elementos que justifican su construcción: es tierra de paso y tiene grandes y caudalosos ríos.

En cuanto al primer aspecto, debe tenerse en cuenta que la conservación de un puente suponía cuantiosos gastos, que hasta hace un siglo se sufragaban mediante peaje; por ello, en lugares de escaso tránsito no era una construcción rentable, ya que no producía ingresos suficientes para su propio mantenimiento. Aunque eran construidos con frecuencia por la Corona, la Diputación del Reino o la nobleza, era habitual su arrendamiento a terceros a cambio de su conservación y del pago de un canon anual.

La segunda de las premisas resulta evidente: sin ríos o accesos difíciles, los viajeros pasan por vados y no pagan el “pontaje”, con lo cual tampoco es posible su edificación.

Los primeros puentes

Los puentes han sido siempre construidos en función de tres condicionantes principales: las condiciones del paso (anchura y altura sobre el lecho del río), los materiales disponibles y los conocimientos técnicos.

Resulta aventurado decidir cuál fue el tipo más primitivo de puente, pero es razonable pensar que fuese un simple tronco tumbado entre las dos orillas; sin olvidar la sencilla hilera de piedras, de mayor o menor tamaño, que permite cruzar pequeños ríos sin introducirse en el agua. Evolución de ese sencillo paso fluvial es el llamado “puente adelantado”, que se construye uniendo la hilera de piedras mediante losas planas, lo que aumenta mucho la seguridad



Puente de madera sobre el Mesa, en Calmarza

y facilita el paso con animales. Notables ejemplos de este tipo pueden encontrarse en Calamocha sobre el río Jiloca (con el sugerente nombre de puente de La Mar) y frente al molino de Fuentes Claras, con enormes losas. El Matarraña también cuenta con uno en el término de Maella, muy cerca del límite entre las provincias de Teruel y Zaragoza.

Puentes de madera

Los puentes adintelados no permiten salvar vanos de más de dos metros entre pilar y pilar, por cuyo motivo sólo son válidos para ríos de escaso caudal. Para tendidos más amplios, el puente más simple era el construido mediante

varios troncos en paralelo, sobre los que se extendía una capa de tierra apisonada.

Si el río o arroyo a cruzar era de escasa anchura, estos troncos podían unir directamente una ribera con otra; aunque también podían construirse con uno o varios pilares intermedios, con el fin de salvar vanos de cierta consideración. Estos tableros de madera y tierra compactada abundaban en Aragón, pero cada vez escasean más, sustituidos progresivamente por las viguetas de hormigón.

Aún persisten, sin embargo, en algunos lugares, como en Calmarza, sobre el río Mesa, junto a la antigua fábrica de papel de la localidad. Puentes de este mismo tipo, pero actualizados, se reconocen muchos más: por ejemplo, perviven dos en Maluenda, sobre el Jiloca, y otro en el término de Chodes, que ascendía desde la vega hasta la abandonada localidad de Villanueva de Jalón.

Puentes de tablas

El puente de troncos con tierra apisonada evolucionó al tipo que la tradición aragonesa denomina “de tablas”, cuando los artífices hallaron el sentido estructural de determinados modelos de ensamblaje de troncos y tablones. Esta circunstancia permitió construir ligeros puentes de tablas en lugares que carecían de un subsuelo sólido donde cimentar los de piedra, o cuando la escasez de recursos económicos hacía inviable la edificación de cantería.

Curiosamente, también se construyeron puentes de tablas junto a otros de sillares, como en Zaragoza, donde convivieron durante décadas: peatones, jinetes y rebaños pasaban por el de piedra y los pesados carros y galeras de los mercaderes, arrieros y trajineros por el de madera. Aunque parezca un contrasentido que los transportes de mayor peso transitaran por el puente más frágil, no se trata de ningún error: según se decía, las llantas metálicas de los carros destruían el empedrado y sus vibraciones deterioraban la unión entre los sillares, con lo que arruinaban prematuramente la construcción; en cambio, los puentes de tablas, a pesar de su menor longevidad, eran mucho más baratos de construir; y, dada su flexibilidad, soportaban mejor las vibraciones provocadas por el paso de los carros.

Los últimos modelos de puentes de tablas, ya de comienzos del siglo XX, contaron con el hierro como aliado. El mejor ejemplo, probablemente, es el de la azucarera de Calatorao, aunque la mayor concentración se da en la provincia de Teruel, donde son muy populares las “palancas” de madera (por ejemplo, la del “Hostal de la Trucha”, en Villarluego).

Puentes de piedra

Llegamos ahora al puente por antonomasia, el de sillería con arco, sea éste de medio punto, apuntado o rebajado. Los hay atribuidos a romanos, moros, templarios y al mismo diablo en no pocas ocasiones. Sin embargo, las cons-

trucciones que hoy pueden verse son, en su inmensa mayoría, obra de los siglos XVI al XIX, y sólo en algún caso pueden datarse antes del siglo XIV. Aunque muchos de ellos tengan algún sillar romano en sus cimientos, no por eso han de datarse en esa época.

Parece indudable que los romanos fueron los primeros en construir puentes de sillería en España. La filosofía constructiva de los romanos era muy diferente de la habitual en otras épocas, y por ello se hacían puentes como el que probablemente sea el más bello de España: el extremeño puente de Alcántara, obra singular de bellísima factura, cuyo constructor, en el año 104, dejó esta inscripción en el pequeño templo que lo flanquea: «Por si los caminantes desean saber por quién y por qué se fabricó este puente gigantesco y este templo cavado en la misma peña del Tajo, lleno de la majestad de los dioses y del César, en donde el arte quedó vencido por su misma materia, sepan pues que Lacer, hombre esclarecido en el arte divino de la arquitectura, hizo este puente, que durará mientras dure el mundo».

En Aragón hay un magnífico muestrario de puentes de cantería: famosos, como el de Piedra de Zaragoza; de proporciones grandiosas, como el de San Miguel, que salva el río Aragón en Jaca; y largos, como los que atraviesan el Isábena en Capella, el Gállego en Anzánigo, el Aragón en Martes o el Jalón en Embid de Ariza. Hay otros casi des-

conocidos, como el situado junto a la carretera de Sos a Uncastillo, el muy modesto de Algar, junto a Calatayud, o el del Batán de Calcena.

De todos ellos, el que se encuentra sometido a un mayor esfuerzo es el llamado Puente del Diablo, en Mediano, sumergido por las aguas del embalse del mismo nombre y que, por tal motivo, ha acumulado en su tablero toneladas y toneladas de “tarquín”.

La localidad aragonesa que cuenta con mejores puentes en su término es Alquézar (Villacantal, Molino y Buera). Pero la comarca que más destaca es, posiblemente, la Ribagorza, donde quizá se encuentren los puentes antiguos más altos:

los de Olvena, Perarrúa, Graus y la Puebla de Castro sobre el Ésera, y los de Capella y Beranuy sobre el Isábena.



Puentes de Olvena, sobre el Ésera

Existen ejemplares de gran belleza en todo Aragón; pocos tan airosos, a pesar de su escaso tamaño y altura, como el de Mira-

vete, pero ninguno como el que une las localidades de Morata y Chodes, construido en 1677: probablemente sea éste el puente más hermoso de la Comunidad, puesto que, además de sus proporciones, es quizá el único que aún mantiene sus accesos en ambos estribos tal como se construyeron. También cuenta con una peculiaridad de estilo que lo hace único y singular: junto a la piedra “caracoleña”, durísima y eficaz como ninguna en la construcción de obras hidráulicas, se ha empleado piedra roja de rodano en sus antepechos, lo que le confiere una imagen francamente atractiva.



Puente entre Morata y Chodes, sobre el Jalón, construido en 1677

Resulta también muy interesante el puente de Bágüena, del que dijera Pascual Madoz, en 1850, que era el mejor del Jiloca; se acompaña de una interesante cruz de forja contemporánea a la construcción del puente (1739).

Airoso e inútil como pocos es el viejo puente que atraviesa el Alcanadre (topónimo árabe que significa “río de los puentes”) y que unía Abiego con Junzano por un camino desaparecido hace años.

Otros puentes interesantes se encuentran sobre el Guadalope, en Calanda y Castelserás, o reconstruidos sobre el Gállego, como el de Fanlo (cerca de Ipiés). Los hay también ocultos bajo la carretera, como el de Alcañiz sobre el Guadalope o el de la autovía en Alagón; o integrados en el entorno, como los de Beceite y Valderrobres. E incluso hay algunos bien señalizados, como en Luco de Jiloca y Calamocha, rarezas que deben tanto honor a que nadie ha cuestionado su origen romano; época a la que, por cierto, es casi seguro que corresponden las imponentes ruinas del puente sobre el Cinca situadas frente a Castejón del Puente.

Existen también puentes de ladrillo, generalmente más raros y modestos y normalmente con partes de cantería, entre los que destaca el ya citado de la N-232 sobre el Jalón en Alagón, de origen renacentista.



Puente de Luco, sobre el Jiloca

Esta somera relación de puentes de piedra puede cerrarse mencionando los puentes remendados, aquéllos cuyos arcos son un compendio de estilos y materiales. Entre ellos destacan el ya mencionado de Martes y el que cruza el Matarraña frente a Maella, pero, sobre todo, el puente Viejo de Épila, que inspira una especial simpatía por su fragilidad: sus remiendos, cosidos y rellenos con todo tipo de materiales son como viejas cicatrices guerreras, testimonio de cuatro siglos de esforzada misión. Feos remiendos que ilustran bien lo fácil que es mantener un puente en estado de servicio sin grandes dispendios (no se olvide que es el desgaste producido durante generaciones lo que da a las obras públicas ese aire de venerables ancianos que muestran con frecuencia).

Por último, una breve mención de los puentes de cantería construidos a finales del siglo XIX y comienzos del XX, uno de cuyos mejores ejemplos está en la línea ferroviaria Zaragoza-Valencia, junto a la N-330, en el desvío a Cerveruela.

Puentes de hierro

Los hay, y muy notables, repartidos por todo el territorio aragonés. Entre ellos destacan dos sobre el Ebro: el de Gallur y el famoso Puente de Hierro o del Pilar en Zaragoza, donde también se encuentra el de estilo modernista sobre el Gállego. De este tipo pueden encontrarse otros en



Puente de hierro sobre el Ebro, en Sástago

la línea férrea entre Zaragoza y Madrid, en el valle del Jalón. Y también los hay mixtos de hierro y hormigón, como el que atraviesa el Ebro en Sástago, con arcos de ambos materiales.

En este tipo de puentes podemos encuadrar también los colgantes, muy raros en nuestros días, entre los que destacan el de Senegüé sobre el Gállego, el situado sobre el río Martín entre los Baños de Ariño y el Santuario de Nuestra Señora de Arcos, el de Lacort y el de Jánovas. Tiempo atrás hubo otros más espectaculares, como el de Zaragoza sobre el Gállego, el que salvaba el profundo tajo del Alcanadre entre Angüés y Lascellas, y los de Fraga y Monzón sobre el Cinca.

Puentes de hormigón

Hay ejemplares muy numerosos y de gran interés diseminados por todo Aragón. Destacan, como más representativos, el recientemente construido sobre el Cinca para el

paso del AVE, en las inmediaciones de Fraga, o los nuevos puentes zaragozanos del Pilar y las Fuentes, que se han sumado al puente de Santiago y al renovado de La Almozara. Entre los más espectaculares figura el que atraviesa el río Matarraña cerca de Torre del Compte, sobre el que circulaba el desaparecido ferrocarril de Val de Zafán, pero quizá el mejor ejemplar aragonés sea el viaducto de Teruel.

ACUEDUCTOS

Esta muy especial modalidad de puentes, los acueductos, son llamados en Aragón también “canales” y “gallipuentes”.

Ha de reconocerse, ciertamente, que los acueductos aragoneses no pueden compararse con los de lugares como Segovia, con su famoso ejemplar romano, o con el de las Ferreras de Tarragona, por no hablar del Pont du Garde francés. Sin embargo, aunque más modestos, se conservan en la Comunidad acueductos romanos, como el de los Bañales de Sádaba y el puente de los Tres Ojos (desde 1996 tan sólo dos, y pronto quizá ninguno) en Cervera de la Cañada, posiblemente relacionado con el abastecimiento a *Bilbilis*.

De construcción medieval es el llamado “Arco de la Mora”, junto a Zuera, quizá uno de los acueductos de época musulmana más importantes de España.



*Acueducto de la acequia del Olivar Alto,
en Morata de Jalón*

Existen muchos otros, centenares quizá, de épocas posteriores que se distribuyen por todos los lugares donde hay que transportar agua de un lado a otro. Se pueden mencionar los acueductos de la acequia del Olivar Alto, en el barranco del Diablo, de Morata de

Jalón; el de Sangarrén, construido hace cinco siglos por el maestro Mateo de Almudévar; o el que atraviesa el Vero aguas arriba de Castellazuelo, obra de Juan de Aracil, autor de obras tan importantes como la fuente de San Francisco de Barbastro, la iglesia de Capdesaso o las magníficas torres de Castejón del Puente y Pertusa.

También destacan los acueductos de Caspe y Ariza, así como el de la acequia Carraviega de Ateca. Los llamados Paso de los Gigantes y Los Arcos se encuentran en las poblaciones turolenses de Castellote y Calanda, respectivamente.

Los hay que llaman la atención por su factura poco cuidada, quizá a causa de la poca pericia del maestro que los construyó, aunque el “detalle” de que permanezcan en pie más bien indica que las apariencias engañan; pue-

den citarse el acueducto de la acequia Torcalespino en Inogés, junto al río Grío, con arco de imposible repetición; o el de la acequia Alta de la Venta en Jarque, sobre el barranco de Valdeleños, junto al río Aranda.

Los destinados al suministro de agua de boca son muy pocos. Sobresalen dos ejemplares turolenses: uno en la misma capital, el acueducto de Los Arcos, construido hacia 1558 por Pierres Vedel; y otro el magnífico y casi desconocido acueducto de Camarillas.

Entre los modernos, destacan los característicos “empujados” que se construyeron para riegos del Alto Aragón: el encofrado del hormigón avanza desde una orilla sobre la parte que se acaba de construir y queda volado sobre



Acueducto de Camarillas

sobre el vacío; en sucesivos “empujones” del encofrado, se alcanza la otra orilla o el siguiente pilar. Cabe citar, como más señalados, los de Pertusa y los tramos IV y V del Canal de Monegros.

TRANSPORTE FLUVIAL

Pasos de barca

A los grandes ríos aragoneses, los puentes les han durado poco. No importaba que fuesen de madera, ladrillo o de la más perfecta sillería: la fuerza de las aguas —y, a veces, lo precario de su cimentación— hacía inútil todo esfuerzo. En tiempos de riqueza, la Diputación del Reino se permitía el lujo de reconstruir los puentes que periódicamente eran destruidos. Pero, por desgracia, las épocas de vacas flacas han prevalecido a lo largo de la historia, por lo que, a menudo, eran las muchas veces peligrosas barcas de paso el único método de atravesar el Cinca, el



Paso de barca, en Torres de Berrellén

Ebro y el Gállego, los tres ríos de Aragón que contaron con ese medio de transporte.

En sus orígenes, estas barcas de paso estaban formadas por uno o dos botes sobre los que se instalaba una plataforma de madera que permitía su uso por personas, carros y animales. Su sistema de fijación

consistía en una pértiga que se unía a una gruesa cuerda de cáñamo de una sola pieza, pues estaba prohibido utilizarlas de esparto o con empalmes y nudos. Esta cuerda se tendía de lado a lado del río, donde quedaba amarrada a grandes árboles o rocas.

También se contaba con otra cuerda más delgada y cercana al agua, que servía para acercar la barca a la orilla opuesta, tirando de ella. Los precios variaban en función del caudal que llevase el río, multiplicándose hasta por tres cuando había de media crecida hacia arriba. En caso de riada, el barquero debía desamarrar la barca y ponerla a cubierto antes de que fuese arrastrada por la corriente.

La llegada del cable de acero, tensado por fuertes cabrestantes, supuso una gran ventaja y un aumento de la seguridad, puesto que permitía desplazar la barca usando tan sólo el timón

En nuestros días, únicamente se emplean para uso agrícola. En pueblos cercanos a Zaragoza, como Torres de Berrellén y Sobradiel, aún pueden verse algunas barcas. Aguas abajo de la capital perviven algunas más, para dar paso a “mejanas” o islas fluviales.

Sobre el Cinca

Hasta mediados del siglo XVII hubo puentes en Mediano, Estadilla, Castejón del Puente, Barbastro y Monzón, pero los que aún se conservaban fueron destruidos en

aquella época y sustituidos por barcas, que también había en Pomar, Albalate, Oso, Almudáfar, Ballobar, Estada y Belver de Cinca. En Chalamera hubo dos pasos de barca, uno al Sur y otro al Norte, construidos en 1841. El Grado también tenía dos barcas de paso, una al Este, llamada del Torno, y otra al Sur, conocida como Peñalacambra. Ligüerre de Cinca contaba con otra, al igual que Olvena y Zaidín.

Desde finales de la Edad Media, hubo en Fraga un puente de madera que fue arrastrado una vez tras otra por las abundantes avenidas del Cinca, lo que con frecuencia obligaba a los viajeros a cruzar por medio de barcas. Monzón, en cambio, careció de puentes durante largos periodos de tiempo: el Cinca se pasó con barca desde la Guerra de Secesión catalana (1640-1652) hasta la segunda mitad del siglo XIX, cuando se construyó el puente colgante.

Entre los pasos de barca de los que aún perduran restos destaca el de Castejón del Puente.

Sobre el Ebro

Las limitaciones técnicas y los escasos recursos impidieron durante mucho tiempo la construcción de puentes seguros en el tramo medio y bajo del Ebro. Hasta el siglo XIX, desde Tudela al Mediterráneo sólo se levantaban los dos puentes de Zaragoza —el de Piedra y el de Tablas—, lo que hacía de las barcas de paso un instrumento obligado para la comunicación entre ambas orillas.

A lo largo del siglo XX han estado en funcionamiento las de Alborge, Cabañas de Ebro, Caspe, Cinco Olivas, Chiprana, Escatrón, Boquiñeni, Mequinenza (que contaba con una sobre el Ebro y otra en el Segre), Novillas, Pina y Sástago, donde también había dos barcas. Actualmente quedan dos en activo, la muy moderna de Sobradíel, que cuenta con un sistema de arrastre motorizado, y la de Torres de Berrellén, que es usada regularmente por los vecinos, especialmente en la festividad de la Virgen del Castellar, para acceder a la ermita.

Sobre el Gállego

El río Gállego tuvo varias barcas de paso, sobre todo en su curso bajo, donde no abundan los puentes. Se sabe que las hubo en San Mateo y Peñaflo, aunque probablemente la más concurrida fue la de Zuera en las épocas en que no había puente. Sin embargo, la que por desgracia se hizo famosa a finales del siglo XIX fue la de Santa Eulalia de Gállego: según cuenta Joaquín Costa, se hundió repleta de gente de la localidad mientras cruzaban el río de romería.

La navegación por el Ebro

El Ebro ha sido navegable desde la Antigüedad y hay constancia en época romana y medieval de un intenso tráfico comercial entre Zaragoza y la costa, principalmente Tortosa y Barcelona, hacia donde se transportaba el cereal

de las Cinco Villas, la sal de Remolinos y otras mercaderías como lanas, pieles y ganados.

Sin embargo, a causa de los frecuentes estiajes y de los cambios en el lecho del río, y quizá también por el pequeño tamaño de las embarcaciones y la mejora de las comunicaciones terrestres, la navegación por el Ebro fue cada vez menos rentable y más esporádica. Por ello, desde el siglo XVIII se impulsaron diversos proyectos de navegación.

Eran dos las principales posibilidades. Por un lado, un canal navegable paralelo al cauce; por otro, el dragado del lecho del río y su encauzamiento para asegurar pasos transitables a las embarcaciones. Resultado de estos proyectos fueron el Canal Imperial de Aragón, de 125 km de longitud, y el canal entre San Carlos de la Rápita y Amposta, de poco más de 10 km, ambos navegables y construidos en el siglo XVIII.

Más adelante, a mediados del siglo XIX, se constituyó la Real Compañía de Canalización del Ebro, con un gran capital social para la época: 126 millones de reales.

El trabajo que entonces se realizó fue enorme: se dragó gran parte del recorrido del río, se reconstruyó el canal de Amposta, se edificaron kilómetros de diques y once esclusas, así como los embarcaderos de Escatrón, Caspe, Amposta y San Carlos de la Rápita. Para el servicio de la compañía se compraron vapores de ruedas laterales, que



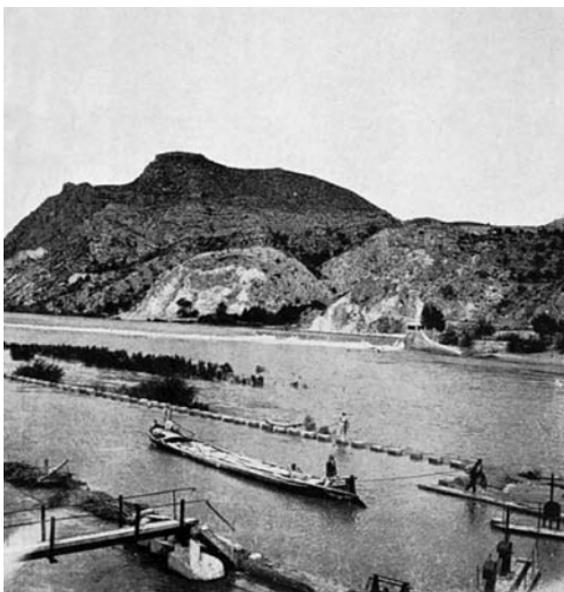
*El vapor Anita en el astillero de Tortosa,
en torno a 1910 (Foto: R. Borrell)*

comenzaron a prestar servicio en 1856. Dos años más tarde, en 1858, llegó al puerto de Escatrón el primer vapor.

A pesar de haber demostrado que la navegación fluvial era viable, las previsiones de la empresa no contaron con las posibilidades del ferrocarril, que ya desde 1861 unía Zaragoza con Lérida y Barcelona. Debido al ingente coste que suponía recuperar el río para la navegación tras las frecuentes riadas, la compañía fluvial no pudo resistir la competencia y desapareció a comienzos del siglo XX.

De todos los tipos de embarcaciones que han surcado el Ebro, los más populares han sido los conocidos como

“llauts” o “llaguts” (laúdes), barcos de fondo casi plano, propulsados mediante velas o mulas y de una capacidad que oscilaba entre 10 y 70 t. Ya en el siglo XX, fueron muy utilizados para el transporte de carbón desde las minas de Fayón y Mequinenza hasta el Mediterráneo, y posteriormente desde Fayón hasta la central térmica de Escatrón. El número de estas embarcaciones de carga, en el tramo comprendido entre Mequinenza y Mora, superaba el centenar a principios de siglo.



“Llaut” en la esclusa de Xerta (Foto: F. Blasi)

En 1936 había un total de 61 laúdes en el Ebro, 16 de ellos en Mequinenza, que poseían una capacidad de carga entre 18 y 30 t. En Fayón había 22, seis de ellos propiedad de la mina Previsión y 16 de la Carbonífera del Ebro. El resto pertenecía a las localidades tarraconenses de Flix, Ascó y Mora.

La Batalla del Ebro acabó con buena parte de los que aún estaban en servicio. Sin embargo, pasada la Guerra Civil, y pese a la competencia del ferrocarril y el automóvil, la navegación fluvial se mantuvo durante algunos años para transportar el carbón de Mequinenza, hasta Fayón en laúdes y, desde allí, hasta la central térmica de Escatrón por ferrocarril.

Navegación por el Canal Imperial

Una de las razones que impulsaron la construcción del nuevo Canal Imperial, en el siglo XVIII, fue la creación de una vía navegable al estilo centroeuropeo, para transportar a bajo precio toda clase de mercancías, primero de Tudela a Zaragoza y, más tarde, hasta el mismo Mediterráneo. Dado que la construcción del Canal quedó interrumpida en Zaragoza, sólo fue posible la navegación en el primero de los tramos, que fue abundante y rentable durante muchos años.

Más adelante, la puesta en servicio del ferrocarril supuso un notable quebranto a los ingresos del Canal que, tras un

tiempo de feroz competencia, se saldó con la derrota de la navegación. Cuando los gobernantes comprobaron que el gran negocio de la navegación había desaparecido, se alquilaron los derechos a una empresa privada y, después, a la propia compañía del ferrocarril, que se ocupó conscientemente de que el Canal Imperial no se recuperase jamás para la navegación comercial.

Años más tarde, cuando el Canal estaba a punto de perder totalmente las condiciones de navegabilidad, la I Guerra Mundial volvió a resucitarlo, ya que la empresa de ferrocarriles tuvo que movilizar todo el material para abastecer a los países en conflicto. Esta circunstancia revitalizó momentáneamente la navegación, e incluso se construyó una estación de enlace entre el ferrocarril de las Cinco Villas y el embarcadero de Gallur.

También por esos años fue abundante el transporte de remolacha con destino a las azucareras, que proliferaron en Aragón durante el primer cuarto del siglo XX. Debido a ello, la Sociedad Azucarera construyó un nuevo embarcadero en Grisén, desde el que la remolacha se cargaba en el ferrocarril y se transportaba a las grandes factorías situadas junto a la vía férrea Zaragoza-Madrid que esta empresa poseía.

Desde ese momento, la navegación por el Canal estuvo a merced de las industrias azucareras y siguió sus vaivenes hasta su desaparición en los años sesenta.

En 1927, la flota del Canal Imperial estaba compuesta por varios remolcadores a vapor y diesel y por dos barcas de 35 toneladas, dos de 45, dos de 70 y muchas otras embarcaciones menores para servicio interno y transporte de viajeros. Las compañías azucareras contaban con treinta barcos de 50 toneladas y dos de 100.

Navatas

Las navatas han sido el medio de transporte tradicional de la madera del Pirineo hasta los pueblos y ciudades situados aguas abajo y en la propia costa.

Tras la tala, los árboles se llevaban con mulos hasta la cercanía de un curso de agua. Una vez en la orilla, y si el río tenía la suficiente capacidad para transportarlas, se armaban las navatas. Si esto no era posible, por la estrechez del cauce o el escaso caudal, se realizaba la operación conocida como “barranquiar”, difícil trabajo que consistía en hacer que bajaran los troncos sueltos por las embravecidas aguas de los torrentes pirenaicos.

Cuando la madera se encontraba en las orillas de cualquiera de los ríos navateros, como el Cinca, el Gállego o el Aragón, comenzaba la construcción de las navatas. Éstas se forman con un conjunto de varias plataformas o “tramos”, cada una de ellas hecha a base de troncos unidos longitudinalmente mediante cortes y taladros que sirven para fijar los “verdugos” y “barreros” de sarga. Este material mantie-

ne los troncos unidos con la flexibilidad necesaria para soportar los bruscos giros y golpes que deben soportar en su largo periplo. Por último, se hacen y montan los remos con sus fijaciones en los extremos para dirigirlos; el peso total de una navata de tres tramos oscila entre doce y veinte toneladas.

El largo y penoso viaje comenzaba cuando las lluvias y el deshielo de los meses de mayo y junio daban lugar a los “mayencos” o crecidas. El trayecto entre Laspuña y Tortosa, por ejemplo, duraba entre cinco y veinte días, en función de las condiciones del río. Una vez llegados a su destino, los navateros debían realizar el viaje de vuelta cargados con las sogas, hachas y barrenas que habían utilizado en su embarcación.

La actividad de las navatas cesó hacia los años veinte, cuando las grandes obras hidroeléctricas crearon graves impedimentos a la navegación, a la vez que su construcción motivó la apertura de nuevas y más amplias carreteras que fueron inmediatamente empleadas para el transporte de madera mediante camiones.

En cualquier construcción antigua situada en las riberas de los ríos mencionados y en todo el valle del Ebro, aún pueden verse las vigas de madera de los tejados con su punta afilada como la proa de un barco y un taladro en medio, señal de que han llegado navegando desde algún lejano monte pirenaico.

OBRAS HIDRÁULICAS DIVERSAS



NORIAS DEL EBRO

La noria es un sistema relativamente simple que se ha usado para elevar el agua aprovechando la energía de los propios cauces fluviales. Han sido construidas con diversos materiales, formas y tamaños; y aunque se han utilizado en casi todo Aragón, tradicionalmente han destacado por su tamaño las de la ribera del Ebro.

Madoz, a mediados del siglo XIX, indicaba que las norias instaladas en las poblaciones ribereñas de este río eran de 85 palmos de diámetro, lo que equivale a unos 16 m, es decir, más o menos la altura de un edificio de cuatro plantas.

Como en tantas otras cosas, Aragón tiene en estas construcciones un impresionante patrimonio, único en Europa, pero nadie ha hecho nada por rehabilitar tan espectaculares monumentos. Estas norias, además de dar un sello de identidad a las tierras bajas del Ebro aragonés donde se ubicaban, permitirían también un notable ahorro de energía, ya que su reconstrucción no implica el desmantelamiento de las actuales estaciones de bombeo.

Existen grandes noriales que podrían ser rehabilitados sin demasiados problemas en los siguientes lugares:

Alborge: se mantiene en relativo buen estado.

Alforque: el molino harinero tenía adosada una enorme noria que elevaba el agua hasta la acequia. Actualmente, ésta se alimenta mediante bombas, aunque se mantiene la estructura de piedra en buenas condiciones.

Cinco Olivas: junto al molino había una gran noria que elevaba el agua desde el Ebro. Aunque hace ya mucho que desapareció la rueda, aún presenta buen aspecto su infraestructura.

Escatrón: en el Monasterio de Rueda se conserva la estructura de la espectacular rueda de noria a la que quizá deba su nombre.

Gelsa: junto a la nueva central hidroeléctrica se encuentra la estructura intacta de las tres norias en paralelo, de unos 14 m de diámetro, quizá las mayores que hubo en el Ebro. Más abajo, junto a la población y el molino, pervive la infraestructura de otras norias menores.

La Zaida: queda el norial de lo que fue un sistema de elevación de aguas con dos ruedas, en la margen derecha del Ebro, construido a mediados del siglo XIX.

Menuza: cerca de la central hidroeléctrica se localiza uno de los mejores noriales del Ebro, construido en 1872 al final de un largo azud.

Sástago: tiene un espléndido norial de tres ruedas que fue construido por el conde de Sástago a finales del siglo XVIII.

Velilla de Ebro: cuenta con las norias más pequeñas y conocidas del Ebro, inmortalizadas por una fotografía del Archivo de la Confederación Hidrográfica del Ebro.

Arriba, noria de Villanueva de Jalón, todavía en servicio; abajo, el norial de Sástago, construido en el siglo XVIII para la instalación de tres grandes norias



Además de las citadas, aún perviven notables norias repartidas por Aragón, entre las que destaca la de Villanueva de Jalón (Morata de Jalón), probablemente la noria aragonesa en servicio de mayor tamaño.

SALINAS

Aragón, a pesar de su situación geográfica interior, que le ha privado tradicionalmente de la sal marina, nunca ha tenido problemas de sal. Más bien al contrario, ya que la ha exportado desde hace siglos o tal vez milenios, sobre todo gracias a la gran mina de sal de Remolinos, explotada desde antiguo; un filón que quizá continúe hasta Torres de Berrellén, cuyas salinas también tuvieron gran renombre. Sin embargo, el resto de las salinas aragonesas son fuentes saladas de las que se extrae la sal por evaporación, entre las que destacaremos las siguientes:

En Teruel fueron famosas las de Gallel, en la posterior pardina de ese nombre, junto a la localidad de Alba, ya explotadas en 1584, cuando Alonso de Barrio y otros canteros de Ajo empedraron el patio.

También se conoce la existencia de salinas en Albarra-cín, en la partida de Valtablado, en Arcos de las Salinas, donde extraían el agua mediante una noria; y en Ojos Negros, donde hubo una explotación bastante importante y que aún se mantiene.

Huesca ha contado con dos renombradas salinas. Una, la de Peralta de la Sal, aún en explotación, que se dividía en 32 salinas abastecidas por tres fuentes saladas y de las que se extraían, a mediados del siglo XIX, 15.000 fanegas de sal. La vecina población de Calasanz tuvo también un pozo de agua salada y eras para evaporar el agua, pero en tiempos de Madoz (1850) estaban destruidas y el pozo tapiado desde que lo ordenó Felipe II.

La otra salina famosa fue la de Naval, célebre hasta bien entrado el siglo XX. La distribución de la sal era, tradicionalmente, pareja con la cerámica, puesto que se vendía dentro de las vasijas fabricadas en los famosos alfares locales. Las fuentes salinas eran cinco, localizadas en las partidas de La Rolda, Ranero e Iruelas; eran conducidas a las balsas mediante canales de



*Salinas de Peralta de la Sal
(Foto: Severino Pallaruelo)*

piedra o madera. También se encuentran en funcionamiento y son un buen motivo para visitar esta población altoaragonesa.

Otras salinas modestas hubo repartidas por todo Aragón, entre ellas las de El Grado, La Puebla de Castro, Estadiela, Gratal, Salinas de Jaca, Salinas de Trillo, Monte de Sástago, Armillas, Bujaraloz, Pina, Chiprana, Fuensanta, Las Amargas, Abanto, Nuévalos y Gallocanta.

POZOS DE NIEVE

Afortunadamente, los pozos de nieve viven una revitalización que —a pesar de tardía para muchos— está salvando algunos del olvido y la ruina. Rara ha sido la población aragonesa que no ha contado con pozos de nieve, unos de mayor envergadura y capacidad que otros, algunos incluso monumentales, aunque en todos ellos se adivina la importancia que tuvieron tiempo atrás.

No está muy claro su origen, que según algunos sería musulmán, aunque se popularizaron a partir del siglo XVI. Es también un misterio saber si fueron una muestra del sibaritismo de nuestros antepasados o bien si su gran difusión fue motivada por modas médicas que pregonaban las excelencias del frío para un largo catálogo de enfermedades. En cualquier caso, los arrendadores de los pozos de nieve de las ciudades debían cumplir unas rigurosas nor-

mas de suministro; es curioso señalar que estaba muy castigado negar su venta para un enfermo a cualquier hora del día o de la noche, tanto en días laborables como festivos. Por ello, los arrendadores se quejaban de ser objeto de pesadas bromas por parte de los vecinos más juerguistas.

Para asegurar la conservación de la nieve, era necesario realizar una obra de fábrica muy sólida, con muros gruesos y bóvedas de espesor considerable que la mantuvieran bien aislada de los sofocantes calores estivales. A pesar de su nombre, los pozos generalmente no se llenaban con nieve, sino con el hielo que se fabricaba en balsas cercanas al pozo; aunque a veces, si la temperatura era muy baja, el agua se echaba directamente al pozo para que se congelara allí. Los conjuntos formados por el pozo y las balsas siempre se encuentran cerca del río o del barranco que aporta el agua. Por ejemplo, el magnífico pozo de hielo de Barbastro se encuentra cerca del río Vero, y los de Buera y Casbas, junto a un barranco.

A Huesca llegaba la nieve desde la sierra de Gratal, entre Arguis y Nueno. A Zaragoza, del



Pozo de nieve de Camarillas

Moncayo y la zona de Fuendetodos. En lo que respecta a Teruel, no era problema grave su aprovisionamiento, dada la altitud de la comarca.

Existían varios tipos de obras de fábrica relacionados con la nieve. De un lado, los pozos que se construían en las montañas para guardar la nieve que en verano se llevaba a los núcleos urbanos. De otro, los pozos o edificios, llamados neveras o neverías, en los que las villas y ciudades guardaban la nieve traída de las montañas, el hielo recogido en las balsas próximas o el producido en el propio pozo.

De los pozos que se construían en las montañas hay magníficos ejemplos cerca del monasterio nuevo de San Juan de la Peña, en la cumbre de la Peña Oroel o en la vertiente norte de Gratal, frente a Arguis. Sin embargo, la obra más señalada de entre las que se construyeron en el Alto Aragón para guardar la nieve quizá sea el pozo del Tito, situado en la sierra de Sevil, en Alquézar: se trata de un pozo de planta circular excavado en roca caliza, con un diámetro de 8 m y una altura similar, cubierto por robusta cúpula de sillares y reforzada con cuatro arcos formeros. También se conservan buenos pozos en Sádaba, Uncastillo, Fuendetodos, Santa Cruz de Nogueras y Azuara.

De entre las obras relacionadas con el comercio del hielo, destaca la nevería de Alcañiz, felizmente recuperada y de obligada visita para el amante de las obras insólitas.

De los principales pozos de la provincia de Huesca —y de alguno de la de Zaragoza— existe un informe muy interesante, redactado a mediados del siglo XVII, que dio a conocer Federico Balaguer. El escrito fue encargado por el concejo de Huesca, en el año 1655, a Sebastián de Pueyo y tenía como finalidad obtener información destinada a la construcción de un pozo que pensaba levantar la ciudad. El visitador recorrió Barbastro, Monzón, Loporzano, Lalueza, Leza, Zuera y Almudévar observando los pozos de nieve de estas poblaciones, que quizá en su mayoría habían sido construidos entre el último tercio del siglo XVI y la primera mitad del XVII.

LA MINA DE DAROCA

Así es como se denomina a la gigantesca galería excavada bajo uno de los montes que rodean Daroca. Las razones que impulsaron una obra de esa magnitud, una de las mayores en su género realizadas en su tiempo en Europa, fueron tan poderosas como las riadas que acostumbraban a padecer los habitantes de la ciudad.

Debido a su ubicación en una vaguada, la calle Mayor recogía todas las aguas de los barrancos cercanos y las encaminaba torrencialmente por el centro de la ciudad hasta salir por la Puerta Baja... siempre que ésta estuviese abierta. Si se daba el caso de hallarse cerrada, la muralla

se convertía en una gran presa que inundaba las casas y comercios cercanos, tal como se cuenta en la historia del “ruejo” de Daroca: tras una de esas tormentas, inundados los alrededores de la Puerta Baja, hubo que lanzar rodando calle abajo un ruejo (piedra de molino) para abrir una brecha en la puerta y permitir el desembalse.

El único remedio posible para estos desastres era la titánica obra de hacer pasar las riadas a través de uno de los montes que circundan la ciudad, después de ser conducidas mediante un largo muro. Este trabajo le fue encomendado a Quinto Pierres Vedel.

Las obras comenzaron en julio de 1555 y la perforación del túnel duró cinco años, más otros dos que se emplearon en diversas obras de canalización. Acerca de ello existió una lápida con el siguiente texto: «Esta mina, arcos y fuentes de Daroca hizo el insigne arquitecto y famoso escultor Pierres Vedel; murió año de 1567 a 30 de mayo y está sepultado en Santa María de Albarraçín. Empezóse año de 1555. Acabóse año de 1562».

La mina presenta una longitud aproximada de 600 m, con una pendiente del 1%. Mide 6 m de ancho y tiene una altura de 7 en la entrada y 8 a la salida. Fue necesario reforzar los muros y la bóveda del túnel en muchos lugares, así como cerrar numerosas grietas que se abrían en la roca. Se dice que los trabajos comenzaron en ambas

bocas a la vez y que las dos cuadrillas se reunieron en el centro de la galería. Más tarde, entre 1591 y 1592, se hizo un enorme gallipuerto (el acueducto conocido como “Las Rodadas”) a la salida de la mina, sobre el que discurría la rambla canalizada hasta el Jiloca.



Salida de la Mina de Daroca

La mina continúa siendo hoy día una obra sorprendente y espectacular, tanto por el trabajo que supuso como por su paisaje, especialmente en la salida. A pesar de su actual abandono y del desconocimiento general, la mina de Daroca fue una de las mayores obras públicas de su época; hasta el punto de que en 1585 la visitó el rey Felipe II, que la atravesó completa junto con toda la Corte.

Se accede a ella por la N-330, desde la que se puede ver la boca del túnel a 50 m a la izquierda, en dirección a Valencia, bajo los lienzos de la muralla.

OBRAS HIDRÁULICAS EN LA PROVINCIA DE HUESCA

Nº	POBLACIÓN	DENOMINACIÓN Y DETALLES
1.	Abiego	Molino y azud, puente sobre el Alcanadre
2.	Almunia de San Juan Albelda	Aljibes excavados en roca
3.	Alquézar	Fuente, molino, puentes de Villacantal, Molino y Buera
4.	Anzánigo	Puente sobre el Gállego
5.	Arguis	Embalse de Arguis en el Isuela
6.	Barbastro	Fuente
7.	Berbegal	Fuente de San Gregorio
8.	Bierge	Azud del Molino
9.	Biescas	Molino de Ainielle
10.	Candasnos	Balsa
11.	Capella	Puente sobre el Isábena
12.	Castejón de Monegros	Fuente y galería
13.	Castejón del Puente	Puente sobre el Cinca
14.	Castilsabás	Molino de aceite
15.	Castillazuelo	Azud Pueyé
16.	Chimillas	Estanca de Cortés
17.	Estadilla	Fuente
18.	Fiscal	Batán de Lacort
19.	Fonz	Fuente
20.	Gistaín	Fuente, molino de Gistaín
21.	Huesca	Estanca de Loreto
22.	Jaca	Puente de San Miguel
23.	Laluenga	Balsa y pozo o qanat
24.	Lanaja	Fuente de la Cartuja de Monegros
25.	Las Bellostas	Molino y azud
26.	Lecina	Molino de Lecina en el Vero
27.	Martes	Puente sobre el Aragón
28.	Naval	Molino de Naval y salinas
29.	Olvena	Puente sobre el Ésera
30.	Peralta de la Sal	Salinas
31.	Piracés	"Pozo de los Moros"
32.	Plan	Serrería
33.	Pozán de Vero	Azud de San Marcos
34.	Sariñena	Azud del Soto del Capitán

PROVINCIA DE ZARAGOZA



Base cartográfica procedente de la Oficina
de Planificación de la Confederación
Hidrográfica del Ebro

OBRAS HIDRÁULICAS EN LA PROVINCIA DE ZARAGOZA

Nº	POBLACIÓN	DENOMINACIÓN Y DETALLES
1.	Alcalá de Moncayo	Molino de los Huertos del Agua
2.	Alforque	Norias
3.	Almonacid de la Cuba	Presa en el Aguas Vivas
4.	Aranda de Moncayo	Molino del Batán, nacimiento del río Aranda
5.	Arándiga	Azud de la acequia Castejón en el río Aranda
6.	Borja	Estanca de Borja, molino de los Frailes
7.	Bulbuent	Fuente
8.	Calatayud	Aljibes en Bilibis, Fuente de los Once Caños
9.	Castiliscar	Estanca de Castiliscar
10.	Cervera de la Cañada	Acueducto del Puente de los Tres Ojos, azud de Cervera o de la Vega en el río Ribota
11.	Cimballa	Molino y “ojos” del río Piedra
12.	Cinco Olivas	Molino harinero, norias
13.	Chodes-Morata de Jalón	Puente sobre el Jalón
14.	Daroca	Fuente y “Mina”
15.	Embid de Ariza	Puente sobre el Jalón
16.	Épila	Puente Viejo
17.	Escatrón	Noria del Monasterio de Rueda
18.	Gelsa	Norias
19.	La Muela	Balsa y pozos
20.	Muel	Presa en el Huerva
21.	Murillo de Gállego	Museo de la electricidad
22.	Ricla	Molino de Canaba o de Cánova
23.	Sádaba	Acueducto de Los Bañales, Estanca de Valdefafuén
24.	Sástago	Norias y salina de la Playa
25.	Uncastillo	Molino de Loperena
26.	Used	Laguna
27.	Velilla de Ebro	Norias
28.	Villafeliche	Fuente de la Estación y molinos de pólvora
29.	Villarroya de la Sierra	Estanca derivada del Ribota y fuente
30.	Zaragoza	“Puente de Hierro” o del Pilar, Acequia del Rabal, Puente de las Fuentes, Puente de Piedra
31.	Zuera	Acueducto del Arco de la Mora

OBRAS HIDRÁULICAS EN LA PROVINCIA DE TERUEL

Nº	POBLACIÓN	DENOMINACIÓN Y DETALLES
1.	Aguaviva	Molino de Aguaviva y acueducto
2.	Báguena	Puente sobre el Jiloca
3.	Bañón	Fuente
4.	Barrachina	Fábrica de harinas y molino de Bernal
5.	Beceite	Puente sobre el Matarraña y fábricas de papel
6.	Calaceite	Azud del molino Nuevo, molino de Arnau y Font de la Vila
7.	Calamocha	Fundición, martinete de cobre, molino y puente
8.	Calanda	Puente sobre el Guadalupe
9.	Camarillas	Fuentes y acueducto
10.	Caminreal	Molino de Juan
11.	Celadas	Fuente
12.	Cella	Acequia romana excavada en la roca y pozo artesiano
13.	El Poyo del Cid	Central eléctrica
14.	El Vallecillo	Martinete y molino
15.	Jaganta	Molino de aceite
16.	La Fresneda	Acueducto y molino Viejo
17.	La Portellada	Azud del Salt en el Tastavins
18.	Luco de Jiloca	Puente sobre el Jiloca
19.	Mas de las Matas	Acequia de Camarón
20.	Miravete	Puente sobre el Guadalupe y molino
21.	Oliete	Embalse de Escuriza
22.	Ráfales	Molino de aceite del Hereu
23.	Rodenas	Aljibe excavado en la roca
24.	Sta. Eulalia del Campo	Molino de la Virgen
25.	Teruel	Acueducto y antigua presa del Arquillo de San Blas
26.	Valderrobres	Puente y fábricas de papel
27.	Villafranca del Campo	Presa sobre el Jiloca

BIBLIOGRAFÍA



ÁLVARO ZAMORA, María Isabel: «La alfarería y producción de pólvora en Villafeliche: su interrelación y proyección hacia América», en *Artigrama*, 5, pp. 167-184, Zaragoza, 1988.

ANÓNIMO: *Los Veintiún Libros de los Ingenios y las Máquinas. Manuscrito 3372 de la Biblioteca Nacional*, edición de J. A. García Diego, Turner, Madrid, 1983 [hay edición facsímil: Doce Calles y Fundación Juanelo Turriano, 1996].

BALAGUER, Federico: «Notas sobre pozos de nieve en el Altoaragón», en *Revista Argensola*, 89, pp. 73-82, Huesca, 1980.

BLÁZQUEZ, Carlos, y PALLARUELO, Severino: *Maestros del Agua*, Diputación General de Aragón, Zaragoza, 1999.

BLÁZQUEZ HERRERO, Carlos: *El Agua y Aragón*, El Periódico de Aragón, Zaragoza, 1995.

BOLEA FORADADA, José Antonio: *Los riegos de Aragón*, Sindicatos de Riegos del Alto Aragón, Zaragoza, 1978 [reedición: P.A.R., Huesca, 1996].

GONZÁLEZ TASCÓN, Ignacio: *Fábricas Hidráulicas Españolas*, M.O.P.U., Madrid 1987.

FERNÁNDEZ, Juan Antonio: *El Acueducto romano de Caesar Augusta*, CEHOPU, Madrid, 1994.

PALLARUELO CAMPO, Severino: *Los Molinos del Alto Aragón*, Instituto de Estudios Altoaragoneses, Huesca, 1994.



11. **El Cid en Aragón** • Alberto Montaner
12. **Diseño industrial. Una perspectiva aragonesa** • Juan M. Ubierno
13. **El clima de Aragón** • José María Cuadrat
14. **El nacimiento de Aragón** • Juan F. Utrilla
15. **Marcial** • Concha García Castán
16. **La industria en Aragón** • Adolfo Ruiz Arbe
17. **Los fotógrafos aragoneses** • Carmelo Tartón
18. **La cerámica aragonesa** • M^a Isabel Álvaro Zamora
19. **El escudo de Aragón** • Equipo de Redacción Cai100
20. **La medicina del siglo XVII en Aragón** • Asunción Fernández Doctor
21. **Gaspar Sanz, el músico de Calanda** • Álvaro Zaldívar
22. **El retablo de la catedral de Huesca** • Equipo de Redacción Cai100
23. **El Ebro** • Amaranta Marcuello - José Ramón Marcuello
24. **Magdalena, Navarro, Mercadal** • Ascensión Hernández
25. **Los fósiles en Aragón** • Eladio Liñán
26. **El Real Zaragoza** • José Miguel Tafalla
27. **El reino de Saraquista** • M^a José Cervera
28. **Gargallo, Condoy, Serrano** • Ángel Azpeitia
29. **Los vinos aragoneses** • Juan Cacho Palomar
30. **Ramón J. Sender** • José-Carlos Mainer
31. **Toreros aragoneses** • Ricardo Vázquez-Prada
32. **El folclore musical en Aragón** • Ángel Vergara
33. **El Canal Imperial de Aragón** • A. de las Casas - A. Vázquez
34. **Los castillos de Aragón** • Cristóbal Guitart
35. **La población aragonesa** • Severino Escolano

36. **La techumbre mudéjar de la Catedral de Teruel** • Gonzalo Borrás
37. **Los balnearios aragoneses** • Fernando Solsona
38. **Emprender en Aragón** • Benito López
39. **Francisco Pradilla. Un pintor de la Restauración** • Equipo de Redacción CAI100
40. **Obras hidráulicas en Aragón** • Carlos Blázquez y Tomás Sancho



41. **Las Órdenes Militares en Aragón** • Ana Mateo
42. **La moneda aragonesa** • Antonio Beltrán
43. **Los montes, patrimonio natural** • Ignacio Pérez-Soba
44. **Lucas Mallada y Joaquín Costa** • Eloy Fernández Clemente
45. **Los palacios aragoneses** • Carmen Gómez Urdáñez
46. **Realizadores aragoneses** • Agustín Sánchez Vidal
47. **El Moncayo** • Francisco Pellicer
48. **Las reinas de Aragón** • Concha García Castán
49. **Bílbilis Augusta** • Manuel Martín Bueno
50. **La Real Sociedad Económica Aragonesa de Amigos del País** • José F. Forniés Casals
51. **La flora aragonesa** • Pedro Monserrat
52. **El Carnaval** • Equipo de Redacción CAI100
53. **Arqueología industrial en Aragón** • J. Laborda, P. Biel y J. Jiménez
54. **Los godos en Aragón** • M^a Victoria Escribano
55. **Santiago Ramón y Cajal** • Santiago Ramón y Cajal Junquera