



artículo

Proyecto de Patrimonio Industrial del COIIM El Martinete de Cobre de Navafría

Por: Carmen Vázquez Cáceres, Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid
Utilizando como referencia principal el trabajo de Jorge Miguel Soler Valencia¹

Esta obra de ingeniería, que en contra de todo pronóstico ha llegado en funcionamiento hasta el siglo XXI, es un ejemplo de las antiguas industrias destinadas a la fundición y forja del cobre para la fabricación principalmente de utensilios domésticos, utilizando la energía hidráulica. A pesar de que eran conocidas por diferentes nombres: martinetes de cobre, fábricas de arambre o cobrerías, se podían distinguir en todas ellas dos secciones: el obrador o área de fundición del mineral en el horno y el forjado o zona donde se batía el cobre para darle forma.

El Martinete se encuentra en el término de Navafría, pueblo segoviano situado a 30 km en dirección Nordeste de la capital de provincia. Se asienta en la vertiente norte de la Sierra de Guadarrama y está rodeado de un extenso bosque de pinos silvestres y cruzado de Sur a Norte por el río Cega². Este privilegiado entorno explica la localización del Martinete, ya que desde que se generalizaron las ruedas hidráulicas para inyectar aire en el horno y para mover los mazos, se hizo imprescindible instalar estos ingenios en los cauces fluviales³.



El Martinete de Navafría.

En 1861, los hermanos Eugenio y Manuel Abán Raso, caldereros procedentes de Vozmediano (Soria), donde todavía se conservan los restos de un martinete para batir cobre, se instalaron en Navafría. En ese mismo año compraron la mitad de una sierra de agua de 1708 (diez años más tarde se harían con el resto), situada en el paraje

VISITA EL BLOG DEL COIIM DE PATRIMONIO INDUSTRIAL PARA DESCUBRIR MÁS FOTOGRAFÍAS DEL MARTINETE Y VÍDEOS QUE MUESTRAN SU FUNCIONAMIENTO.

[HTTP://PATRIMONIOINDUSTRIALCOIIM.BLOGSPOT.COM](http://patrimonioindustrialcoiim.blogspot.com)
ASÍ COMO LAS DIFERENTES ACTIVIDADES QUE EL COIIM REALIZA DENTRO DEL PROYECTO DE PATRIMONIO INDUSTRIAL QUE LLEVA A CABO.

denominado Majalcarro, para adaptarla y convertirla en un obrador de fundición de cobre con su correspondiente martinete.

Aniceto Abán, hijo de Eugenio, construyó un segundo martinete aguas abajo del primero, que desde ese momento se llamó "Martinete de Abajo" en contraposición al más antiguo o "Martinete de Arriba". En los años 30 del siglo pasado, el Martinete de Arriba estaba ya en estado de ruina.

Con el cambio de generaciones, el *martinete de abajo* pasó de Aniceto a su hijo Julio y de éste a su hijo Victoriano, manteniendo la costumbre de asegurar la continuidad del oficio. Victoriano, último batidor, falleció en 1999 y su hijo, Fernando Abán, es quien lo mantiene en la actualidad como museo etnográfico. El 17 de diciembre de 1998 fue declarado Bien de Interés Cultural por la Junta de Castilla y León.

¹ Soler Valencia, Jorge Miguel. *El Martinete de la fundición de cobre de Navafría*. El Adelantado de Indiana, 2006. Nº 4 y en <http://patrimonioindustrialensegovia.blogspot.com/>

² Sanz, Ignacio. *El Martinete de Navafría*. Colección Etnográfica. Segovia Sur. Pág.19.

³ Xilocapedia. http://www.xiloca.com/xilocapedia/index.php?title=Martinete_de_cobre (último acceso: diciembre de 2009).



HISTORIA Y EVOLUCIÓN DEL INGENIO

El descubrimiento de los metales constituyó una revolución en la historia de la evolución del hombre, quién a partir de entonces, iba a sustituir gradualmente los utensilios de piedra por los de metal, al darse cuenta de su superioridad. Y fue tal la importancia que los metales llegaron a ser el punto de referencia para establecer las grandes eras de la historia⁴.

El cobre fue uno de los primeros metales utilizados por el hombre debido a sus ventajosas propiedades: bajo punto de fusión (1.084°C), buen conductor del calor, resistente a la corrosión, muy maleable, dúctil y por su belleza. La metalurgia del cobre es conocida desde el Neolítico y su expansión fue progresando ligada a la demanda de bienes necesarios para el consumo, el trabajo en el campo, la defensa y la caza.

Se ha utilizado principalmente en la acuñación de monedas, en la fabricación de cacharros de uso doméstico, como los calderos y calentacamas, o de utilización industrial, como los alambiques utilizados en la destilación de licores y planchas para forrar los barcos.

Para su fundición se utilizaban pequeños hornos hechos de materiales refractarios donde se introducían el mineral una vez triturado y limpio, junto con la madera y se iniciaba la combustión. Un avance importante fue la sustitución de la madera como combustible por carbón vegetal, obtenido al quemar parcialmente la leña, consiguiéndose así un producto de mayor poder calorífico que la madera⁵.

En estos primitivos hornos el fuego era avivado de forma natural (mediante aberturas en las paredes del mismo) o forzándolo con fuelles de piel movidos con las manos o los pies. Esta forma manual de proceder ocasionaba un flujo discontinuo de aire que dificultaba el alcance de altas temperaturas y la buena combustión, limitando la cantidad de metal que era posible tratar en una hornada.

Cuando el metal empezaba a volverse líquido, las escorias se depositaban en el fondo por su mayor densidad y el metal limpio quedaba en la superficie. De este modo, podía ser extraído mediante unas cucharas de hierro y volcado en los correspondientes moldes. Una vez solidificado era calentado de nuevo y forjado a golpe de martillo para eliminar el resto de impurezas⁶ y darle forma.



Caldero de cobre fabricado en el Martinete.



Rueda hidráulica del Martinete (de tipo vertical).

La lenta y trabajosa manufactura de utensilios de metal cambió cuando se logró mecanizar los procesos de alimentación de aire en los hornos y la forja del metal. Este importante avance tecnológico, que tuvo lugar a finales del siglo X, se consiguió con la aparición de los mazos de agua y las máquinas soplantes o barquineras movidos hidráulicamente, dando lugar a la aparición de las primeras ferrerías y martinetes.

La aplicación de la rueda hidráulica ya se menciona en Asia Menor en el siglo I a. C., incluso Vitrubio describe un mecanismo de este tipo hacia el año 50 de nuestra era. Se conoce también su uso por los romanos, pero no es hasta la Edad Media cuando se generaliza su utilización y se convierte en el sistema de fuerza motriz más utilizado.

La aparición del sistema de levas, como transmisor y convertidor del movimiento circular de la rueda hidráulica en rectilíneo, supuso la solución mecánica a los grandes esfuerzos que eran necesarios realizar en el interior de las primitivas industrias metalúrgicas.

El sencillo sistema de levas consistía en incluir al eje giratorio de la rueda un elemento excéntrico, que en cada giro chocaría con el brazo de potencia de una palanca simple, transmitiendo, por tanto, un empuje longitudinal al brazo de resistencia. Este empuje era el destinado a elevar el mazo que al liberarse en su caída cumplía la función de martilleo.

Esta nuevas máquinas no eran producto de la invención de nuevos sistemas mecánicos, sino una nueva aplicación de los principios mecánicos simples, ya conocidos desde la antigüedad, con la inclusión de nuevos elementos: los ►

⁴ Selimjanov, Isa R. «La Edad del Cobre» *El Correo*, 1976. Págs. 13-16.

⁵ González Tascón, Ignacio. *Fábrica Hidráulicas Españolas*. Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo. Biblioteca CEHOPU, 2004. Pág.76.

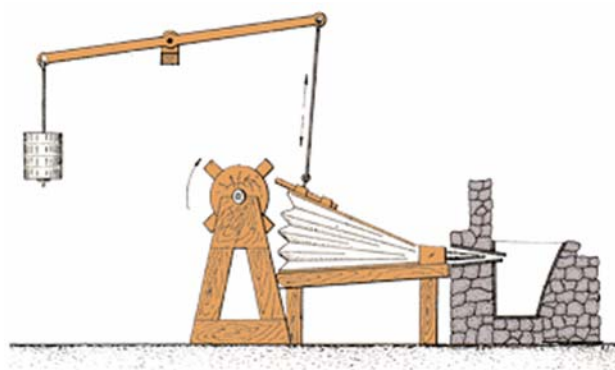
⁶ *Xilocapedia*. http://www.xiloca.com/xilocapedia/index.php?title=Martinete_de_cobre (último acceso: diciembre de 2009).



artículo

engranajes en un primer momento y el sistema de levas posteriormente⁷. Así lo apunta Julio Caro Baroja en su libro "Tecnología Popular Española"⁸, donde explica que la utilización de la rueda hidráulica para la molturación de cereales fue adaptado en el transcurso de la Edad Media al martilleo de hierro y cobre fundido en las ferrerías y corderías. Tan solo se produjo un cambio en el sistema de transmisión, sustituyendo el conjunto rueda dentada – linterna por una sección de levas que golpean de forma intermitente en el extremo del mango de un mazo (caso de martinets), o varias secciones de levas desfasadas que golpean de forma intermitente y asíncrona en los extremos de los mangos de unos mazos de madera (caso del batán de paños).

La mecanización de la aireación en los hornos a través de los barquines se basa en el mismo principio. En este caso, el eje de la rueda hidráulica va provisto de dos juegos de levas, cada uno oprime a un barquín o fuelle, situándose las levas desfasadas de manera que cuando un fuelle está soplando, el otro se está llenando de aire⁹.



Máquina soplaite o barquinera. Obtenido de http://www.xiloca.com/xilocapedia/index.php?title=Imagen:Barquines_fundicion.jpg

Durante los siglos XI y XII tuvo lugar en el centro de Europa el desarrollo y aplicación de la rueda hidráulica a los fuelles y martinets. Fueron los monjes cistercienses y benedictinos los principales impulsores de este avance tecnológico, que aplicaron a las ferrerías de sus numerosas abadías y monasterios, ubicados en un amplio territorio alrededor de los Alpes. La primera confirmación documentada que se conoce sobre la aplicación de los martillos de forja movidos por agua es en Estiria (Austria) en 1135, después Normandía (1204), Suecia (1224) y Moravia (1269) jalonan la aparición de estos ingenios que permitieron forjar piezas de grandes dimensiones y geometría delicada¹⁰.

En España son catalanes y vascos los que desde el siglo XII se inician en el manejo de estas fábricas movidas por

agua. Hasta entonces, los lugares donde se trabajaba el metal eran instalaciones situadas en zonas montañosas y cercanas a las minas de mineral. La utilización del agua como fuente para producir energía provocó que éstas fueran trasladadas desde el monte a las orillas de los ríos, surgiendo una nueva estructura metalúrgica con grandes presas y canales, con depósitos de agua situados a cierta altura y con potentes martillos de forja. Es decir, se iba buscando un mayor aprovechamiento de la energía hidráulica que fuese capaz de mover, en un principio, los fuelles o barquines y, más tarde, los pesados martillos de hasta 200 kg para forjar los metales¹¹.

Los martinets de cobre y las ferrerías donde se fundía y trabajaba el hierro eran instalaciones muy similares. De hecho, en el País Vasco y en algunos lugares de Castilla y León se utilizaba indistintamente el término de ferrería y martinete. Sin embargo, en Cataluña y Aragón había distinción, las ferrerías era el término empleado para las instalaciones dedicadas al hierro y se reservaba la palabra martinete para el cobre.

En el transcurso del siglo XIV se perfeccionó el sistema de aireación en los hornos y se difunde su utilización por toda la Península. Los barquines no sólo crecen en tamaño, sino también en complicación con la incorporación de válvulas para impedir el retroceso del aire y la utilización de contrapesos para obligar a que la recuperación del fuelle que se encontraba vacío se produjera con mayor rapidez. A pesar de los avances, este sistema de aireación siguió presentando dos importantes inconvenientes¹²: el funcionamiento discontinuo y la existencia de muchas piezas móviles que requería importantes tareas de mantenimiento.

Hacia el año 1500 aparece por primera vez en las regiones montañosas de la Península Itálica un ingenio, llamado *trompa de agua*, para insuflar aire a los hornos completamente distinto al sistema de fuelles. Pronto se extiende su uso y se introduce en España a través de la región pirenaica consiguiendo un profundo arraigo, de tal forma que hablar de forja catalana significaba obtener hierro en la fragua utilizando una *trompa de soplar*.

Este nuevo sistema está basado en el aumento de velocidad que adquiere el agua cuando, al caer por una tubería vertical, se le hace pasar por un estrechamiento; lo que produce, por efecto Venturi, una depresión dentro de la tubería, lo que provoca una aspiración de aire exterior a través de unos agujeros que lleva la trompa. El aire, mezclado con mucha humedad, es recogido en una cuba y desde ésta, por una tubería es conducido hasta el horno¹³.

⁷ Moreno de Redrojo de la Peña, Avelino. *Movimiento, mecánica y arte: momentos posibles para un arte cinético*. Universidad de La Laguna. <ftp://tesis.bbtk.uill.es/ccssyhum/cs71.pdf> (último acceso febrero de 2010).

⁸ Caro Baroja, Julio. *Tecnología Popular Española*. Vol. 6 de la colección "Artes del Tiempo y Espacio". Editora Nacional, 1983.

⁹ González Tascón, Ignacio. *Fábrica Hidráulicas Españolas*. Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo. Biblioteca CEHOPU, 2004. Pág.91.

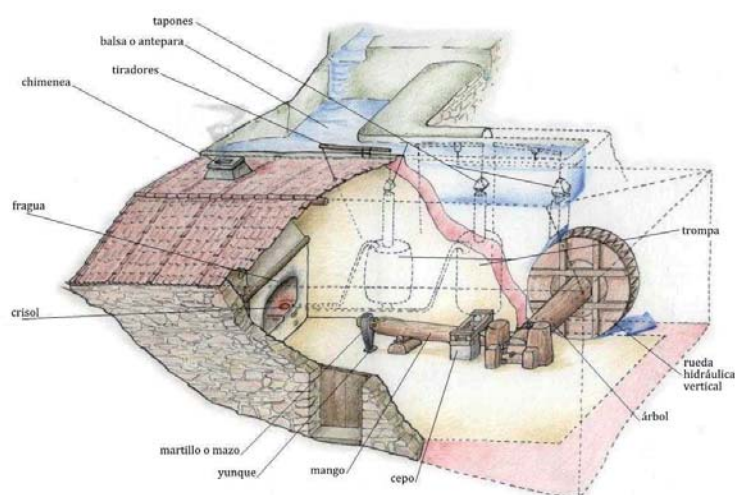
¹⁰ González Tascón, Ignacio. *Fábrica Hidráulicas Españolas*. Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo. Biblioteca CEHOPU, 2004. Pág.78.

¹¹ Moris Menéndez-Valdes, Gonzal. *Ingenios Hidráulicos históricos: Molinos, batanes y ferrerías*. Colegio Oficial de Ingenieros Superiores Industriales de Asturias y León, 2001. Pág. 95.

¹² González Tascón, Ignacio. *Fábrica Hidráulicas Españolas*. Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo. Biblioteca CEHOPU, 2004. Pág.93.

¹³ Moris Menéndez-Valdes, Gonzal. *Ingenios Hidráulicos históricos: Molinos, batanes y ferrerías*. Colegio Oficial de Ingenieros Superiores Industriales de Asturias y León, 2001. Pág. 124.





Perspectiva del conjunto. Realizado por Jorge Soler.

Es el sistema que se implanta en el ingenio de Navafría, donde se trabajaba con dos trompas de soplar.

De la provincia de Segovia el testimonio más antiguo que se conoce es una Cédula Real otorgada por los Reyes Católicos en 1514 a un milanés afincado en dicha ciudad, Juan Tomás Fabricario. En ella se le nombra beneficiario del privilegio de monopolio para la construcción de martinetes en todo el Reino. Hecho que resulta cuanto menos extraño puesto que en el País Vasco llevaban más de 200 años empleando estos mazos de agua¹⁴. El milanés consigue en 1520 prolongar el derecho exclusivo de instalación de estas fábricas durante 10 años más.

Años después, en 1583, se inician las obras de construcción del Real Ingenio de la Moneda de Segovia, donde también se instala un martinete para la forja de los cuños.

En resumen, a mediados del siglo XVI las ferrerías españolas, y más concretamente las vascas, estaban desde el punto de vista técnico a la altura de las mejores de Europa y habían logrado dominar con maestría la nueva y gran fuente de energía proveniente del agua¹⁵.

LOS CALDEREROS AUVERNESES

Con la evolución tecnológica experimentada por las ferrerías y martinetes, se consiguió que muchos de los bienes producidos en estas industrias fueran utilizados por una amplia mayoría de la sociedad. Uno de estos bienes es el caldero de cobre, que adquirió una especial relevancia por su presencia en casi todos los hogares de la época. Tanto es así que muchos de los martinetes se especializaron en la fabricación de este utensilio doméstico y con él apareció el oficio de calderero.

Según diversas fuentes parece ser que el origen del oficio, o por lo menos su especialización, pudiera estar en

la región de Auvernia en Francia. Los artesanos de esta zona francesa llegaron a ser muy conocidos en toda Europa, extendieron el oficio más allá de sus fronteras y lo arraigaron en países como el nuestro, ante la falta de recursos existente en sus lugares de origen.

Adquirieron una especial fama y prestigio en el trabajo del cobre, formando pequeñas compañías de caldereros itinerantes que recorrían todo el continente. Existía una ancestral costumbre de heredar el oficio familiar y los padres enseñaban el trabajo del cobre a sus hijos, cediéndoles cuando llegaba el momento las herramientas y el negocio. Eligiendo el lugar más apropiado para establecerse, valoraban la proximidad de las minas de cobre y la existencia de importantes ciudades donde vender sus productos.

Desde finales de la Edad Media se documentan caldereros auverneses en España, pero su presencia empezó a aumentar significativamente a partir del primer tercio del siglo XVII, yendo en aumento las explotaciones, por lo que en el año 1684 un gremio de la ciudad de Zaragoza les acusó de monopolizar el oficio. Las Cortes Aragonesas, presionadas por los gremios y ante la situación política (en continuas guerras con Francia), les impusieron fuertes medidas restrictivas, llegando incluso a prohibirles abrir tiendas y comercializar sus productos si no estaban casados con naturales del Reino de Aragón.

Los caldereros que venían a España estaban organizados en compañías formadas por compañeros y criados, maestros y aprendices. Las reglas de funcionamiento quedaban fijadas antes de iniciar la marcha, de forma verbal o con la participación de un notario francés.

El apellido Abán aparece relacionado con los caldereros auverneses, ya que a finales del siglo XVII llegó a España el martinete francés Juan Abán, contratado para realizar los trabajos técnicos de la fábrica de cobre de Calamocha (Teruel). También, el mismo apellido Abán vuelve a constatarse en Priego (Cuenca), donde existió un martinete. Y, por supuesto, en Navafría.

EL INGENIO DE NAVAFRÍA

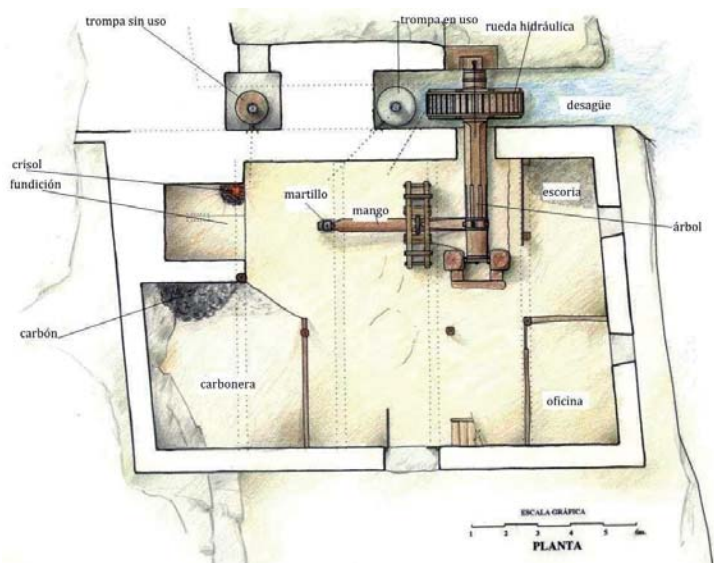
Un martinete es un martillo pilón o mazo movido por una rueda hidráulica. Con él se manufacturaban los calderos que se utilizaban en la preparación de la cocina tradicional, los calentacamas y los braseros, entre otros utensilios de cobre. Por medio del golpeteo del martinete se va estirando y dando la forma adecuada al cobre recién sacado del molde.

El martinete está compuesto por un conjunto integrado por el sistema de captación de agua, el edificio, la maquinaria o martinete propiamente dicho y la fundición. ►

¹⁴ González Tascón, Ignacio. *Fábrica Hidráulicas Españolas*. Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo. Biblioteca CEHOPU, 2004. Pág.78.

¹⁵ Moris Menéndez-Valdes, Gonzalo. *Ingenios Hidráulicos históricos: Molinos, batanes y ferrerías*. Colegio Oficial de Ingenieros Superiores Industriales de Asturias y León, 2001. Pág.96.

artículo



Planta del conjunto. Realizado por Jorge Soler.

El Sistema Hidráulico

Como fábrica hidráulica que es, el primer elemento que precisa un martinete es una canal de agua que suministre de forma regular los caudales necesarios para el correcto funcionamiento de la maquinaria durante todo el año.

Para ello era necesaria la construcción de una presa o azud, que derivara las aguas del río hacia un canal o caz; el cual las dirigía hacia una balsa o depósito situado a cierta altura que lograba, al incidir desde arriba, dar presión suficiente para el movimiento de la rueda hidráulica.



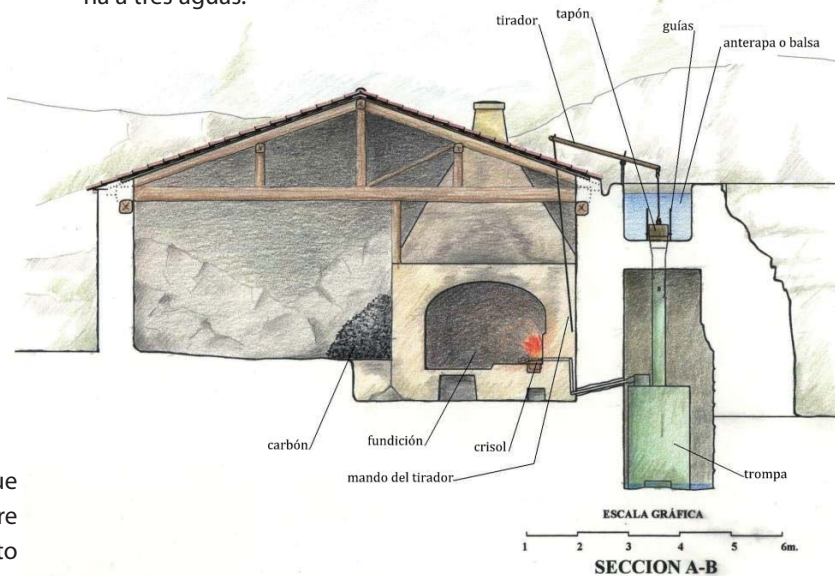
Vista de la antepara con los tiradores.

Para ganar altura de salto, la captación del agua está situada unos 300 m aguas arriba del Martinete. Está formada por un azud de cantos sueltos que embalsa ligeramente y facilita el desvío de parte del curso del río Cega hacia el caz. Este caz, provisto de compuerta para dar paso o no al agua, conduce las aguas a la *antepara* o pequeña

balsa adosada a la pared sur del edificio del Martinete y al nivel del alero del tejado. En ella se encuentran tres conductos cerrados por tapones troncocónicos de madera de pino.

El Edificio

El edificio es de arquitectura popular, tiene planta rectangular, muros de mampostería y cubierta con teja segoviana a tres aguas.



Sección del edificio. Realizado por Jorge Soler.

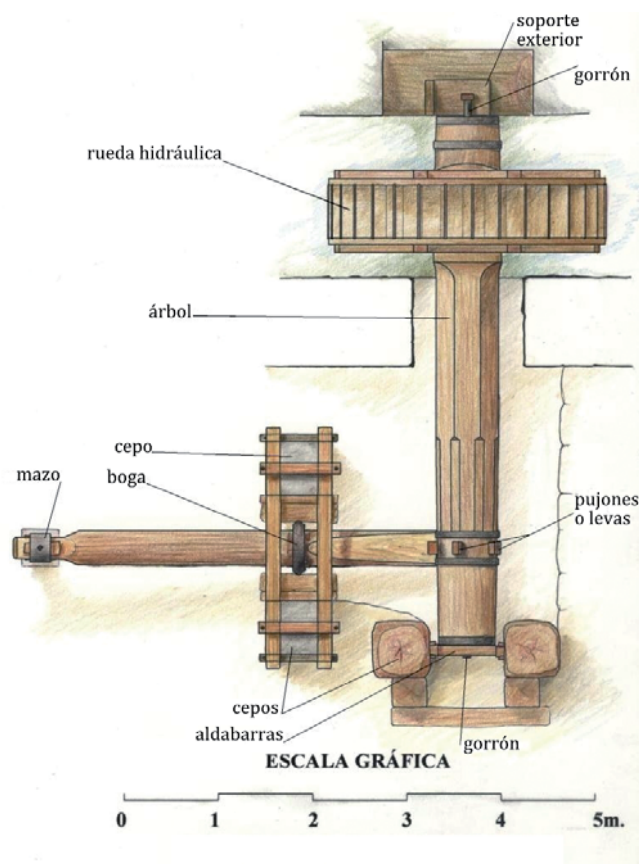
El paramento sur forma parte de la antepara y tiene en el muro una abertura por donde entra el eje de la rueda. En el lado este es la propia roca del terreno la que hace de cerramiento.

La Maquinaria

El martinete además de dar nombre a la fábrica, es el conjunto de elementos mecánicos utilizados para forjar el metal y su funcionamiento es relativamente sencillo. La rueda hidráulica es movida por el impulso del agua, que le cae con fuerza canalizada desde el fondo del depósito o balsa, haciéndola girar. Este giro se lo comunica al eje que va solidario a dicha rueda, en él van empotradas cinco levas distribuidas de forma equidistante en su perímetro, que actúan sobre el mango del martillo. Cuando el mango pierde el contacto con la leva, el mazo cae y golpea en su movimiento oscilante al yunque. Este golpeteo se repite cinco veces por cada giro completo de la rueda.

La **rueda hidráulica** es el elemento motriz del conjunto. Está situada en el exterior del edificio en el hueco que queda en la parte inferior del depósito o balsa y recibe el agua canalizada desde la base del mismo, a través de una tolva y una distancia de unos 30 cm.

Está fabricada en madera, con 3 m de diámetro y es de tipo vertical, lo que era habitual en todos los martinetes ya



Planta del Martinete. Realizado por Jorge Soler.

que con esta configuración se evitaba el uso de engranajes para martillar con el mazo y, por tanto, los correspondientes problemas que se ocasionarían por los altos esfuerzos a los que estarían sometidos en este tipo de instalaciones.

La rueda está constituida por cangilones que se forman entre las dos coronas circulares y las paletas. Estas coronas son los laterales de las ruedas y en ellas van insertadas las paletas, de modo que un entablado colocado en el círculo menor de las coronas cierra cada cangilón. El entablado va reforzado por otra corona de menor diámetro. Todo el conjunto de la rueda va zunchado por aros, atado por pletinas y pasadores de hierro y por cuñas de madera.

EL NÚMERO DE GOLPES QUE EL MARTILLO IMPRIME SOBRE EL YUNQUE DEPENDE DE VARIOS FACTORES: DIÁMETRO DE LA RUEDA, ALTURA DEL AGUA EN EL DEPÓSITO, NÚMERO DE LEVAS, ETC. EN EL CASO DEL MARTINETE DE NAVAFRÍA, PARA UNA VELOCIDAD DE GIRO DE 30 VUELTAS POR MINUTO, CON LAS CINCO LEVAS DEL ÁRBOL, SE OBTIENEN 150 GOLPES POR MINUTO.

La rueda introduce su eje dentro del edificio y es solidario a él por medio de pares de maderos cruzados que reciben el nombre de *cruces* y bloqueados por medio de cuñas de madera.

El **eje** es otro de los elementos mecánicos fundamentales. Está construido en madera de pino y alcanza en su parte central una longitud de más de 5,5 m y un diámetro de 70 cm. Aproximadamente a un metro del extremo situado en el interior del Martinete, van incrustadas las cinco levás o pujones fabricados en madera de encina, que son las encargados de transformar el movimiento de giro de la rueda en el movimiento rectilíneo del mazo.

Las levás, de forma prismática, estaban diseñadas de forma que su sustitución resultara sencilla, ya que al estar sometidas al constante golpeteo con el mazo eran cambiadas con cierta frecuencia.

Por su peso, su dimensión y los esfuerzos a los que está sometido era muy importante la colocación de goznes o gorriones en los extremos del eje. El gorrón del extremo situado en el interior del edificio se apoya sobre una pieza de madera, llamada *cabezal*, que va atada y ajustada a dos vigas, también de madera y de sección cuadrada, llamadas *cepos*¹⁶. Para facilitar el giro del eje, llega hasta este extremo una canaleta de madera con un pequeño caudal de agua que cae de forma permanente y que actúa como lubricante.

Al igual que un martillo de ferretería, el **mazo** está compuesto por el cabezal de hierro o martillo (que pesa unos 200 kg) y el mango. El mazo está fabricado con un tronco de pino de 4,5 m y un diámetro inferior al del eje (unos 40 cm aproximadamente). Tiene en el extremo opuesto a su cabeza de hierro un rebaje definido por un plano oblicuo y reforzado por una chapa metálica para asegurar la zona donde recibe el golpe de las levás.

Como en todos los martinetes, se trata de un mazo articulado cuyo eje se encuentra situado a tres cuartos de su longitud desde el martillo, y queda definido por un aro metálico que lo abraza, llamado *boga*, sobre el que realiza el giro oscilante. La boga está dotada de dos pivotes saliente, que giran sobre las *aldabarras*, especie de cojinetes de hierro que van sujetas a *cepos* con una serie de cuñas de madera que, además, facilitan el centrado del mazo¹⁷.

Finalmente, en el otro extremo del mazo va sujeta a base de cuñas la cabeza de hierro o martillo. En el martillo se pueden diferenciar dos partes: el cuerpo, parte por la que se sujeta al mango, y la boca, zona con la que se machaca la pieza para moldearla.

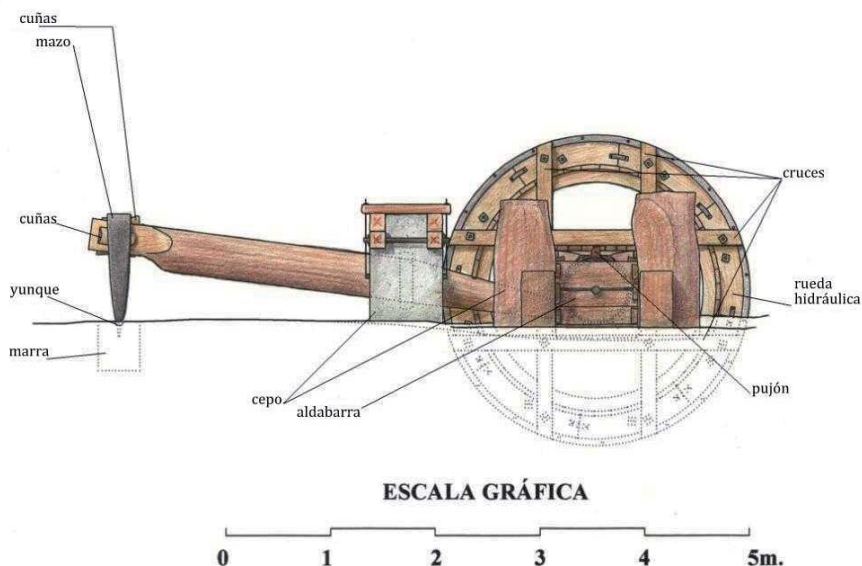
El martillo golpea al yunque, pieza en forma de pirámide truncada¹⁸ fabricada en hierro, que se introduce ►

¹⁶ Moris Menéndez-Valdes, Gonzalo. *Ingenios Hidráulicos históricos: Molinos, batanes y ferrerías*. Colegio Oficial de Ingenieros Superiores Industriales de Asturias y León, 2001. Pág. 117.

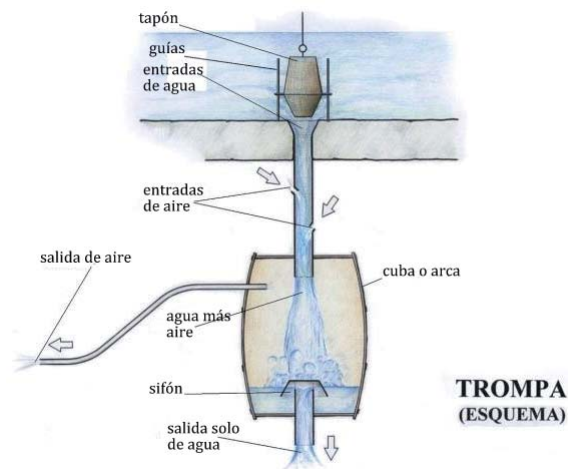
¹⁷ Moris Menéndez-Valdes, Gonzalo. *Ingenios Hidráulicos históricos: Molinos, batanes y ferrerías*. Colegio Oficial de Ingenieros Superiores Industriales de Asturias y León, 2001. Pág. 118.

¹⁸ Moris Menéndez-Valdes, Gonzalo. *Ingenios Hidráulicos históricos: Molinos, batanes y ferrerías*. Colegio Oficial de Ingenieros Superiores Industriales de Asturias y León, 2001. Pág. 119.





Alzado del Martinete. Realizado por Jorge Soler.



TROMPA (ESQUEMA)

Trompa de agua. Realizado por Jorge Soler.

en la *marra* para amortiguar los golpes, siendo ésta otra pieza de hierro que está empotrada en la piedra del suelo.

La Fundición

La **fundición para el cobre** es una fragua con un crisol de barro y arena. El crisol tiene una capacidad de unos 50 kg de cobre fundido. Una vez pesada la carga de cobre, se procedía a preparar la fundición cargando capas de carbón vegetal y alternándolas con capas de chatarra de cobre. A esto había que añadir la preparación del carbón vegetal, pues hubo un tiempo en el que esta actividad la llevaban a cabo los propios caldereros.



Fragua del Martinete.

En el crisol, para elevar la temperatura hasta la fusión del cobre, se insuflaba aire a presión por medio del sistema hidráulico llamado *trompa*.

Las *trompas de agua*, *cámaras eólicas* o *arcas de viento* ya se utilizaban en el Renacimiento para insuflar aire en los órganos y sustituyeron a los barquines en las *forjas catalanas*. La trompa es una buena combinación del efecto Venturi y del sifón. El artilugio consta de una cuba situada debajo de la balsa y comunicada con ésta por un tubo por donde entra el agua al abrir el tapón de la balsa. En este tubo, a media altura, se han practicado varios orificios. Al circular el agua por el tubo de entrada provoca una depresión en las aberturas. Esta succión hace que entre aire con el agua a la cuba.

La cuba tiene en su base un sifón que permite la salida del agua pero no del aire que entra. El aire sale de la cuba por un tubo que lo conduce hasta la fragua.

Con este sistema, a diferencia de los barquines, se consigue insuflar en el horno un caudal continuo de aire. Además, el caudal es regulable según se introduzca más o menos agua en el tubo de la trompa. Como ventajas adicionales hay que decir que su instalación es menos costosa y de más fácil mantenimiento que la de los barquines. Sin embargo, y en contrapartida, este sistema consume mucha agua y en verano se tuvo que instalar un ventilador accionado por un motor de explosión porque no había caudal suficiente para el martinete y la trompa.

Mientras dura la fundición hay que estar alimentando la combustión con carbón. El cobre al fundirse se va depositando en el fondo del crisol.

EL PROCESO DE CONSTRUCCIÓN DE UN CALDERO

Una vez fundido el cobre se limpia de las ascuas con el *rebabillo* y se llenan los moldes vertiendo el metal fundido con la cuchara. Los moldes son de barro y paja y, al igual que la cuchara, están cubiertos de ceniza para evitar que se adhiera el metal. Con el cobre sólido pero al rojo, *pastela*, se empieza a *batir*, es decir, a darle forma con el martinete. Ésta será la *primera calda*. Cada vez que se enfríe y se vuelva a calentar en la fragua será una calda más. Serán necesarias varias caldas para conseguir la forma final deseada. Según se va estirando el cobre la pared de la lámina es cada vez más fina. Para evitar que se rompan se introducen unos calderos en otros y se trabajan todos a la vez. Al caldero exterior se le denomina *madre*, al que está contiguo a él *contramadre* y al interior *hija*. A las piezas intermedias se le llaman *calderos*.

Acabado el trabajo con el martinete se separan los distintos calderos para las labores finales: recortar los sobrantes, limpieza, poner un aro de hierro de refuerzo en la boca del caldero, los soportes para el asa, y el primoroso decorado del *rebatido* realizado por medio de numerosos golpes de martillo que dejará la marca del artesano en los dibujos y en una textura propia.





Batiendo el cobre.

A MODO DE FINAL

La aplicación de la rueda hidráulica y el sistema de levas permitieron automatizar las difíciles y costosas tareas asociadas a la fundición y forja de los metales, que desde muy antiguo fueron utilizados por las diferentes civilizaciones para el consumo, la caza o la defensa.

El Martinete de Navafría junto con otras instalaciones similares llegaron a competir con las primeras instalaciones modernas, debido a los bajos costes laborales y a la disponibilidad de madera y recursos hídricos. Sin embargo, el agotamiento de los bosques y las mejoras conseguidas en el transporte, que permitieron desde finales del siglo XIX el auge de nuevas comarcas fabriles, hicieron que las ferrerías y martinetes fueran cerrando sus puertas. Lo que provocó a su vez el cierre de otras actividades económicas asociadas a ellos como el carboneo.

Según el estudio "El Martinete de la Fundición de Cobre de Navafría: Una supervivencia tecnológica medieval en tierras de Segovia"¹⁹, fue consultado un Anuario Industrial de 1922 en poder de Victoriano Abán y se pudo comprobar que ese año funcionaban en España solo siete

LA RECUPERACIÓN HISTÓRICA DE LA APLICACIÓN Y DESARROLLO DE LA TÉCNICA EN LA INDUSTRIA, UNIDA A LA REHABILITACIÓN DE ESPACIOS QUE FUERON TESTIGOS DE ESTOS HITOS, SON RECLAMOS MÁS QUE SUFICIENTES PARA ATRAER A LA SOCIEDAD HACIA UNA NUEVA ACTIVIDAD CULTURAL QUE SE CONOCE COMO TURISMO INDUSTRIAL.

EL MARTINETE DE NAVAFRÍA ES UN MAGNÍFICO EJEMPLO DE ESTA RECUPERACIÓN Y, COMO TAL, ES LA MEJOR FORMA DE MOSTRAR LAS POSIBILIDADES DE FUTURO QUE OFRECE EL PATRIMONIO INDUSTRIAL.

martinetes dedicados al golpeo y batido de cobre fundido: uno en Durango (Vizcaya), Ripoll (Gerona), Boal (Oviedo), Huélamo (Cuenca), Mombeltrán (Ávila) y los dos de Navafría (Segovia).

Por ello, hay que remarcar la palabra supervivencia en el caso de este martinete segoviano y se debe gracias a la sensibilidad de la familia Abán. Sin su afán por mantener vivo el oficio de calderero, hoy no podríamos visitar el Martinete y disfrutar de la recreación del proceso de fabricación. En su página web www.martinetedenavafria.com se puede encontrar información sobre el ingenio, además de los horarios de visita y recomendaciones para sacar provecho también del entorno que lo rodea. ❖

Agradecer a Fernando Abán todas las facilidades que nos ha dado para visitar y tener información sobre el Martinete, a Jorge Soler por su importante aportación que es evidente en todo el artículo y, por supuesto, el agradecimiento también va para la Junta de Gobierno de nuestra Delegación en Segovia, especialmente a Francisco Javier Martín, su Presidente Delegado, y a nuestra compañera Teresa Arribas.

BIBLIOGRAFÍA

- Baroja, Julio Caro. *Tecnología Popular Española. Vol. 6 de la colección "Artes del Tiempo y Espacio"*. Editora Nacional, 1983.
- Benedicto Gimeno, Emilio. *La crisis del siglo XVII en las tierras del Jiloca*. Centro de estudios del Jiloca.
- Cruz, Óscar; Soler, Jorge y equipo. *El Martinete de la fundición de cobre de Navafría: Una supervivencia tecnológico-medieval en tierras segovianas*. Museo Nacional de la Ciencia y la Tecnología y Junta de Castilla y León, 1986.
- Felipe II: *Los ingenios y las Máquinas. Ingeniería y Obras Públicas en la Época de Felipe II*. Sociedad Estatal para la conmemoración de los centenarios de Felipe II y Carlos V.
- Morís Menéndez-Valdes, Gonzalo. *Ingenios Hidráulicos Históricos: Molinos, batanes y ferrerías*. Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Asturias y León, 2001.
- Moreno de Redrojo de la Peña, Avelino. «Universidad de La Laguna.» <ftp://tesis.bbt.ull.es/ccsyhum/cs71.pdf> (último acceso: febrero de 2010).
- Kircher, Athanasius y Gómez de Liaño, Ignacio. *Itinerario del éxtasis o las imágenes de un saber universal*. Ediciones Siruela, 1986.
- Sanz, Ignacio. *El Martinete de Navafría*. Segovia Sur.
- Selimjanov, Isa R. «La Edad del Cobre.» *El Correo*, 1976. Pág. 13-16.
- Soler Valencia, Jorge Miguel «El Martinete de la fundición de cobre de Navafría.» *El Adelantado de Indiana*, 2006. Nº 4 y en <http://patrimonioindustrialensegovia.blogspot.com/>.
- González Tascón, Ignacio. *Fábrica Hidráulicas Españolas*. Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo. Biblioteca CEHOPU, 2004.

¹⁹ Óscar Cruz, Jorge Soler y equipo. *El Martinete de la fundición de cobre de Navafría: Una supervivencia tecnológico-medieval en tierras segovianas*. Museo Nacional de la Ciencia y la Tecnología y Junta de Castilla y León, 1986. Pág. 14.