

INTRODUCCIÓN Y APLICACIONES DE LA ENERGÍA HIDRÁULICA EN LA SIDERURGIA VASCA, SIGLOS XIII-XVII

Addenda et corrigenda a una versión historiográfica

Luis M. Bilbao Bilbao
Universidad Autónoma de Madrid

Toda una constante tradición historiográfica sostuvo durante tiempo y con firmeza que la siderurgia vasca había introducido el empleo de la energía hidráulica en el proceso metalúrgico en pleno siglo XVI¹, con considerable retraso —nada menos que de tres a cuatro siglos— respecto a la siderometalurgia europea. Es cierto que a esta versión historiográfica no le faltaban bases argumentales, cimentadas sobre el hecho de que durante dicho siglo se menciona a los “*martillos de agua*” como una innovación hasta entonces desconocida no sólo en el solar vasco sino en todos los territorios de la Corona de Castilla. La incorrecta interpretación de este hecho y las deficiencias informativas que investigaciones recientes han evidenciado señalan, sin embargo, la necesidad de revisar la versión tradicional sobre el tema².

¹ Tradición que, si no nacida con él, ha encontrado en la autoridad de J. CARO BAROJA su más sólido valedor. Cfr. *Vasconiana (de etnografía e historia)*, Madrid, 1957, pp. 131-132 y *Los vascos*, Madrid, 1971, pp. 187-188. Aunque en otros trabajos («Sobre maquinarias de tradición antigua y medieval». *Revista de Dialectología y Tradiciones Populares*, XII (1956), pp. 114-175), admite la posibilidad de un empleo de la fuerza hidráulica anterior al siglo XVI, se reafirma en su idea de que tal aplicación fue en todo caso esporádica y de que hasta el siglo XVI no se montaron las ferrerías hidráulicas.

² Una primera, aunque no suficientemente hecha pública, revisión del tema la planteamos hace ya algunos años, L.M. BILBAO, *Vascongadas, 1450-1720. Un crecimiento económico desigual*. Tesis doctoral inédita. Universidad de Salamanca, 1976, pp. 149-150. Posteriormente avanzamos en la misma línea, L.M. BILBAO y E. FERNÁNDEZ DE PINEDO, *Evolución y crisis de la siderurgia tradicional en el País Vasco, 1000-1850* (trabajo inédito realizado con la ayuda del Servicio de Estudios del Banco de España) Madrid, 1980. Estos pioneros apuntes de revisión se han visto confirmados por trabajos ulteriores: *Ferrerías en Legazpia* (de autores varios), San Sebastián, 1980; L.M. DÍEZ DE SALAZAR, *Ferrerías en Guipúzcoa (siglos XIV-XVI)*. San Sebastián, 1983 (2 vol.); E. FERNÁNDEZ DE PINEO, «Du bas-fourneau à la forge à l'anglaise: changements techniques dans la sidérurgie espagnole (1650-1822)» *XVIII Settimana di Studio, Miniere e Metallurgia (sec. XIII-XVIII)*, Prato, 1986, trabajo reproducido con el título «From the Bloomery to the Blast-furnace: Technical Change in Spanish Iron-Making (1650-1822)» en *The Journal of European Economic History*, vol. 17, núm. 1 (1988) pp. 7-31.

El presente trabajo no tiene otro objetivo que el de *corregir* esta apreciación sobre la historia de la tecnología siderúrgica vasca, *añadiendo* para ello nuevas informaciones que permitan, de un lado, recuperar, hasta donde se pueda, la verdadera data de la introducción de la energía hidráulica, de otro, reinterpretar el sentido, indudablemente novedoso, que la innovación de los “*martillos de agua*” tuvo en pleno Quinientos y finalmente intentar esclarecer las razones por las que otra invención, del siglo XVII y de carácter también hidráulico, la *trompa eólica*, fue rechazada en el País Vasco. Para ello contamos con argumentos y con documentación que autorizan a ofrecer nuevas versiones historiográficas.

I

Como es sobradamente sabido —baste para ello resumir—, el consumo de hierro experimentó un considerable incremento a partir del siglo XI a causa de la expansión económica, que fue generando de forma creciente específicos factores de demanda siderúrgica derivados de la reactivación agraria, del proceso de urbanización, del desarrollo de los transportes y de los cambios en la técnica militar. El aumento de la oferta se produjo no sólo por la multiplicación de los ingenios ferreros y la ampliación de sus hornos, sino también por la introducción de innovaciones técnicas, entre las que destaca de manera fundamental, como auténtica revolución tecnológica, el empleo de la energía hidráulica que sustituía a la muscular humana³. Con las nuevas técnicas era posible mover fuelles de mayor tamaño y mazos que martillaban con más rapidez mayor cantidad de producto, en perfecta correlación con las nuevas dimensiones de los hornos que demandaban más cantidad de aire y producían mayores masas de fundición. Al mismo tiempo se operó un importante cambio en la localización de las instalaciones industriales, que buscaban en esta ocasión economías externas relacionadas no tanto con la oferta de materias primas —mineral y/o bosques— sino con la de recursos energéticos de origen hidráulico. Las viejas forjas manuales y forestales se convirtieron a partir de estos momentos en forjas hidráulicas emplazadas a orillas de ríos y regatos.

La cuestión de cuándo y cómo se produjo este proceso de cambio en el País Vasco no deja de ser pertinente, dada la relevancia que en aquella época alcanzó la siderurgia vasca dentro del concierto europeo, pero carecemos por el momento de información e investigaciones específicas suficientes como para ofrecer una respuesta resueltamente satisfactoria. Con todo, los escasos datos documentales

³ Desde el pionero trabajo de M. BLOCH, «Avènement et coquêtes du moulin à eau», *Annales d'Histoire économique et sociale*, 7 (1935), pp. 41-60, hasta las más acreditadas historias de la tecnología (las editadas por Clarendon Press en Oxford, por P.U.F. en París o la *Medieval Technology and Social Change* de L. WHITE (jr.), Oxford, 1962), pasando por el conocido artículo de E.M. CARUS-WILSON, «An Industrial Revolution of the thirteenth Century», *Essays in Economic History*, Londres, 1955, pp. 41-60, se reconoce que el «molino de agua», aunque de invención antigua, experimentó su verdadera expansión, con gran variedad de aplicaciones industriales —entre ellas la forja de hierro—, durante el período de la Edad Media clásica, arrancando desde el siglo IX.

disponibles y una cierta dosis de lógica histórica nos permitirán argumentar alguna respuesta al respecto.

De entrada, resulta difícil imaginar que un hogar siderúrgico como el vasco, que en el decurso de la Edad Media alcanzó, a nuestro juicio y al de otros, su verdadera «edad de oro»⁴, hubiera logrado ocupar primeras posiciones en el *ranking* internacional siderúrgico, manteniendo un neto desalineamiento técnico respecto a otros centros de la siderurgia europea. La reconocida competitividad de la siderurgia vasca en los mercados de la época⁵ era imposible que pudiese tan sólo depender de una variada y rica dotación de recursos y factores productivos, sin mediar incrementos de productividad y consecuente reducción de precios derivados de un mínimo de adecuación tecnológica con el resto de Europa. Máxime, cuando desde la primera mitad del siglo XII se contaba con el ejemplo de la vecina siderurgia pirenaica, concretamente catalana, que podría haber sido uno de los focos originarios de tal innovación, e incluso había impuesto su peculiar método metalúrgico, universalmente reconocido, «el procedimiento catalán»⁶.

Pero de seguido, podemos avanzar argumentos negativos más concretos, reducibles al absurdo y traídos del contexto tecnológico europeo y de la historia comparada o comparable. Según referencias inglesas⁷, la producción diaria de una “*hand-operated bloomery*” alcanzaba por 1350 las 30 libras (13,60 Kgs.). Estimando con holgura extremada que tales ingenios trabajarán 200 días/año —lo que es bastante suponer—, la producción anual llegaría en tales instalaciones a 2,7 tm. Del lado vasco, sabemos que en 1293, a tenor de las cuentas de Sancho IV⁸, la exportación de hierro por los puertos guipuzcoanos llegaba, redondeando cifras, a las 600 tm., que estimativamente —extrapolando proporciones de producción y comercio conocidas para siglos ulteriores— podrían corresponderse con unas 3.000 tm. de producción anual en todo el País. Obtener tal volumen de producto en las condiciones técnicas prehidráulicas supondría la existencia de unas ¡1.200! forjas manuales, cifra difícil de conjeturar, siquiera imaginar, para aquellos siglos⁹.

⁴ L.M. BILBAO, «La sidérometalurgie du Pays basque-espagnol, 1450-1850», *XVIII Settimana di Studio, Miniere e Metallurgia (sec. XIII-XVIII)*, Prato, 1986, y «La industria siderometalúrgica tradicional en el País Vasco (1450-1720) *Hacienda Pública Española*, 108 (1989).

⁵ Cfr. R. SPRANDEL, «La production du fer au Moyen Age», *Annales, E.S.C.*, 1969, pp. 305-321; M.J. SCHNEIDER, «Fer et Sidérgie dans l'économie européenne du XI^e au XIII^e siècle», *Le Fer à travers les âges. Hommes et techniques*. Nancy, 1956, pp. 111-141 y R.H. BAUTIER, «Notes sur le commerce du fer en Europe occidentale du XIII^e au XVI^e siècle», *Revue d'Histoire de la Siderurgie*, 1960, pp. 7-35.

⁶ J. MALUQUER DE MOTES, «La siderurgia tradicional: la farga catalana», *L'Avenç, Revista d'història*, 72 (1984), pp. 20-29.

⁷ D.W. CROSSLEY, «The english iron industrie 1500-1650: the problems of new techniques», *Schwerpunkte der Eisengewinnung und Eisenverarbeitung in Europa 1500-1650* (H. Kellebenz ed.), Colonia, 1947, p. 31.

⁸ M. GAIBROIS BALLESTEROS, *Historia del reinado de Sancho IV de Castilla*, Madrid, 1922, T.I., apéndice, pp. III, CXLVII y CXCI-CCII.

⁹ El máximo de instalaciones fabriles conocidas en el País Vasco ronda entre 250/300 ferrerías mayores, de primera reducción, entre mediados de los siglos XVI y XVII.

La competitividad lograda a nivel internacional y las dimensiones del *output* siderúrgico labrado en el País Vasco en aquellas fechas reclaman conjeturar la incorporación de innovaciones tecnológicas, que no podían ser otras que el empleo de la energía cinética generada por la caída del agua sobre ruedas que transmitían movimiento a fuelles y mazos. En buena lógica, es preciso suponer que para fechas anteriores a las de finales del siglo XIII, en un momento y con una secuencia que nos son desconocidas, las ferrerías vascas adoptaron y acoplaron la fuerza del agua al proceso productivo. Textos documentales que acrediten positivamente nuestras suposiciones no faltan.

No en otro sentido podría interpretarse la invitación hecha por el Rey Don Sancho al conceder en 1290 carta puebla a la población de Segura (Guipúzcoa):

“... *E por les hacer mas bien e mas merced, tengo por bien que las ferrerías que son en Legazpia, masuqueras, que estan en yermo e les hacen robos los malos homes e los robadores, que vengan mas cerca de la villa de Segura...*”¹⁰.

En puridad, a tener del sentido más literal del texto, la autorización real para relocalizar las ferrerías se refiere exclusivamente a las *masuqueras* movidas por fuerza muscular humana. La adjetivación de *unas* ferrerías, según el documento, como *masuqueras* ha llevado a suponer la existencia de *otras*, no referidas en el texto y que se identifican como hidráulicas¹¹. Consideramos que esta exégesis introduce, sin más argumentos que la dificultad de trasladar las instalaciones hidráulicas, una suposición excesiva y demasiado forzada: la existencia de algo a lo que el texto no hace directa ni implícita referencia.

Por nuestra parte, opinamos que el «descenso» de las ferrerías desde los yermos de montaña a lugares más próximos al fondo del valle implicaba, atendiendo a criterios de localización en industrias preindustriales, un alejamiento de las fuentes de abastecimiento de materias primas —para el caso carbón vegetal— y de energía eólica natural para el movimiento de los fuelles, con el consecuente encarecimiento de los costes de producción. Sólo la proximidad a parajes de aprovisionamiento de una energía alternativa, la hidráulica, podía compensar y neutralizar con creces los costes recrecidos en combustible. La lectura del texto que invita a relocalizar los ingenios ferreros la hacemos en el sentido de que implicaba, por razones económicas derivadas de la teoría de la localización industrial, una transformación técnica de los mismos, mediante la aplicación de la energía hidráulica. La indefinición del texto hace, por supuesto, que éste sea susceptible de diferentes lecturas y exégesis.

¹⁰ *Ferrerías en Legazpia*, o.c., p. 23.

¹¹ L.M. DÍEZ DE SALAZAR, *Ferrerías en Guipúzcoa*, o.c., p. 67. La exégesis de este autor, siendo posible, la consideramos no totalmente plausible y por tanto no convincente. Lo mismo que la realizada sobre otro texto de 1256 (p. 66), en el que el término *Ibarrola* se traduce por «ferrería de agua» (*ola* = ferrería, *ibarra* = ribera). El término *ola*, es un genérico de significados varios (cabaña, sel, molino y fábrica en general), lo mismo que *aroza* (= *faber* o *artifex*), que en el decurso del tiempo han sido aplicados a realidades distintas hasta significar *ola* = ferrería y *aroza* = ferrón. Reiteramos que la interpretación del profesor Salazar, siendo posible, no es satisfactoria. De ser correcta, avalaría y adelantaría cronológicamente la presencia documentada de ferrerías hidráulicas.

Pero ya sin exégesis posible sobre el significado de este «descenso» a tierras más seguras del valle, el ordenamiento del primer fuero conocido de las ferrerías vascas, el de Oyarzun e Irún-Urriazu, también en Guipúzcoa, es taxativo e inequívoco para nuestra argumentación cuando el año 1328, por tanto algunas fechas después del anterior texto, trata en su capitulado de:

“... las presas de las dchas. ferrerías...” y

“... de las ruedas y molinos que son de parte de uso de las ferrerías, en las aguas do estan pobladas...”¹².

Este ordenamiento escrito, al igual que otros de la época, no estaba inventado ni improvisando una normativa para el futuro, sino que tenía carácter consuetudinario, recogiendo “*derechos y usos e costumbres segun lo obieron en tiempos de los otros reyes*”. Estaba, por tanto, regulando desde un pasado, cuyo término cronológico *a quo* en el tema que nos atañe no resulta posible esclarecer pero sí asegurar, con suficientes garantías, que fuera anterior a la data de 1328. Además, este ordenamiento privativo de un espacio geográfico restringido se generalizaría diez años más tarde, en 1338, a toda la provincia de Guipúzcoa, constituyéndose en Fuero territorial¹³. A la anterioridad cronológica a 1328 en la introducción de la energía hidráulica se añade ahora una indeterminada generalización espacial.

Y con definitiva claridad, también el pretendido, pero no calificable en rigor como fuero de ferrerías, concedido en 1335 a la misma valla de Segura por el Rey Alfonso XI expresa:

“... Por razon e manera que habemos ferrerías masuqueras e otras de mazo de agua e de omes nos e otros en Necaburu e en Legazpia e en otros lugares”¹⁴.

En suma, estos documentos referidos a momentos distintos y a lugares tan alejados señalan, con sus diferencias, que, como mínimo, entre fines del Doscientos y comienzos del Trescientos el empleo de la energía hidráulica se estaba generalizando y, con él, el desplazamiento de las forjas forestales de montaña (*masuquera* = de mazo manual, *agorrola* = en seco, *haizeola* = de viento) a las orillas de los ríos (*zeharrola* = en mojado, *ibarrola* = de ribera).

Claro es que la adopción de esta tecnología no fue uniforme. Los mismos textos de Segura confirman la lógica coexistencia en el Trescientos de ferrerías *masuqueras* o de mazo manual con las de *mazo de agua*. Lo que significa, en última instancia, que los nuevos ingenios hidráulicos no se prodigaron por igual en todo el área vascongada, que su aplicación no fue instantánea ni general y que coexistieron durante algún tiempo instalaciones y plantas de desigual nivel tecno-

¹² M. DE LECUONA, *Del Oyarzun antiguo*, San Sebastián, 1959, p. 281 y en general pp. 279-284.

¹³ Cfr. L.M. DÍEZ DE SALAZAR, *Ferrerías en Guipúzcoa*, o.c., pp. 40 y ss. del vol. 2.

¹⁴ *Ferrerías en Legazpia*, o.c., p. 24. L.M. DÍEZ DE SALAZAR, *Ferrerías en Guipúzcoa*, o.c., p. 67. Similar regulación en el Fuero de Ferrerías de Elgoibar (*Ibidem*, pp. 72-75).

lógico¹⁵. Otro problema surge de las distintas posibilidades de adaptación de la energía hidráulica a los diversos elementos mecánicos de las ferrerías.

En principio, la nueva energía era adaptable tanto a los fuelles como a los mazos ferreros. Pero con independencia del falso argumento *a contrario* exhibido en ocasiones para negar la aplicación completa o defender la prioridad del aprovechamiento de la energía del agua en los barquines —en el siglo XVI, recordemos, se hablará de “*martillos de agua*” como de auténtica innovación— consideramos más probable, siempre de modo provisional, la introducción conjunta, e incluso, con cierto atrevimiento, la prioridad inversa: la adaptación primera a los mazos¹⁶.

La aplicación a los fuelles tenía sus inconvenientes, aunque no eran irremediables. Una fuerte inyección de aire a presión —de «viento», utilizando lenguaje ferrón— en el horno reducía la temperatura de sus paredes, poniendo en peligro los resultados del proceso químico-metalúrgico. Sólo un aumento de la masa del mineral a reducir, y consecuentemente del combustible, y a la postre de todo el complejo de la instalación, podían obviar tales riesgos, elevando al propio tiempo la producción y productividad de los ingenios ferreros. La aplicación al mazo del yunque, para realizar una mera operación mecánica de eliminación de escorias y compactación de porosidades, era técnicamente menos problemática y aportaba importantes resultados en ahorro de trabajo por unidad de producto. Además, estaba ampliamente experimentada en batanes de diverso uso¹⁷. En teoría, parece la aplicación menos problemática y en la práctica, la más conocida en otras actividades industriales. De hecho, en Segura y por 1335, se nos ha hablado de “*otras (ferrerías) de mazo de agua*”, en oposición a las de mazo manual o *masuqueras*. Apurando la exégesis, podría pensarse que tan precisa denominación de las ferrerías, *de mazo de agua*, no indicándose nada respecto de los barquines, apunta a la aplicación más llamativa y por tanto, pionera de la nueva energía a los martillos. Sin embargo, otros textos, probatorios de forma contundente del empleo de la energía hidráulica a fuelles y mazos, podrían interpretarse como dando la prioridad en su uso a los barquines. Al igual que en casi toda Europa, en el

¹⁵ Sobre la pervivencia de forjas prehidráulicas en la Edad Moderna, tal y como apuntan J. CARO BAROJ (*Vasconiana*, o.c., pp. 95 y 170, nota 95) y L.M. DÍEZ DE SALAZAR (*Ferrerías en Guipúzcoa*, o.c., p. 66), convendría recordar los atinados avisos de M. LABORDE («Ferrones», *Euskaldunak, La Etnia Vasca*, 2. San Sebastián, 1979, pp. 309-310) y de I. CARRIÓN (*La siderurgia guipuzcoana en el siglo XVIII*. Tesis doctoral inédita. Universidad del País Vasco, 1988, pp. 175-176) de no confundir restos de escorias de hornos prehidráulicos con los de hornos de calcinación de mineral (*arragua*), que sólo serios trabajos arqueológicos con la apoyatura de análisis químicos llegarán a discriminar su origen. Obvias razones económicas permiten conjeturar la imposibilidad de supervivencia de forjas prehidráulicas en proximidades de las hidráulicas en plena Edad Moderna. Otra cosa es su coexistencia en los siglos XIII y XIV, hasta la generalización de la energía del agua.

¹⁶ La adaptación primera a los fuelles la defiende, para el caso catalán, J. MALUQUER, «La siderurgia tradicional...», o.c., p. 22 y la defendimos nosotros para el caso vasco en nuestra tesis doctoral, el año 1976. Con algunas dudas nos aventuramos hoy a argumentar la tesis contraria o, al menos, la de la coincidencia de ambas aplicaciones.

¹⁷ El aprovechamiento industrial de la energía hidráulica fue anterior en el sector textil y agroalimentario (molinería) que en el forjado de hierro, por las diferencias de dificultad técnica en su aplicación.

País Vasco, la importancia de las ruedas hidráulicas para la comunidad usuaria de las corrientes de agua se refleja en toda una compleja legislación sobre el control de los ríos. El principal texto legislativo de Vizcaya, el *Fuero Viejo* de 1452, dictaminó largamente al respecto y se expresó de este modo en uno de sus capítulos:

“... el que tal compuerta pusiere que deje d’espacio por donde es uso por donde pasa el agoa al de menos de quatro dedos, porque otra Rueda o molino o Ferreria que devajo estubiere pueda labrar e moler sueltamente a estos quatro dedos de compuerta y si la ferreria fuere que no sea de compuerta de la Rueda del mazo, salbo de la rueda de los barquines...”

dando a entender la existencia de ferrerías movidas sólo en sus fuelles por energía hidráulica.

Sea lo que fuere en cuanto a prioridades de aplicación sobre martillos o fuelles, queda suficientemente probado en el actual estado de conocimientos y de la documentación que el empleo de la energía hidráulica en la industria siderúrgica vasca se produjo —en contra de la interpretación tradicional—, *al menos* desde fines del siglo XIII, con una cadencia de expansión innovadora y de aplicaciones en los elementos mecánicos de las ferrerías que por el momento desconocemos con exactitud, pero que a mediados del siglo XV estaba tan definitivamente arraigada como para que el texto legislativo fundamental de Vizcaya proveyera normas suficientes relativas al uso de aguas que movían mazos y barquines.

Formulada y convalidada esta cauta proposición, queda por elucidar y reinterpretar el sentido de la novedad e innovación que los “*martillos de agua*” pudieron tener en el siglo XVI.

II

Al mantenimiento de la tradición historiográfica que defendió la tardía introducción de la energía hidráulica en la siderurgia vasca estaban contribuyendo unas no muy precisas, o no bien entendidas, referencias textuales, relativas a ciertas innovaciones técnicas que hacia mediados del siglo XVI habían sido implantadas en la mecánica de las ferrerías del País Vasco.

La primera de dichas referencias arranca del Padre Gabriel de Henao, que escribía por 1689 y que, basándose en testimonios más o menos próximos, nos transmitió la noticia, un tanto confusa en su contenido pero clara en su sentido, de que hacia 1540 había dado inicio una nueva etapa en la revolución técnica de la siderurgia vasca:

“... Es fama, que, desde el año de mil quinientos y quarenta, se pusieron las herrerías a la Genovesa, de la forma, que ahora labran, y que antes servía el agua, no con tanto ingenio. El presente, o sea antiguo, o moderno, es de gran traza, porque, sin fuerza de braços, la misma agua mueve ruedas, hincha de ayre los barquines, para que enciendan, y aviven las fraguas, mueve los martinetes, y ha-

ce otros muchos ministerios, con tanta sugesion a los oficiales, que parece que tienen sobre ella entero dominio"¹⁸.

Gracias a diversos trabajos se puede hoy confirmar la noticia del P. Henaio¹⁹, sobre todo en lo que se refiere a la progresión y generalización —que tecnológicamente es lo decisivo— de las "herrerías a la genovesa", aunque su exacto contenido técnico se nos siga aún escapando. Entre las fechas de 1540 y 1570, la expansión de las invenciones de presunto origen italiano parece haberse ya producido y asentado. En un contrato de arrendamiento de una ferrería vizcaína, efectuado en 1570, se nos advierte:

*"... otrosy dixeron que el dho. p^o de nobia aya de dar la dha. herreria como esta dicho de suso, a la genovesa, segun e como al presente usa e andan las ferrerias de seis años poco mas o menos a esta parte"*²⁰.

La segunda de las referencias, más precisa en su contenido, aunque mal interpretada, además de parcialmente confundida con la anterior —que ha dado precisamente el principal fundamento a la versión historiográfica tradicional—, data de antes, de 1514, y ha llegado hasta nosotros a través de las notas de un pleito recogido por P. Madoz. Según se desprende de los alegatos del juicio, un tal Juan Tomás de Fabricario, milanés de naturaleza pero vecino de Segovia,

*"... manifestó a la reina doña Juana y al rey Católico su padre, que por no haber en estos reinos edificios de martillos de agua para labrar cobre, los caldereros los labraban a brazo con mucho trabajo, costas y carbón, principalmente las obras grandes y de mucho peso; que por esta causa no se daba abasto de obras a los que andaban vendiendo por estos reinos, en los cuales si hubiesen tales edificios de martillos de agua, no solo serían más ennoblecidos y provistos de aquellas obras, sino las rentas acrecentadas..."*²¹.

La licencia para explotar dicha patente durante diez años, concedida en 1514, tropezó con la sorpresa de que Marcos de Zumalabe, natural y vecino de Valmaseda, en el Señorío de Vizcaya, había ya edificado para estas fechas un martinete

¹⁸ G. de HENAO, *Averiguaciones de las Antigüedades de Cantabria*, Salamanca, 1689, p. 200.

¹⁹ La primera confirmación documentada se debió a V. VÁZQUEZ DE PRADA, «La industria siderúrgica en España (1500-1650)», *Schwerpunkte der Eisengewinnung*, o.c., pp. 35-78 y «Las antiguas ferrerías de Vizcaya, 1450-1800» *Melanges en l'honneur de F. Braudel*. Toulouse, 1974, p. 666. Las investigaciones de L.M. DÍEZ DE SALAZAR, *Ferrerías em Guipúzcoa*, o.c., p. 94, sobre la base de una información amplia, permiten avanzar que el proceso de cambio se generalizó ya para mediados del siglo XVI. E. FERNÁNDEZ DE PINEDO, «From the Bloomery...», o.c., pp. 7-10, reconfirma este cambio tecnológico para similares fechas.

²⁰ Contrato descubierto por V. Vázquez de Prada y custodiado en Arch. Histórico Provincial de Vizcaya. Escribano Juan Martínez de Fuica. Cuaderno de 1570-71, fol. 48-49. Revisado por nosotros el contrato en su integridad, nada se nos aclara de las novedades tecnológicas genovesas, ni de la brevísima descripción de las distintas partes de la ferrería hemos podido reducir en qué consistían tales innovaciones.

²¹ P. Madoz, *Diccionario*, T. I, pp. 474-475. Pleito cuyo original fue descubierto por A. Herro, reeditor de J.R. de Iturriza, *Historia general de Vizcaya y Epítome de las Encartaciones* (1793), Bilbao, 1967, pp. 109-110, nota 22.

hidráulico, el primero conocido en el País Vasco y en Castilla, lo que fue precisamente motivo de que estos dos innovadores siderometalúrgicos incoaran pleito.

El contenido de la innovación que Fabricario y Zumalabe pretendían introducir o habían ya introducido está bien claro. Según los textos disponibles²², lo que Zumalabe, de familia de *caldereros de cobre*, edificó fue un martinete anejo a su molino de la Pinilla; dicho de otro modo, lo que instaló fue un «molino de agua» para cobre y hierro, martinete, por tanto, hidráulico, pero instalado en «oficina» independiente de toda herrería y destinado al forjado *secundario* de hierros y a la calderería del cobre. La insistencia de los documentos en que se trata de martillos para *cobre* —además de para hierro— e *independientes* de cualquier herrería nos obliga, en buena lógica, a pensar que nada tiene que ver tal innovación con el empleo de la energía hidráulica en los ingenios de producción primaria de hierro —las herrerías— y ni tan siquiera con su aplicación al mazo de dichas herrerías, puesto que tal herrería no existe en este caso. Además, el texto antes referido del P. Henao nos advertía con notable precisión que con anterioridad a las innovaciones genovesas, en las herrerías precedentes ya “*antes servía el agua*”, aunque no lo fuera “*con tanto ingenio*” como en las “*genovesas*”. La novedad del martinete hidráulico de Fabricario o de Zumalabe hay, pues, que entenderla en otro sentido: como innovación independiente y adicional a las herrerías tradicionales —anteriores a las genovesas—, y que no tenía otro cometido, en el caso de la industria del hierro, que el de la mecanización del forjado secundario, que antes se realizaba a mano, al objeto de forjar principalmente bienes intermedios entre los tochos de primer forjado y los útiles finales de consumo, es decir, para elaborar los llamados hierros comerciales (barras, barretas, sutil, platina, platineta y demás) y, en menor medida, productos finales.

Para resumir en pocas palabras, con la información hasta ahora disponible podemos avanzar, provisionalmente, que a comienzos del siglo XVI y con anterioridad a las nuevas herrerías «a la genovesa», que aparecen y se prodigan entre 1540 y 1570, parecen haber surgido los *martinetes* o *herrerías menores*, también llamadas *tiraderas* —que con tales nombres, de forma indiferenciada, se refieren luego en los textos documentales—, cuya función no era otra que la de «estirar» los *tochos* tosca y primariamente forjados en las herrerías mayores —dotadas ya de «mazo de agua»— hasta reducirlos a piezas semielaboradas, hierros comerciales de diversas formas y dimensiones, según demandas del mercado, concretamente de los herreros que las empleaban en sus fraguas de acuerdo con la mayor adecuación de los semielaborados al producto final que pretendían fabricar. Un preciso texto de 1619 da perfecta cuenta de esta innovación:

“... *Las herrerías menores, como V.S. habra advertido, se introducieron pa. ayuda de los ofiçiales de nra. tierra, pues antes a brazos les costava, y gran traauajo, cortar y traer el fierro, que es como sale de las herrerías mayores, ha estado q. con el pudieran hacer las obras de qualqra. suerte...*”²³.

²² *Ibidem*, pp. 110-111.

²³ Arch. Real Aca. de la Hist.-Col. Vargas Ponce, T. 20, fol. 129-130. Sobre estas herrerías menores y sus futuros avatares y cambios en su cometido siderometalúrgico, Cfr. L. MARTÍNEZ DE

Con ello se acabó por mecanizar todo el proceso productivo de la siderometalurgia vasca; se mecanizaron todas las fases sucesivas que producían bienes distintos —en progresiva reelaboración— en aparatos mecánicos, instalaciones y «oficinas» diferentes, según el esquema del cuadro adjunto:

	Industria siderometalúrgica			Industria metálica transformación
Subfases de la metalurgia	Reducción o fundición	1º Forjado o Martillaje	2º Forjado o Estirado	Forja
Tipo de producto	Agoa o Zamarra	Tocho	Hierros comerciales	Ferretería varia
«Oficinas» y/o instalaciones de producción	Ferrerías mayores		Ferrerías menores	Fraguas

Este proceso de mecanización no era en modo alguno exclusivo del País Vasco, sino que por el contrario, y más bien, el caso vascongado se subsume y acomoda perfectamente al contexto internacional tecnológico del siglo XVI. «Mechanization —puede leerse en una de las más prestigiadas historias de la tecnología— affected mining and the working of iron and steel more than smelting itself», especialmente a base del empleo de la energía hidráulica en las ramas menores y ligeras de la siderurgia y de la industria metálica del transformado de metales tanto ferrosos como no ferrosos. «Water-wheels —se sigue leyendo en dicha historia— were mainly in hammer-forges and rolling-mills, and for wire-drawing ... Power-driven tilt-hammers became common in the sixteenth century, possibly as a result of some Italian improvements, yet the manual hammer retained its position in the lighter branches of the iron industry, such as nail-making, until the nineteenth century»²⁴.

Si en la adopción de la nueva tecnología de la producción primaria del hierro —el horno alto, la fundición y el procedimiento metalúrgico indirecto— el País Vasco marcó claras distancias respecto de Europa, en la mecanización de las la-

ISASTI, *Compendio historial de Guipúzcoa* (1625), reed. en Bilbao, 1972, p. 158; P.B. VILLARREAL DE BERRIZ, *Máquinas hidráulicas de molinos y herrerías y gobierno de los árboles y montes de Vizcaya* (1736), reed. en San Sebastián, 1973, p. 48 y M. DE LARRAMENDI, *Corografía de Guipúzcoa* (c. 1754), reed. de J.I. Tellechea en San Sebastián, 1969, p. 65 y 66. En los listados y nóminas futuras de ferrerías se distinguirá con precisión las mayores de las menores y si éstas están adosadas o integradas con las mayores o forman cuerpo y «oficina» independiente.

²⁴ CH. SINGER, E.J. HOLMYARD, A.R. HALL and TREVOR, I. WILLIAMS, *A History of Technology*. Oxford, 1957, vol. III, p. 32. Sobre la mecanización del trabajo del cobre, cfr. H. KELLENBENZ, «La técnica en la época de la revolución científica (1500-1700)», *Historia Económica de Europa* (2) Siglos XVI y XVII (C.M. Cipolla, ed.), Barcelona, 1979, p. 167. Sobre la tardanza en introducir los martillos de agua, en este caso en Inglaterra, Cfr. D.W. CROSSLEY, «The english iron»..., *o.c.*, p. 31, que cita el caso de la «bloomery» de Rockley, que en su fase final de sobrevivencia, 1600-1640, «there was no evidence for the use of a water-wheel to operate its hammer».

bores secundarias se acopló rápidamente y en puntual sincronía a los avances europeos de origen, durante el siglo XVI, principalmente italiano.

III

En el epígrafe anterior hemos marcado diferencias y distancias cronológicas entre, por un lado, las innovaciones procedentes de Italia, que en el País Vasco se plasmaron en la implantación de las “*ferrerías a la genovesa*”, y, por otro lado, los “*martillos de agua*”. Sin embargo, la cita recién transcrita, referente a que, con probabilidad, los martillos mecánicos que devinieron en moneda común por la Europa del siglo XVI tuvieron su origen en Italia, nos obliga a replantearnos con mayor cautela tales distancias y diferencias, hasta llevarnos a cuestionar si no tendrán algo que ver entre sí ambas innovaciones, o incluso si no son una misma cosa, o al menos si no deberían englobarse.

Iturriza, a fines del siglo XVIII, aduciendo y glosando las informaciones de Henao sobre la introducción de las nuevas ferrerías, resumió y tradujo en un solo trazo el significado del prolijo texto de Henao, insinuando una cierta coincidencia entre ambas innovaciones:

“... año de 1540, en que se pusieron las ferrerías como al presente existen, con rueda mayor y martinete a la genovesa, según escribe el citado Henao...”²⁵.

Otro texto anónimo del siglo XVIII, pero que parece surtirse de la misma fuente, pues reproduce casi literalmente a Iturriza, con algún comentario añadido de interés, dice:

“... en el año 1540 se pusieron las ferrerías con Rueda Mayor y martinete a la genovesa, habiendose aumentado considerablemente con esta nueva máquina su número y el de los quintales que cada una labra...”²⁶.

Afinando la exégesis de estos textos podría considerarse, o bien que tanto la rueda —para el caso, mayor que en las ferrerías antiguas— como el martinete tuvieron un mismo origen genovés, o bien que tan sólo el martinete tuviera tal procedencia. En la primera de las hipótesis, tendríamos que ambas innovaciones se englobarían traducándose en una remodelación general de todo el complejo de las instalaciones de las ferrerías —lo que quizás estaría más acorde con el texto de Henao que hace referencia a una mayor «traza» de las nuevas ferrerías— y en el segundo supuesto, nos encontraríamos con una simple adición a las ferrerías antiguas de un martinete, cuya mecánica, tal y como se explicita en otros textos del siglo XVIII, era igual, sólo que de menor porte, que la de las ferrerías mayores²⁷.

²⁵ J.R. DE ITURRIZA, *Historia de Vizcaya...*, o.c., p. 109.

²⁶ A.H.N., Cons. suprimidos, L. 3.068, N° 2. Texto recogido de E. FERNÁNDEZ DE PINEDO, «From the Bloomery...», o.c., p. 8, nota 3.

²⁷ «Las herrerías menores son de la misma hechura (que las mayores) y sólo varían en que son menores algunas de sus piezas», M. DE LARRAMENDI, *Corografía...*, o.c., p. 65.

Intentar salir de la duda y aclarar la cuestión nos llevó en su día a ponernos en contacto con reconocidos expertos en la historia de la industria siderúrgica de la Liguria italiana. Los resultados sin embargo de estos contactos han sido infructuosos²⁸. Con todo, dos cuestiones sobresalen respecto a la evolución tecnológica de la siderurgia ligur, según las observaciones efectuadas sobre descripciones de época e inventarios de “*ferriere*” genovesas. Primera, que el martinete —*maglietto*— se había ya generalizado en pleno siglo XVI, aunque se desconoce su fecha de introducción y su originalidad genovesa²⁹. Y segunda, que, con probabilidad, a comienzos del mismo siglo, se produce un «salto tecnológico» cuyas características, sin embargo, se desconocen por falta de descripciones sistemáticas de las instalaciones ferriales de la época³⁰. Si hubo alguna interconexión, simple coincidencia o diferencias entre ambos fenómenos es una cuestión aún no aclarada por la historiografía genovesa. Esta falta de esclarecimiento suficiente sobre la evolución tecnológica de la siderurgia ligur nos impide verificar el exacto contenido y cadencia de las innovaciones vascas, para las que no existe tampoco de momento ni documentación ni estudios solventes, quedando por tanto en la penumbra de las dudas la opción fundamentada entre las hipótesis referidas en punto a las relaciones existentes entre *martinete* y *ferrerías a la genovesa*.

Algún avance provisional, a la espera de estudios de campo, ha sido formulado y se podrían también formular otros al respecto. Fernández de Pinedo, sin cuestionarse el tema en los términos por nosotros planteados, ha apuntado una hipótesis que vincula la introducción del martinete con el desarrollo del tamaño de las ruedas que daban movimiento a dichos martinetes. Según él, aumentó la cadencia de los golpes del martinete, siempre superior a la del mazo mayor, a base de incrementar el número de levas del huso de la rueda y a base también de agrandar el tamaño de dicha rueda, identificando de este modo la novedosa «rueda mayor» a que hacen referencia los textos³¹. Por nuestra parte, dentro de los términos planteados, sugeriríamos que la introducción del martinete —curiosamente de etimología más bien francesa que italiana— comportó la necesidad de ampliar el tamaño de la rueda de las ferrerías *mayores* y de modificar probable-

²⁸ En Génova, casualmente, está emplazado el *Centro di Studio sulla Storia della tecnica* adscrito al *Consiglio Nazionale delle Ricerche* que desde hace algunos años ha dedicado parte de sus investigaciones al tema de la historia de la tecnología de la siderurgia ligur, plasmadas en los *Quaderni* y *Studi e Notizie* editadas por el Centro. Los contactos epistolares y personales mantenidos con uno de sus miembros, M. Calegari, se han saldado en un relativo fracaso al no haber encontrado de momento la respuesta específica a mis concretas preguntas.

²⁹ «Negli inventari 1580, 1641, 1721, 1756 oltre all'edificio in cui al basso fuoco e al maglio si raffina il ferro, compare anche il 'Maglietto' che è costruzione separata dalla ferriera propriamente ditta, in cui il primo prodotto alquanto grossolano veniva tirato in 'verghe mercantili', semielavorati, e più raramente in prodotti finiti come chiodi, zappe altro» (E. BARALDI, «Lessico delle ferriere 'catalano-liguri'. Fonti e glossario», *Quaderni*, 2 (1979), p. 12).

³⁰ «Un salto tecnologico nel basso fuoco genovese dovrebbe essere cercato nel periodo che intercorre tra la prime dur rivelazioni (1459-97 e 1519-21) e poi tra quest'ultima e il 1673». M. CALEGARI, «Il basso fuoco alla genovese: insediamento, tecnica, fortuna (sec. XIII-XVIII)», *Quaderni*, 1 (1977), p. 17.

³¹ E. FERNÁNDEZ DE PINEDO, «From the Blooméry...», o.c., p. 8.

mente el trazado general de las mismas ferrerías —a las que única y también curiosamente se aplica el apelativo de «genovesas»—. En concreto, planteamos la hipótesis de que la mecanización de la siderurgia ligera, a base de martinets, generó un «cuello de botella» del lado de la oferta de la siderurgia pesada, léase en la producción de las ferrerías mayores. Superar tal contradicción pasó por un aumento del tamaño de las ruedas de dichas ferrerías mayores y por una remodelación general de todo el complejo de las plantas siderúrgicas. Significativamente, en el siglo XVIII, la mayor de las dos ruedas con que indefectiblemente estaban dotadas las ferrerías mayores era la del mazo³². El incremento de su tamaño, y derivadamente del número de levas de su huso, haría posible adecuar el aumento de la oferta de *tochos* de hierro a la capacidad de reelaboración de los mismos por los martinets mecánicos. Esta versión nos parece encajar con el texto de Henao que insinúa una complejización general de toda la mecánica ferrial y con el texto anónimo del siglo XVIII que nos habla de un incremento de la capacidad productiva de las ferrerías.

IV

En la historia del aprovechamiento de la energía hidráulica resta un episodio final y de no poca importancia, pues va a dirimir variantes distintivas en el sistema metalúrgico directo de la siderurgia española a partir del siglo XVII, genéricamente entre la zona pirenaico-catalana y la vasco-cantábrica. Nos queremos referir a la técnica de un nuevo alimentador de aire en el fogal, distinto al sistema de fuelles: la *trompa eólica, aicezrcas* (= cajas de aire) en versión eusquérica. Las trompas, invención de comienzos del siglo XVII y de probable origen también ligur y con seguridad italiano —como todas las innovaciones relativas a la energía motriz en contraste con las de la energía combustible, de procedencia noreuropea— se expandió en la zona pirenaica franco-catalana y en general en el área mediterránea, acabando por sustituir de manera definitiva al sistema de fuelles. Su escasa demanda de agua en cantidad, aunque a expensas del aprovechamiento de desniveles naturales de cursos de agua o de obras de acondicionamiento de presas para lograr saltos y caídas de agua, se ajustaba bien a las condiciones de ofertas de la geo-climatología mediterránea³³.

En el País Vasco hubo un intento de introducir la nueva técnica, obra de P.A. de Ribadeneira, el año de 1635³⁴. Los empeños de este innovador por «fundir sin fuelles ni barquines» no cuajaron, por la oposición de los maestros ferrones que no sólo se negaron a introducir en sus ferrerías las trompas de aire sino que incluso llegaron a «redimir» monetariamente el privilegio real concedido a su promotor, cortacircuitando con ello de manera radical la posibilidad de su apli-

³² I. CARRIÓN, *La siderurgia guipuzcoana...*, o.c., p. 250.

³³ E. BARALDI, «Lessico delle ferriere...», o.c., pp. 159-169 y 184-191.

³⁴ Cfr. Arch. Gen. del Señorío de Vizcaya, C.J.G., Escrituras del Señorío, R. 2, N° 22.

cación. Las razones que se aducen de no verse ventajas sino inconvenientes en tal invento, dada la mayor altura que era preciso dar a las presas para lograr una mayor caída de agua, son medianamente convincentes. También esta versión puede ser matizada.

En pura teoría, el nuevo sistema resultaba más eficiente que el de fuelles, dado que suponía importantes ahorros en el consumo de carbón, lo que añadido a la alta fusibilidad del mineral vasco, hacía predecible una aplicación económicamente rentable del invento. Sin embargo no se aplicó más que marginalmente en algunas ferrerías menores durante el siglo XVIII³⁵. En este siglo, cuando *La Bascongada* sopesó ventajas e inconvenientes en el empleo de la trompa apuntó, en aparente contradicción con lo arriba indicado, que «el consumo de agua es mucho mayor»³⁶, debiéndose añadir, cosa que se silencia, que tal era debido a la carencia de saltos de agua naturales y elevados³⁷. A este factor geo-climático convendría añadir, según nuestra versión, otros, como el sistema de explotación de las ferrerías, mayoritariamente indirecto, lo que derivaba en problemas financieros para la inversión en obras de costosa infraestructura en presas y demás, así como, más en general, la concreta disponibilidad, en cuantía y calidad, de recursos y factores productivos y de sus precios relativos cara a la competencia nacional e internacional, desde el punto de vista de la oferta, amén que problemas de demanda y mercado, que en el siglo XVII eran singularmente críticos para la siderurgia vasca³⁸. Este campo de hipótesis explicativas requeriría, de cualquier forma, de análisis y estudios más pormenorizados que fundamentaran una concreta explicación satisfactoria para este episodio.

V

Al cabo de estas páginas algunas conclusiones pueden quedar suficientemente asentadas: que la introducción de la energía hidráulica en la mecánica de las ferrerías vascas —en contra de la versión tradicional que la atrasaba hasta el siglo XVI— hay que retrotraerla, como mínimo, a finales del siglo XIII, en relativa sincronía con Europa; que, a mediados del siglo XVI, se produjeron efectivamente innovaciones —confundidas por la interpretación tradicional— tendentes a la mecanización en las elaboraciones secundarias de hierros a base de “*martillos de agua*”, también en sincronía con Europa; y que las trompas eólicas, arraigadas en el área mediterránea catalana fueron rehusadas en la vasco-atlántica, marcándose en este sentido derivas y variantes distintas respecto a otros espacios euro-

³⁵ I. CARRIÓN, *La siderurgia quipuzcoana...*, o.c., p. 269.

³⁶ *Extractos* (1771), San Sebastián, reed. de 1985, p. 37.

³⁷ I. CARRIÓN, *La siderurgia guipuzcoana...*, o.c., p. 268.

³⁸ J. MALQUER DE MOTES, «Le technique della siderurgia preindustriale nell'area mediterranea: elementi per una comparazione», *XVIII Settimana di Studio, Miniere e Metallurgia, sec. XIII/XVIII*. Prato, 1986.

peos. Sin embargo, la progresión y generalización de la energía hidráulica en la producción primaria de hierro y la relación existente entre los martinets mecánicos y las “*ferrerías a la genovesa*”, lo mismo que una explicación satisfactoria al hecho comprobado de la negativa a utilizar el sistema de trompas, quedan aún como cuestiones historiográficamente pendientes, cuya elucidación sólo será posible mediante nuevas investigaciones hechas más a ras de tierra documental y con el apoyo de una arqueología industrial seriamente conducida. Sólo así las versiones establecidas resultarán también fundadas. Las que aquí proponemos no dejan de ser provisionales.