



XI Congreso Internacional de la AEHE
4 y 5 de Septiembre 2014
Colegio Universitario de Estudios Financieros (CUNEF)
Madrid

Sesión 16. Industria antes de la Industrialización: la organización del trabajo manufacturero en la España preindustrial

Minería y empresa siderúrgica en la economía vizcaína preindustrial (s. XVI-XVIII)

Rafael Uruarte Ayo

Universidad del País Vasco (UPV/EHU)

Rafael.uriarte@ehu.es

XI Congreso Internacional de la AEHE
(4 y 5 de Septiembre de 2014, CUNEF, Madrid)

*Minería y empresa siderúrgica en la economía vizcaína preindustrial (s. XVI-XVIII)*¹

Rafael Uriarte Ayo

Dpto. Historia e Instituciones Económicas (UPV/EHU)

1.- Introducción.

La siderurgia, sector estratégico en la economía vasca preindustrial y principal actividad manufacturera de los territorios situados en su fachada atlántica, se ha desarrollado en el largo plazo en estrecha vinculación al mundo agrario. Exceptuando una parte de las instalaciones dedicadas a la manufactura (fraguas y metalurgia ligera en general), la siderurgia tradicional ha sido una industria rural (*no ruralizada*)². Al margen de que una parte muy significativa del consumo se encontraba en el campo (aperos de labranza, herraduras, llantas de carro, etc.), el acceso al combustible (carbón vegetal) y la necesidad de disponer de energía hidráulica, imponían una localización dispersa fuera del ámbito urbano. También era mayoritariamente rural la mano de obra implicada en las principales tareas relacionadas con el sector, campesinos que se ocupaban, por lo general a tiempo parcial, en el carboneo, minería, transporte, etc. Tan solo los operarios de las distintas instalaciones (ferrerías, martinets, fraguas y similares) pueden considerarse trabajadores especializados. La cualificación del trabajo, en cualquier caso, no necesariamente estaría vinculada al grado de especialización de la mano de obra. De hecho, mineros y carboneros, junto con carpinteros, herreros y oficiales de ferrería, eran contratados fuera del País Vasco por el dominio de unos oficios cuyo aprendizaje tenía lugar en un entorno de intensa actividad industrial, siendo una vía fundamental para la transferencia tecnológica³.

¹ El presente trabajo se ha realizado con la ayuda de los fondos asignados a Grupos Consolidados Gobierno Vasco IT807-13 (Crecimiento económico, instituciones y cambios sociales en el País Vasco. Una perspectiva histórica). Agradezco las sugerencias recibidas de E. Fernández de Pinedo y S. Piquero.

² Su carácter rural, por lo tanto, no respondía a los esquemas propuestos para procesos de protoindustrialización, donde la industria de las ciudades se traslada al campo tratando de reducir costes salariales o eludir el control que pudieran ejercer los gremios y las instituciones urbanas en general. A pesar del indudable progreso en la investigación relativa a la industria minera y siderúrgica, tal como señalara J. Maluquer de Motes (1988), p. 91, el hierro apenas fue tratado en la literatura que en los años 70 y 80 del pasado siglo debatía en torno a la protoindustrialización, muy centrada en los ejemplos de la industria textil. La situación no ha cambiado sustancialmente de entonces aquí, mientras el debate ha ido perdiendo intensidad y actualidad. No obstante, el posible encaje del "modelo" protoindustrial en la economía vasca es analizado en L.M^a. Bilbao (1984); gran parte de la literatura internacional se recoge en los estudios y bibliografía incluidos en M. Ágrem, ed. (1998).

³ Junto con desplazamientos internos en el País Vasco, principalmente desde Guipúzcoa hacia Vizcaya (E. Fernández de Pinedo, 1974, p. 147; R. Uriarte Ayo, 1988c, pp. 73-74), nos consta la presencia de operarios vascos en las ferrerías y minas del Pirineo, tanto en la vertiente española como en la francesa, y Portugal, cuando menos

La ferrería actuaba como núcleo vertebrador y principal unidad productiva y empresarial de la industria. En torno a ella se integraban las tareas que tenían lugar en el monte para la elaboración del carbón vegetal, el trabajo desarrollado en las minas, el transporte y acarreo de materiales, la reparación y mantenimiento de instalaciones y las necesarias funciones de gestión y comercio. Proporcionaba, asimismo, el hierro bruto con el que se trabajaba en el sector manufacturero, mucho más heterogéneo y técnicamente diverso que la producción primaria de hierro, (también peor conocido). Una compleja estructura de actividades desarrolladas de forma independiente, en espacios físicamente diferenciados, incluso con intereses contradictorios, aunque constituyendo un único tejido productivo verticalmente integrado, tal como se representa de forma esquemática en la figura 1. La ferrería, sin embargo, a pesar de ser gestionada de forma independiente y mantener una trayectoria diferenciada como empresa siderúrgica, dentro de la dinámica general del sector, no puede ser entendida como una empresa exclusivamente industrial. Salvo excepciones, formaba parte de patrimonios más extensos y diversos pertenecientes a la nobleza rural vasca, donde se incluían molinos, hornos de pan, tierras de labor, huertas, montes, edificios de residencia, etc⁴. Todo ello daba lugar a economías y sistemas de aprovechamiento de los recursos, cuya articulación era siempre necesaria, aún en aquellos casos en los que la gestión pudiera recaer, vía arrendamiento, en distintas manos. Tampoco en este caso existía una integración formal de actividades (exceptuando las propiedades manejadas directamente por su titular), sin embargo, esta compleja microeconomía, articulada en lo que podríamos definir como un plano horizontal (figura 2), nos debe proporcionar las claves de lo ocurrido en cada explotación, las razones de su éxito o fracaso y la trayectoria individual de determinadas ferrerías o de ámbitos industriales muy concretos (localidades, merindades,...)⁵.

desde la Baja Edad Media (A. Pinto y C. Verna, 2009; L.M. Díez Salazar, 1983, p. 332), en la cornisa cantábrica y Aragón a lo largo de la Edad Moderna (J.A. Balboa de Paz, 1990, p.35; C. González Pérez, 1994, p.61; X. Carmona, J. Nadal, 2005, p. 20; M. Corbera Millán, 2010, p. 79, 98; E. Benedicto Gimeno y J.A. Mateos Royo, 2013, pp. 200-203), e incluso en la moderna siderurgia andaluza de la primera mitad del siglo XIX (E. Fernández de Pinedo y R. Uriarte Ayo, 2013, pp. 205-206).

⁴ Con respecto a la Iglesia, sabemos que la ferrería El Pobal, por donación de su propietario Ochoa de Salazar, perteneció durante un tiempo a la comunidad de religiosos de Nuestra Señora de la Merced de Burceña (R. Uriarte Ayo, 2009, p. 412), lo cual parece una circunstancia excepcional en la siderurgia vasca, no así en otras regiones siderúrgicas. En cuanto a la propiedad pública, en Guipúzcoa, a diferencia de Vizcaya, existía un número significativo de ferrerías de propiedad municipal, 10 sobre un total de 69 en 1752 (I. Carrión, 1991, p. 141); sobre el régimen de propiedad en Vizcaya, ver R. Uriarte Ayo (1984).

⁵ En este sentido, con referencia a la siderurgia sueca y rusa, A. Florén (1993), p. 97, plantea la necesidad de analizar de manera integrada los diferentes elementos que constituyen un complejo productivo cuyos componentes individuales no serían simples partes de una cadena productiva, sino que formarían una "red social de producción".

FIGURA 1. SIDERURGIA TRADICIONAL. FLUJOS DE PRODUCTO Y MERCADOS. FINES S.XVIII

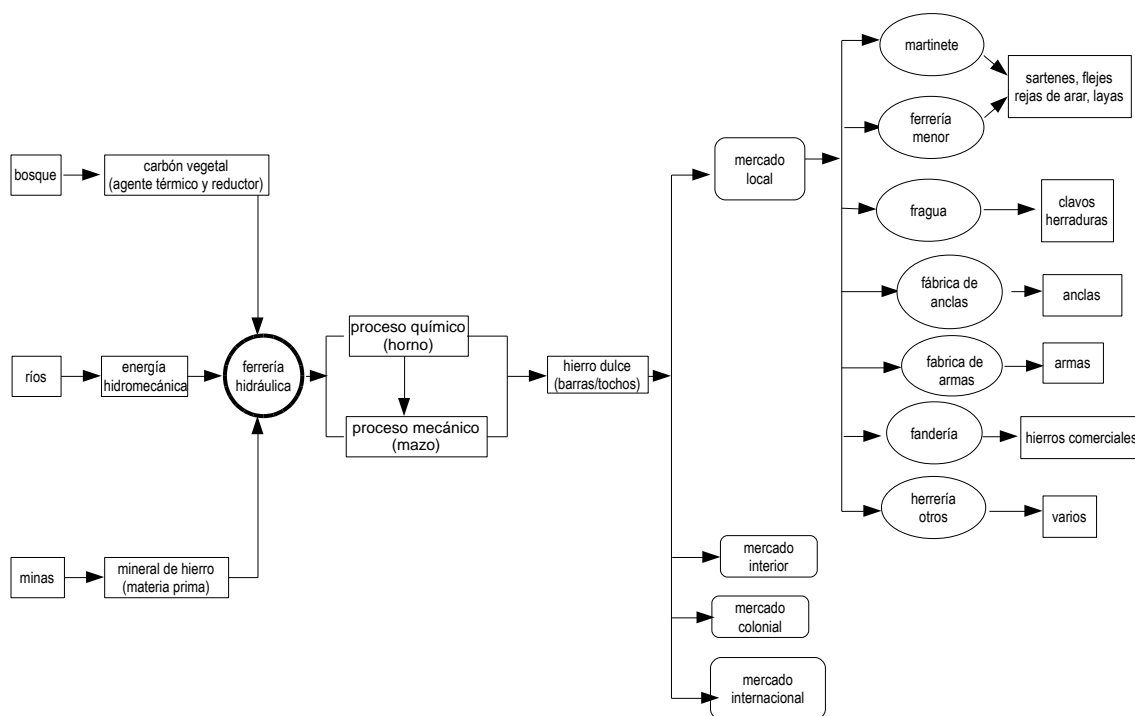
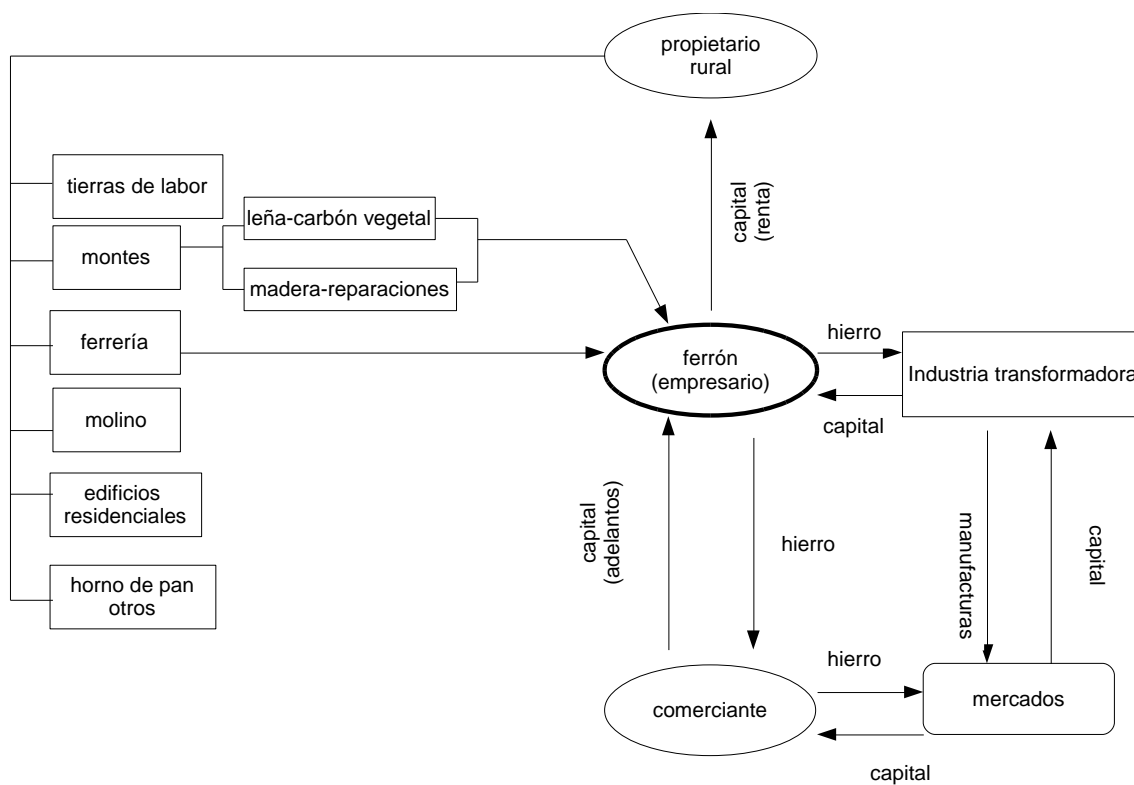


FIGURA 2. SIDERURGIA TRADICIONAL. FLUJOS DE CAPITAL Y PRODUCTO. FINES S. XVIII



Ferrerías y molinos, dadas sus características técnicas, eran instalaciones que, aun estando perfectamente segregadas, podían compartir una parte fundamental de la infraestructura construida para el aprovechamiento energético del agua. De manera que, si el caudal del río lo permitía, siempre se trató que las costosas instalaciones fijas destinadas a represar y canalizar el agua, pudieran accionar simultáneamente los mecanismos del molino y los que daban impulso al mazo y a los fuelles de la ferrería. El monte, por su parte, resultaba de vital importancia para garantizar los suministros de combustible y los materiales necesarios para realizar las continuas reparaciones en edificios y maquinaria. Los contratos de arrendamiento, en aquellos casos (los más frecuentes) en los que la propiedad no gestionaba directamente las instalaciones, fijaban con precisión los precios y las condiciones generales en las que el ferrón arrendatario tendría acceso al bosque (madera para reparaciones y leña para carbón). La vivienda y las tierras de labor (huerta y heredades) completaban un complejo económico y residencial destinado a una explotación integral de los recursos básicos del entorno. Sin embargo, a pesar del carácter rural de la industria, una producción fragmentada y dispersa, la reducida dimensión de la propia empresa, en contraste con sistemas productivos basados en el alto horno, la dificultad de acceder directamente a mercados distantes (colonial, exportación y mercado interior), las necesidades de capital circulante y los largos ciclos de rotación, en función de la lejanía de los mercados, son circunstancias que favorecían la posición relativa del capital mercantil. La burguesía comercial urbana, a través de los mecanismos del *verlagssystem*, ejercía, de este modo, un elevado grado de control sobre la producción siderúrgica y el propio ferrón.

Las minas

Aunque a lo largo de la cordillera cantábrica y la montaña navarra podemos encontrar numerosos yacimientos locales, fue en las minas vizcaínas de Somorrostro donde se desarrolló una actividad más intensa y continuada, comercializando el mineral por mar a lo largo de la cornisa cantábrica, y por tierra hacia el interior de Vizcaya, norte de Álava y Burgos (Valle de Mena). El núcleo extractivo afectaba principalmente a los municipios entonces integrados en los Tres y Cuatro Concejos de Somorrostro (Santurce, Sestao y San Salvador del Valle, por un lado y Musques, Zierbana, Santa Juliana de Abanto y San Pedro de Abanto, por otro) y a la villa de Portugalete. Dichas poblaciones eran propietarias proindiviso de los terrenos en los que se encontraba el yacimiento, siendo libre el acceso a su explotación para los vecinos de las Encartaciones de Vizcaya y para el conjunto de los vecinos del Señorío a partir de 1799, una vez que las Encartaciones quedaran plenamente integradas en las instituciones vizcaínas⁶. El carácter comunal del yacimiento, la abundancia de mineral y la facilidad con la que podía ser extraído, permitió el desarrollo de una minería técnicamente poco exigente, en explotaciones subterráneas y no a cielo abierto como ocurrirá en la moderna minería industrial, a medida que la demanda se diversifique hacia minerales destinados al alto horno (campanil y rubio, frente a la vena dulce utilizada en las ferrerías tradicionales)⁷.

Junto con las herramientas de mano características de la explotación minera (picos, cuñas, azadas, rastrillos, etc.), inicialmente se empleaba el fuego como método para facilitar el arranque del mineral, de acuerdo con las técnicas del “fire-setting”. El texto de N. Monardes fechado en 1574, lo describe de manera clara y concisa: “suele ser la veta de grandes peñascos, que contienen en si el metal y les ponen fuego debaxo para que se quiebren, y después con almádanas los quiebran y hacen pedazos”⁸. Por otro lado, se hacía uso del sistema de “pilares y cámaras”, también utilizado con frecuencia en la minería europea preindustrial, para asegurar la estabilidad y firmeza de las excavaciones⁹. Aunque es muy

⁶ Sobre las disputas en torno a la propiedad de los yacimientos, ver R. Uriarte Ayo (1994b), pp. 11-15.

⁷ Antiguas explotaciones subterráneas fueron descritas por ingenieros de finales del siglo XIX, como W. Gill (1882), p. 64: “The Vena dulce is soft, of a deep color, and very rich in metallic iron. It is the ore that has been worked for centuries past in Biskay, by galleries and underground excavations. The remains of these show how extensive the workings must have been”. En la mina Concha, N° 1, perteneciente a la *Orconera Iron Ore Company*, las antiguas labores subterráneas llegaban a tener más de una milla de largo y 53 metros de profundidad.

⁸ Cit. en R. Uriarte Ayo (1994a), p. 51.

⁹ F. Elhuyar (1783), p. 103, en una de las más detalladas descripciones de los sistemas de explotación utilizados en Somorrostro a finales del siglo XVIII, leemos lo siguiente: “(el método de extracción) se reduce a emprender un callejón, que de la superficie va las mas de las veces en declive hacia el interior, por lo que en el invierno regularmente se llenan de agua, y a veces no pueden desaguar en verano. De este modo llegan a cierta profundidad, hasta encontrar mineral de buena calidad, en cuyo arranque no se sigue mas regla que la de extraer quanto se puede, por lo que solo se suele dexar un pilar que otro de distancia; pero con tan poco orden y proporción, que resultan unas cavidades demasiado grandes e irregulares para la firmeza del mineral; de suerte que faltándoles estrivos, se derrumban las bóvedas, y ciegan las labores, sepultando a veces en ellas a una porción de

probable que los métodos de explotación conocieran otras innovaciones de menor alcance y difíciles de documentar, la que sin duda debió tener mayor impacto en términos de productividad y costes fue la difusión de la pólvora en sustitución del fuego. Desconocemos con precisión el momento en el que tuvo lugar el cambio. Sin embargo, de acuerdo con el informe elaborado por el viajero sueco A. Cronström hacia 1650-1670, la pólvora era ya utilizada como explosivo para el arranque del mineral cuando la dureza de la roca lo requería¹⁰. De este modo, la pólvora debió introducirse en algún momento entre la descripción de Monardes (1574) y la referida de Cronstrom (1650-1670), provocando, en todo caso, importantes consecuencias técnicas y económicas¹¹.

La mano de obra que sostenía la minería tradicional estaba formada por vecinos de las poblaciones próximas al yacimiento, que diariamente empleaban varias horas en los desplazamientos desde sus hogares hasta las zonas de extracción, pues “todos viven lejos de las minas a 2, 3 y más horas de camino, perdiendo muchas de trabajo, mojándose o cansándose en subir el monte todos los días, y cargando con herramientas, pan, el cantarillo de agua y preciso sustento”¹². Se trataba, en la mayoría de los casos, de campesinos a tiempo parcial, que se ocupaban “durante el invierno en labores domésticas y de su pequeña labranza y después de la siembra que concluyen a principios de mayo, acuden al trabajo de las minas”¹³. Salvo excepciones, la actividad minera tenía un marcado carácter estacional, iniciándose en la primavera, alcanzando su máxima intensidad durante el verano, para concluir en el otoño¹⁴. Los trabajadores formaban pequeñas “compañías” de cuatro o cinco miembros, compartiendo los gastos y las utilidades de la explotación. Productores autónomos que, como describía F. Elhuyar, coexistían con meros jornaleros, pues en algunas minas “todos los obreros son propietarios, en otras lo son dos o tres, y los demás jornaleros, y en fin, hay otras que son en parte o del todo arrendadas”¹⁵. En el mismo texto, muy crítico con las prácticas de la minería tradicional, Elhuyar estimaba que la extracción del mineral tan solo ocupaba cuatro horas diarias,

obreros”. Sobre las técnicas extractivas en la minería vizcaína preindustrial, R. Uriarte Ayo (1988a), pp. 38-47 y (1994a).

¹⁰ La referencia sería, “they are easily mined and worked with wedges and iron sledge hammers, except in some places where it is necessary to blast with powder” (cit. en R. Uriarte Ayo, 1994a, p. 52, n. 33).

¹¹ Las fechas son coincidentes con lo que sabemos sobre la difusión de la pólvora en la minería europea (G. Hollister-Short, 1985).

¹² G. González Azaola (1827), “Memoria 1ª sobre las Minas de hierro de Somorrostro”; el mismo autor nos describe como sigue las penosas condiciones de trabajo de los mineros: “suelen perecer víctimas de sus tortuosas e imprudentes excavaciones, o de su excesivo trabajo para un escaso sustento como el que toman y las frecuentes humedades y repentinos tránsitos de una temperatura a otra, (...) a la corta o a la larga se van sepultando unos tras otros en las malas excavaciones que hacen, o vienen a fallecer de pulmonías y otras enfermedades que allí les atacan con suma frecuencia” (cit. en R. Uriarte Ayo, 1988a, p. 49).

¹³ L. Aldama (1851), p. 359.

¹⁴ De acuerdo con el relato de Humboldt (1801), se trabajaba unos 140 días al año, “la minería solo se ejerce 6 meses, de mayo a octubre, y deduciendo los domingos y días de fiesta de esta temporada, quedan restantes para el trabajo 140” (W.F. von Humboldt (1975), p. 148).

¹⁵ F. Elhuyar (1783), p. 104.

siendo retribuidos, aquellos que trabajaban a jornal, con cinco reales diarios, lo cual, a su juicio, “apenas lograrían en otro con el doble”, de manera que “los naturales del país se entregan a él, abandonando el cultivo de sus campos, que miran con desprecio, y de este modo se constituyen en holgazanes de profesión”¹⁶. El cuadro 1 reflejaría la transformación de los tiempos de trabajo y el número de mineros empleados en labores extractivas como resultado de la industrialización del sector y la gradual especialización de la mano de obra.

Cuadro 1. Tiempos de trabajo y empleo en la minería vizcaína (labores extractivas).

	c. 1800	c.1850	c.1900
nº días de trabajo/año	140	150	285
horas de trabajo/día	4	6	9-11
nº de trabajadores	420	550	13.149

Fuente: R. Uriarte Ayo (1994c), p. 83.

Una vez extraído el mineral, era necesario transportarlo desde las minas, situadas en los dos núcleos principales de explotación (Triano y Matamoros), hasta los lugares de embarque, en la parte baja de los yacimientos. Se trataba de rudimentarios embarcaderos o puertos interiores, situados en Portugalete (Galindo, Causo y Ugarte) y Somorrostro (Musques), en los que apenas existían muelles ni infraestructuras para la descarga y el almacenamiento. En realidad, los barcos y gabarras empleados en dicho tráfico apenas disponían del espacio mínimo necesario para realizar sus operaciones¹⁷. El mineral era simplemente depositado en las orillas, de modo que las mareas frecuentemente lo cubrían, recogiendo fango e impurezas, con lo que aumentaba su peso y se dificultaba su tratamiento posterior¹⁸. Una vez realizado el depósito en los distintos embarcaderos, parte del mineral se dirigía ría arriba (“la sacan de los dos primeros puertos y conducen a los

¹⁶ La jornada en la extracción se distribuía del modo siguiente: “Entran en la mina a las ocho o las nueve de la mañana, y arrancan el mineral necesario para cargar las caballerías, que llegan a las diez y media o a las doce, para conducirlo al puerto. Después descansan hasta las dos, y vuelven entonces a extraer nuevo mineral, para cargar por segunda vez las caballerías a las cuatro, y con eso se acaba la labor del día” (F. Elhuyar, 1783, p. 105). se trata, en todo caso, de los tiempos de trabajo, a los que habría que añadir, los desplazamientos que, como hemos visto, suponían varias horas más.

¹⁷ “Otro inconveniente resalta igualmente de que las Embarcaciones y gavarras que van a cargarse de vena se acomodan en el Puerto sin método ni orden; de modo que las que llegan después de ellas, ni aún tienen surgidero de mediana disposición y a veces tampoco paraje suficiente por donde pasar al Puerto, deviniéndose por lo mismo providenciar que todas las Embarcaciones que van a los Puertos a cargarse de vena se coloquen en disposición de no embarazar a las que después de ellas pasen con el mismo destino, si no que todas se pongan en buen orden dejando libre tránsito para la subida y bajada” (ACJG, Venas, Reg. 1, 1792).

¹⁸ “También son graves los perjuicios que a los afletadores y afletados y aun a las mismas fabricas se originan del poco cuidado que comúnmente se observa en que las venas se coloquen en paraje seco de los Puertos antes de embarcarse para la conducción a sus destinos, respecto a que por falta de este cuidado sufren los Ferrones muchas mermas, desmerecen las mismas venas, sus fletes son más costosos y las incomodidades de los conductores mucho maiores; cuios inconvenientes se evitarían con que se colocasen en paraje donde no lleguen a tocar las mareas” (ACJG, Venas, Reg. 1, 1792)

barcos y Bilbao”¹⁹), hasta el barrio bilbaíno de Atxuri, lugar desde donde se abastecían una parte de las ferrerías del interior de Vizcaya (Duranguesado, Arratia, Orozco) y de Álava, trayecto que probablemente se realizaba mediante sirga²⁰. El resto salía por vía marítima hacia otros puertos vizcaínos, de Guipúzcoa, Cantabria, Asturias y Galicia, remontando las numerosas rías y pequeños puertos que existen a lo largo de la costa, hasta llegar a las llamadas renterías, lonjas o depósitos donde el mineral era nuevamente desembarcado. Finalmente, mediante recuas o carros de bueyes, el mineral era transportado hasta las ferrerías situadas en el interior, en los distintos cursos fluviales.

Todo este complejo proceso generaba, como es lógico, un volumen importante de empleo, intereses diversos, conflictos y enfrentamientos, así como instituciones y detallados sistemas de regulación. Desde el punto de vista del empleo, a finales del siglo XVIII y principios del XIX, la minería, como actividad exclusivamente extractiva, podía emplear en torno a 400-500 trabajadores, una cifra similar intervenía en el acarreo del mineral desde los montes hasta los lugares de embarque, utilizando para ello mulas y carros de bueyes (una cifra cercana al millar de animales). Las gabarras que se empleaban en los movimientos dentro de la ría de Bilbao, unas veinte hacia 1850, daban ocupación a 48 personas, de acuerdo con los datos que aporta L. de Aldama²¹. La misma fuente cifra en 1.000 marineros los empleados en las embarcaciones (pataches y quechemarines) dedicados al cabotaje. Lo cual nos acercaría a los 2.000 trabajadores vinculados directamente a la extracción y transporte del mineral hacia 1850.

No resulta sencillo establecer los mecanismos y las complejas relaciones existentes entre quienes, de un modo u otro, intervenían en la extracción y comercialización del mineral. Trabajadores y empresarios de la minería, tratantes y revendedores locales de vena, transportistas, armadores, comerciantes, ferrones arrendatarios y propietarios, prestamistas, etc., con sus particulares intereses, capacidades y recursos, se movían todos ellos en torno a una actividad que podría ser observada desde muy distintas perspectivas. Tal como se describe por L. de Aldama, “la compra de vena es muy rara en los montes, pues casi siempre se efectúa en los puertos”, de manera que “Estos puertos son el verdadero mercado de las venas, y desde donde se espenden por mar o tierra según los pedidos que se reciben”²². Los compromisos de entrega, no obstante, se habían adquirido con anticipación, de manera que los embarcaderos eran utilizados para el control efectivo de las cantidades comprometidas y, sobre todo, su calidad, evitando la mezcla con “tierra, miñón, calon y cualquier otra cosa semejante”²³. Para garantizar

¹⁹ ACJG, Minas, Reg.2.

²⁰ Aunque la fecha es más tardía, de acuerdo con datos referentes a la situación de la ría en 1864, se contabilizaban 191 embarcaciones de sirga, 12 en Abando, 64 en Bilbao, 114 en Deusto y 1 en Portugalete (ACJG, Estadísticas, Reg. 2).

²¹ L. Aldama (1851), p. 369.

²² *Ibidem*, pp. 361-363.

²³ Una de las obligaciones atribuidas al Alcalde de Billeteros (ACJG, Venas, Reg. 2).

“el orden y gobierno en las salidas de las barcadas de vena”, existía en cada uno de los “puertos” un rentero, “que con la obligación de hallarse en él durante las mareas toma razón de la vena que cargan los gabarreros y del dueño a que pertenece”²⁴.

Los ferrones, por su parte, especialmente aquellos más alejados de los yacimientos, adquirirían el mineral en las renterías o puertos más cercanos a sus instalaciones. En realidad, en la mayoría de los casos, los tratantes de vena, comerciantes especializados o no, disponían de una clientela más o menos fija de ferrones a los que abastecían regularmente de mineral y, con frecuencia, también proporcionaban crédito para la compra de carbón, el pago de salarios, etc. Su devolución se demoraba hasta que, con el inicio de la campaña, tras los meses de inactividad impuestos por el estiaje estival, el ferrón podía disponer del hierro de las primeras labranzas con el que saldar las deudas contraídas. Los comerciantes, tratantes de vena y exportadores de hierro, hacían uso de los conocidos mecanismos del *verlagssystem* para estructurar un negocio en el que el transporte marítimo del mineral era tan solo una parte del mismo²⁵.

G. González de Azaola, en el informe sobre las minas de Somorrostro fechado en 1827, lo describe con claridad: “Como los infelices mineros, propiamente tales, no pueden tener ni reunir jamás fondos suficientes para hacer por si mismos el comercio de venas, ha habido siempre una porción de tratantes de venas que han sido los que verdaderamente han disfrutado las minas, bien extraíendolas de su cuenta, bien vendiéndolas en el puerto o bien dando algunos auxilios a los mineros y carreteros, han sido los aviadores o fomentadores de estos trabajos, llevándose por de contado la maior parte de las utilidades, mientras que los desdichados mineros solo han sacado el tenue jornal de los 5 rs., y a la corta o a la larga se van sepultando unos tras otros en las malas excavaciones que hacen, o vienen a fallecer de pulmonías y otras enfermedades que allí les ataca con suma frecuencia”²⁶. El mismo González de Azaola no tuvo ninguna dificultad para identificar aquellos comerciantes, tratantes de vena, que destacaban sobre el resto (“que más abarcan”), que serían los siguientes: en Bilbao, N. Ibarra, Máximo Unzaga (“que tiene aun una venera mui buena en el sitio Orconera”), José Ogara y Manuel Asarda; en Portugalete, Francisco de la Toba, José Aqueche, Bonifacio Vildosola, José Francisco Urioste, José Mier y José Echevarri; en Somorrostro, José Antonio Llano y Nicolás de la Sota; en Santurce, N. Celada y Manuel Galindez; en Sestao, Ramón Lezama. Se trataba de 16 tratantes, “pues omito otros varios tratantes sueltos de menos consideración”, de entre los cuales había cuatro especialmente destacados por la cuantía de sus negocios: Ibarra, Mier, Echevarri (Chavarri) y Llano²⁷.

²⁴ L. de Aldama (1851), p. 363.

²⁵ R. Uriarte Ayo (1988a), pp. 70-75.

²⁶ ACJG, Minas, Reg. 2.

²⁷ *Ibidem*.

Estos últimos protagonizaron un intenso proceso de concentración del sector, constituyendo la sociedad *Ibarra, Mier y Cia* en 1827, cuyo objeto no era otro que resolver los conflictos surgidos de la competencia mediante la fusión de intereses y la integración de medios materiales y humanos²⁸. En el período 1829-1842, llegaron a controlar el 75% del mineral extraído por mar desde los embarcaderos de Portugalete, lo cual podía representar el abastecimiento regular de 70 ferrerías²⁹. Esta posición hegemónica alcanzada en el tráfico de mineral les permitiría constituirse en uno de los grupos empresariales más activos en la primera industrialización vizcaína.

²⁸ Tal como se recoge en la escritura de constitución de la sociedad, fechada en 22 de noviembre de 1827, "dijeron, que todos los quatro hace muchos años están comerciando en el ramo de venas con entera independencia y separación, encontrándose algunas veces en sus intereses, de lo que han nacido varias diferencias, que después de gastos las han cortado amistosamente; y con el fin de mantener la buena unión en que aora se hallan, y estrechándola mucho mas haciendo comunes los intereses, han deliverado de un acuerdo establecer comp^{an}" (cit. en R. Uriarte Ayo, 1988a, p. 75).

²⁹ *Ibidem*, p. 74.

El bosque

El combustible, carbón vegetal, constituye el agente térmico y reductor que permitía transformar la carga de mineral en hierro metálico. El bosque resultaba, por lo tanto, un activo imprescindible en un sector con elevados consumos energéticos. El desarrollo de la ferrería hidráulica y la consiguiente expansión de la producción siderúrgica no hubieran sido posibles sin un aprovechamiento más intensivo y, sobre todo, sostenible del bosque. Se trataba de instalaciones costosas que, a diferencia de las ferrerías de montaña, habían perdido su carácter itinerante. Su actividad, por lo tanto, no podía mantenerse sin un entorno forestal próximo capaz de asegurar un suministro suficiente y continuado de combustible, lo que implicaba una gestión sostenible del recurso. Teniendo en cuenta las dificultades del transporte, la fragilidad del propio carbón y las limitaciones institucionales, las ferrerías, individualmente, dependían de la dotación forestal existente en un espacio relativamente reducido. Los ferrones debían proveerse del combustible en los montes más próximos a la instalación, en un mercado fuertemente fragmentado, de carácter local o comarcal³⁰. En este sentido, el problema del combustible puede presentarse más como un problema de transporte, técnico y de costes, que de escasez.

Técnicamente la respuesta fue el árbol trasmocho, práctica silvícola que permitía la extracción regular de leña, sin necesidad de realizar talas³¹. El tronco central del árbol joven era cortado a una altura aproximada de unos dos metros sobre el suelo, con lo que se sacrificaba el producto maderable futuro, favoreciendo el desarrollo de las ramas laterales utilizadas para la elaboración de carbón, lo que no impedía, eventualmente, obtener piezas de mayor tamaño destinadas a la construcción. Los tiempos de espera entre un corte y otro podían oscilar entre los 7 y 12 años. En los meses de invierno (de enero a marzo) se realizaban las cortas en el arbolado previamente señalado, mientras que el carboneo tenía lugar en la primavera y durante el verano (de mayo a septiembre), con la climatología más propicia y los días más largos³². Los contratos de carboneo establecían la fecha de 29 de septiembre (festividad de San Miguel) como límite para la entrega del carbón en la ferrería, incluyendo penalizaciones cuando se incumplía dicho plazo. Las pilas, hoyas o *txondorras* se construían en la cercanía de la leña ya extraída, obligando a las cuadrillas de carboneros a permanecer alejados en el monte durante largas temporadas, habitando en improvisadas cabañas.

³⁰ Aunque no disponemos de estimaciones referidas a Vizcaya, para la industria tradicional de la región inglesa de Weald las distancias serían de 5 a 15 Km (D. Crossley, 1995, pp. 368-369), mientras que en Suecia la distancia máxima estaría en torno a las 15 millas (K.G. Hildebrand, 1992, p. 99).

³¹ R. Uriarte Ayo (1998), pp. 106-107.

³² "la época en que puede principiarse la elaboración del carbón es Mayo y continuarse hasta sept. u octubre según sea el año; en este tiempo son los días largos para atender al trabajo, y hay menos exposición de temporales" (cit. en R. Uriarte Ayo, 1988a, p. 96, n. 25).

Al igual que ocurría en la minería, la elaboración y transporte del carbón eran ocupaciones desarrolladas a tiempo parcial por los propios campesinos. Aunque no pueda ser cuantificado, el carboneo debía ser la actividad forestal “especializada” más extendida en Vizcaya y en la que intervenían mayor número de campesinos. A ello contribuía el reducido tamaño y la dispersión geográfica de la ferrería y la ausencia de barreras tecnológicas debido a la relativa simplicidad del proceso y a los escasos medios técnicos requeridos (además de los animales de carga, se empleaban hachas, palas, azadas, rastrillos,...).

La intensificación de la producción siderúrgica asociada a la ferrería hidráulica también supuso un nuevo y más preciso desarrollo normativo en relación al acceso al bosque y, como veremos, a los recursos hidráulicos. Las numerosas ordenanzas locales y la normativa general recogida en el Fuero Nuevo de Vizcaya (1526) establecieron un marco legal que garantizaba un uso preferente del monte público para la elaboración de carbón y el suministro de las ferrerías³³, situación privilegiada que, con frecuencia, dio lugar a conflictos de intereses y numerosos procesos judiciales³⁴. El mismo texto del Fuero recogía la libertad del propietario particular para vender el producto de sus montes³⁵. En este caso, sin embargo, al margen de que montes y ferrerías eran parte fundamental de los grandes patrimonios rurales, la producción y venta de carbón vegetal se impuso como el principal empleo productivo del bosque para la generalidad de pequeños y medianos propietarios.

La industria siderúrgica, en cualquier caso, fue un poderoso factor de presión sobre un recurso extremadamente frágil y sujeto a múltiples demandas, no siempre compatibles entre sí. Junto con el consumo de las ferrerías, el bosque debía hacer frente a la eventual necesidad de incorporar tierra al cultivo y la ganadería, atender la demanda de astilleros, construcción civil, economías domésticas,...., todo lo cual podía llegar a amenazar su propia conservación. Sin embargo, fue precisamente el declive de la siderurgia tradicional y la caída de los precios de la leña (unido a otras circunstancias asociadas a la quiebra del Antiguo Régimen) lo que acabaría por romper los frágiles equilibrios mantenidos hasta entonces, provocando un intenso proceso deforestador que se prolongará durante buena parte del siglo XIX.

³³ “Que habían de Fuero, y establecían por Ley que qualesquier Montes, que son de comunidad en exido (si antes son cortados otra, o otras veces para mantenimiento de Herreria) que los dueños de los tales Montes comunes, y exidos, sean tenudos de los dar para las Ferrerías, a dueños, y arrendadores de ellas, a precio, y examen de tres homes buenos, considerando el precio que anduviere en la comarca” (Ley I del Título XXVIII del Fuero Nuevo de Vizcaya).

³⁴ R. Uriarte Ayo (1988a), pp. 100-107.

³⁵ “ningún Vizcayno, que haya, y tenga su heredad propia, y mojonada de Monte, pueda ser compelido, ni apremiado de lo dar, sino quisiere” (Ley I del Título XXVIII del Fuero Nuevo de Vizcaya).

Los ríos.

Si el carbón vegetal proporcionaba la energía térmica necesaria para la reducción del mineral, los ríos eran la fuerza motriz con la que se accionaban los fuelles y martillos de la herrería. Debido a la proximidad de los montes cantábricos y la divisoria de aguas a la línea costera, los ríos vizcaínos son de corto recorrido, pendientes pronunciadas, caudal escaso y rápido³⁶. Aunque las elevadas precipitaciones medias del territorio (entre 1.000 y 1.500 mm/año) garantizan caudales adecuados para un intenso aprovechamiento energético de los cursos fluviales como fuerza motriz directa (energía hidromecánica), las bajas precipitaciones estivales también provocan importantes fluctuaciones y largos períodos de estiaje que limitaban la actividad industrial. Por contra, debido a los fuertes desniveles característicos, la altura de los saltos podía compensar el escaso caudal³⁷ y, de este modo, permitir distancias más reducidas entre instalaciones y una mayor densidad industrial.

Se trata de una red hidrográfica relativamente densa y distribuida de manera uniforme en el territorio, aunque los tres ríos y cuencas de mayor extensión e importancia, que convergen en su desembocadura, son las del Ibaizabal, Nervión y Cadagua, que en su conjunto vienen a representar la mitad de la extensión estimada de las cuencas hidrográficas de Vizcaya³⁸. A ellos habría que añadir, en la parte oriental del territorio, las cuencas de los ríos Lea y Artibai, en la zona central los ríos Oca y Butrón, y en el oeste el Barbadun y el Agüera.

Siendo una técnica ya conocida en la Antigüedad, la aplicación de la energía hidráulica a distintos procesos productivos (irrigación, minería, molturación de grano, textil, metalurgia, serrería,...) fue un complejo proceso que avanzó a lo largo de la Edad Media, a medida que fueron desarrollándose nuevos dispositivos mecánicos adaptados a las necesidades de cada actividad³⁹. Molinos y herrerías eran las principales industrias que demandaban la fuerza motriz generada en los ríos vizcaínos. Aunque la cronología de su difusión en el País Vasco sigue siendo imprecisa, es muy probable que, al igual que ocurrió en otras regiones europeas, la energía hidráulica fuera inicialmente aplicada a la molturación de grano y con posterioridad a la industria del hierro⁴⁰. En todo caso, lo cierto es que el rápido

³⁶ Sobre la red hidrográfica vizcaína, J. Gómez Tejedor (1978) y E. Orive, A. Rallo (2002).

³⁷ F. Antolin (1988), p. 285.

³⁸ E. Uriarte (1951), p. 144.

³⁹ L. White (1973), pp. 96-106, C.M. Cipolla (1976), pp. 169-171; más recientemente, R. Cazals, E. Picard, D. Rolland, dirs., (2005).

⁴⁰ La primera referencia escrita que constata la presencia del molino hidráulico en Vizcaya (Elorrio) es de 1013 (A. Aguirre Sorondo, 1990, p. 425); para la herrería, los primeros documentos que con claridad permiten identificar el empleo de la energía hidráulica serían los denominados fueros de herrerías de Oyarzun (1328) y Segura (1335), de manera que "como mínimo, entre fines del Doscientos y comienzos del Trescientos el empleo de la energía hidráulica se estaba generalizando" (L.Mª Bilbao, 1987, p. 65).

crecimiento de ambas industrias planteó la necesidad de regular el acceso al agua y un marco legal básico para resolver los conflictos que inevitablemente surgieron.

El Título veinticuatro del Fuero Nuevo de Vizcaya recogía la normativa que debía seguirse para la construcción de molinos y ferrerías, así como las diversas circunstancias que se tendrían en cuenta para garantizar los derechos de uso sobre el agua⁴¹. Los edificios podían ser construidos libremente en terrenos particulares y “en lo común” una vez señalados mediante *abaurreas* y *bidigazas* y “lo ponga públicamente, y notificando en la Iglesia, do la heredad está sita, en presencia de Escrivano”⁴². Transcurrido un año y un día desde el señalamiento, si no se hubiera planteado reclamación, “haya ganado derecho de hacer, y edificar ende presa, Ferrería, o Molino, o rueda (qual quisiere) como en su heredad propia”⁴³. Asimismo, teniendo en cuenta el gran número de ferrerías y molinos construidos y que “en los tiempos de el Estío las tales ferrerías, y moliendas tienen falta de agua”, se regulaba su uso dando prioridad a las instalaciones más antiguas, de manera que “qualquier que denuevo quisiere edificar Ferrería, o Molienda, cerca de otra, que está de primero, la haga de tal manera, que el agua corra, e no se detenga, ni el retenimiento de el agua de la presa, impida a la tal Ferrería, o Molienda Susera”⁴⁴. El derecho se mantenía incluso en aquellos casos en los que el propietario de la ferrería o molino lo hubiera tenido “desbaratado en qualquier manera, e por qualquier tiempo (aunque sea de ciento, y de doscientos, e mas años)”⁴⁵. Si no era posible acreditar la antigüedad de los edificios, “el edificio susero no pueda cerrar toda la compuerta; antes haya de dexar abertura de quatro dedos por do passe el agua libremente, para el edificio debaxo”⁴⁶. Aun no estando regulado por el Fuero, cuando ferrería y molino formaban parte de una misma propiedad, si se arrendaban separadamente, la práctica habitual era dar preferencia en el uso del agua a la ferrería, de manera que si hubiera escasez el molino debía suspender el trabajo para que la ferrería continuara con la labranza⁴⁷. En ausencia de derechos señoriales que limitaran el aprovechamiento energético de los ríos, sería la institución del mayorazgo establecida sobre ferrerías y molinos la que, en todo caso, podía representar un obstáculo a la libre explotación del recurso⁴⁸.

⁴¹ Un análisis basado en el Fuero Viejo de Vizcaya puede verse en A. Sáenz de Santa María Muniategui (1986).

⁴² Fuero nuevo de Vizcaya, p. 66.

⁴³ *Ibidem*, 66 vº.

⁴⁴ *Ibidem*, 67 vº.

⁴⁵ *Ibidem*, 68 vº.

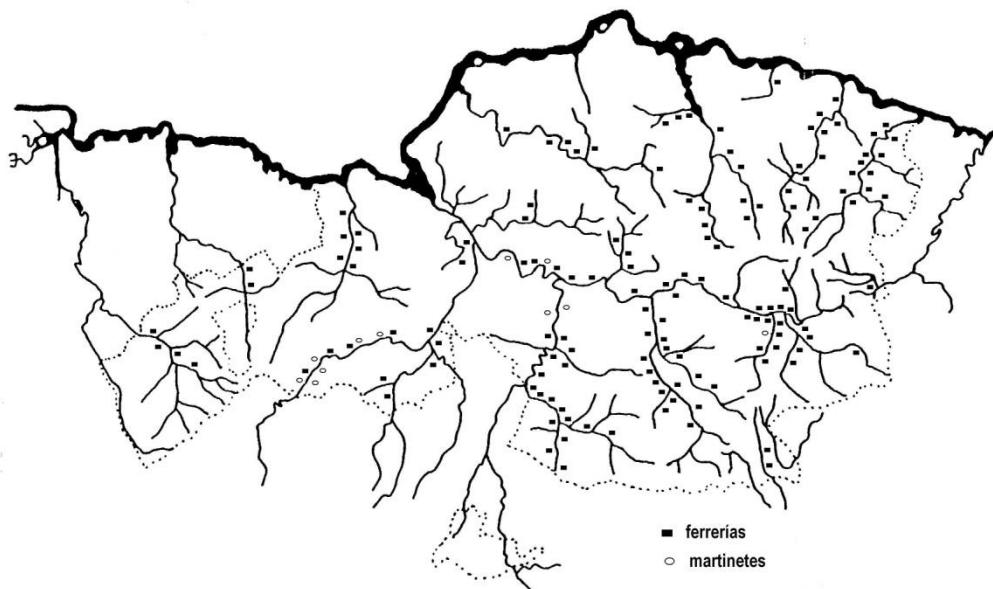
⁴⁶ *Ibidem*, 68.

⁴⁷ R. Uriarte Ayo (1988a), p. 154.

⁴⁸ Un contexto normativo que difiere sustancialmente del analizado en J. Maluquer de Motes (1983).

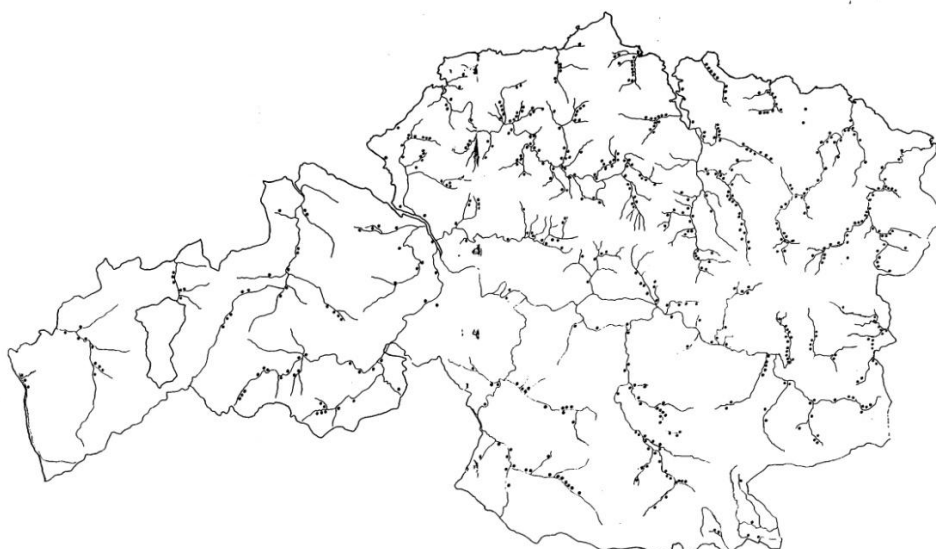
Distribución aproximada de ferrerías y martinetes en Vizcaya (finales del s. XVIII)

(Fuente: R. Uriarte Ayo, 1988, p. 143)



Distribución de los molineros harineros en Vizcaya, s. XVIII.

(Fuente: A. M. Gutiérrez Ibarrechebea, J. J. Muñoz Lobo y S. Ariztondo Akarregi, 1984)



Tal como podemos observar en los mapas de distribución de las ferrerías y molinos de Vizcaya en el siglo XVIII, tanto unas instalaciones como otras aparecen dispersas con relativa homogeneidad en las distintas cuencas hidrográficas del territorio, presentando, no obstante, ciertas particularidades dignas de mención. El número de molinos era notoriamente superior al de ferrerías. A mediados del XVIII existían en torno a 500 molinos de río⁴⁹, frente a las 140 ferrerías que aproximadamente estaban activas sobre las mismas fechas⁵⁰. En su distribución los molinos parecen situarse preferentemente en las comarcas más próximas a la costa, desde Plentzia-Munguia hasta Lea-Artibai, frente a las ferrerías que son más numerosas en el Duranguesado, en las comarcas de Arratia-Nervión y Lea-Artibai. Las Encartaciones, al igual que el Gran Bilbao tanto en lo que se refiere a molinos como a ferrerías, presentan densidades medias. Es probable que la proximidad de los molinos harineros a la costa se deba en parte a la entrada por mar de cereales en un territorio tradicionalmente deficitario. Por otro lado, instalaciones relativamente modestas podían establecerse sin dificultad en los ríos de escaso caudal predominantes en la zona. Las ferrerías, más exigentes energéticamente, ocuparían las cabeceras de las cuencas más caudalosas (Ibaizabal, Arratia y Nervión), en los ríos Lea y Artibai, y, en general, lugares del interior donde los bosques se conservaban mejor que en las zonas costeras (Cuadro 2)⁵¹. El caudal de los ríos era, en cualquier caso, uno de los factores que de forma más directa determinaba el ciclo productivo anual de la ferrería, su capacidad y el producto finalmente obtenido⁵². Rara vez había ferrerías que pudieran trabajar de forma continuada a lo largo de todo el año, siendo las ferrerías “aguacheras” o “regateras” en Vizcaya y “agorrolas” en Guipúzcoa⁵³, las de menor disponibilidad de agua y labranzas más cortas. Las campañas oscilaban en torno a los nueve meses de duración, utilizándose los meses de verano para realizar las reparaciones que fueran necesarias en la instalación y el acopio del mineral y el combustible que se iba a utilizar durante la labranza anual.

⁴⁹ A. M. Gutiérrez Ibarrechebea, J. J. Muñoz Lobo y S. Ariztondo Akarregi (1984), p. 150.

⁵⁰ R. Uriarte Ayo (1988a), pp. 288-290.

⁵¹ A las ferrerías propiamente dichas habría que añadir los establecimientos destinados a la manufactura de hierro, en ingenios hidráulicos (ferrerías menores, martinets, fanderías, etc.) y en fraguas de mano (su distribución puede verse en R. Uriarte Ayo, 1988a, p. 190).

⁵² R. Uriarte Ayo (1985).

⁵³ Según Larramendi, “agorrola” era el término utilizado en Guipúzcoa para las ferrerías prehidráulicas y que posteriormente se mantendría para las ferrerías “que se pusieron junto al agua, pero que no la tienen durante el verano” p. 73. I. Carrión (1991), p. 140, considera, sin embargo, que las ferrerías guipuzcoanas, a pesar de que debían paralizar habitualmente su actividad durante el verano, el estiaje no tenía una “incidencia seria en su funcionamiento”. En todo caso, el mapa de localización de ferrerías en Guipúzcoa elaborado por el citado autor parece reflejar una distribución más homogénea que la que existía en Vizcaya.

Cuadro 2. Densidad y distribución comarcal de las ferrerías en Vizcaya a fines del s. XVIII

Comarca	1- Extensión (km2)	2- Nº ferrerías	1/2
Arratia-Nervión	395,9	36	10,99
Gran Bilbao	372,3	18	20,68
Duranguesado	317,7	25	12,70
Busturialdea	281,4	9	31,26
Encartaciones	431,0	21	20,52
Lea-Artibai	225,7	23	9,81
Plentzia-Munguía	212,1	4	53,02
Vizcaya	2.236,1	136	16,44

La ferrería.

La ferrería, como se ha dicho, era la unidad empresarial y productiva básica del sector. Ciertamente, no podemos precisar en qué momento se produjo la transición de los primitivos hornos de montaña, las “herrerías en seco y sin agua”, como las denominaba Larramendi⁵⁴, a la ferrería hidráulica “clásica”. Aunque su introducción debió iniciarse en el siglo XIII, su generalización se produciría a lo largo de la Baja Edad Media, tras un largo período en el que ambas tecnologías pudieron coexistir. La nueva ferrería hidráulica supuso una drástica transformación de la industria e introdujo cambios decisivos en el amplio tejido económico y social vinculado a la producción y comercialización del hierro. Desde el punto de vista estrictamente material y tecnológico, a diferencia de los primitivos hornos de montaña, estas ferrerías implicaban costosas instalaciones fijas y requerían una mano de obra especializada, tanto para su construcción, como para su posterior manejo y mantenimiento. Lo cual, a su vez, exigía una mayor y más compleja división técnica del trabajo, así como el aprendizaje de nuevos conocimientos y habilidades. Por otro lado, desde el punto de vista institucional, era necesario definir con mayor rigor los derechos de propiedad⁵⁵, regular el acceso y aprovechamiento de los recursos naturales básicos (bosque, agua y mineral), y establecer un marco jurídico que recogiera las múltiples circunstancias y conflictos que se derivaban de una industria cuya dimensión y complejidad se habían multiplicado, todo ello permitiría la consolidación del poder económico de una nobleza rural con fuertes conexiones con el sector⁵⁶. En cuanto a la producción, tuvo lugar un incremento muy notable en la escala de trabajo, la capacidad productiva unitaria y del conjunto de la industria. De hecho, aunque no disponemos de cifras precisas, todo parece indicar que fue al finalizar la Edad Media, es decir desde finales del siglo XIII hasta el siglo XV, cuando la siderurgia vasca ocupó en Europa una posición relativa de mayor peso⁵⁷. A nivel interno, su hegemonía se prolongó a lo largo de la Edad Moderna, de manera que, de acuerdo con estimaciones de J. Alcalá-Zamora, a finales del siglo XVIII representaba en torno a la mitad de la producción siderúrgica española, incluyendo el hierro colado obtenido en los altos hornos existentes en aquellas fechas⁵⁸.

Los avances de productividad alcanzados con la nueva ferrería hidráulica fueron acompañados por un incremento del número de instalaciones y el

⁵⁴ M. Larramendi [c.1754] (1950), p.73.

⁵⁵ L.M^a. Bilbao (1994).

⁵⁶ A. Dacosta (1997); aunque alejado del contexto que aquí se analiza, sobre las implicaciones institucionales del cambio técnico en la siderurgia preindustrial sigue siendo de interés el trabajo de M. Myška (1979).

⁵⁷ Estimaciones sobre la producción siderúrgica vasca bajomedieval en E. Fernández de Pinedo (1974), pp. 80-82. R.H. Bautier (1963) y W.R. Childs (1981) nos ofrecen la perspectiva europea del hierro vasco.

⁵⁸ L.M^a. Bilbao y E. Fernández de Pinedo (1982), p. 164, estiman para el País Vasco y Navarra una producción de 13.000 tm para finales del XVIII, muy similar a la propuesta por J. Alcalá-Zamora (1974), p. 149; este último autor calcula una producción de 20.000/25.000 tm para el total de la siderurgia española.

crecimiento extensivo de la producción en las distintas cuencas hidrográficas, de acuerdo con pautas tecnológicas preindustriales. Lo cual, acabaría provocando una cierta saturación técnica (con relación a los recursos hidráulicos disponibles e, incluso, con respecto a la dotación de recursos forestales), de manera que la producción real de la ferrería se mantenía por debajo de los niveles potencialmente permitidos por la tecnología utilizada, al menos esa es la situación que constatamos para el siglo XVIII⁵⁹. No obstante, junto con las rigideces del sistema, también debemos considerar sus posibilidades de evolución, los cambios y reformas parciales introducidos en la ferrería de manera gradual y que pudieron reducir costes, incrementar la eficiencia o mejorar la calidad de la producción. Pequeños avances (microinnovaciones), que, de un modo u otro, contribuyeron a la persistencia del procedimiento directo en el País Vasco frente a la generalización del alto horno en la siderurgia europea.

Es muy probable que la documentación manejada hasta la fecha no permita un conocimiento preciso de la evolución que tuvo lugar en la ferrería hidráulica durante una trayectoria de más de cinco siglos de existencia. Sin duda, los establecimientos que llegaron a estar activos en el siglo XIX e incluso en el XX, y cuyos restos, en algún caso, han llegado hasta nuestros días, permitiendo ser fielmente reconstruidos, poco tengan que ver con las primitivas instalaciones surgidas en el siglo XIII. A nivel particular, cada ferrería, en función de sus necesidades específicas, era sometida a constantes reparaciones, tanto en la maquinaria como en su estructura general. El permanente riesgo de incendio o avenida al que estaban inevitablemente expuestas, obligaba a frecuentes y costosas obras de reparación y reconstrucción. Estas intervenciones hacían que toda ferrería estuviera en permanente transformación, sin que ello implicara necesariamente cambio técnico, aunque es posible que dichas circunstancias fueran utilizadas para introducir pequeñas mejoras muy difíciles de documentar. Por otro lado, tampoco debemos pensar que todas las ferrerías vizcaínas o del País Vasco fueron diseñadas y evolucionaron necesariamente siguiendo un mismo patrón, pudiendo darse trayectorias diferenciadas de acuerdo con el tamaño inicial de la instalación, su ubicación, los recursos del entorno, las posibilidades e ingenio de sus propietarios, etc.

Del período inicial, es decir desde que se introdujo la energía hidráulica hasta la primera mitad del siglo XVI tenemos todavía más dudas que certezas, incluso para conocer el significado preciso de términos básicos como ferrería *rayera*, *masquera*, *sotil*, etc. A partir del siglo XVI la información empieza a ser más abundante y precisa, aunque seguimos sin conocer la naturaleza y el verdadero alcance de algunas de las innovaciones que fueron recogidas por autores contemporáneos (Henaó, Iturriza, Larramendi, Villarreal de Berriz, ...) y que han sido analizadas por la historiografía especializada. La difusión de la

⁵⁹ R. Uriarte Ayo (1985).

ferrería a la genovesa es uno de los primeros cambios significativos de los que tenemos constancia. De acuerdo con G. Henao, el sistema se introdujo en el País Vasco hacia 1540, fecha en la que “se pusieron las herrerías a la genovesa, de la forma que ahora labran, y que antes servía el agua no con tanto ingenio”⁶⁰. La misma fecha es reiterada en un texto de finales del siglo XVIII recogido por E. Fernández de Pinedo: “en el año 1540 se pusieron las herrerías con Rueda mayor y martinete a la genovesa, habiéndose aumentado considerablemente con esta nueva máquina su número y el de los quintales que cada una labra”⁶¹. Al parecer, se trataba de una innovación procedente de la región siderúrgica de Liguria desarrollada a finales del siglo XV y principios del XVI que, al menos en origen, consistió en el incremento del peso y tamaño del mazo de la ferrería y la incorporación, en la instalación principal o en una contigua, de un martillo hidráulico más ligero (“*malieto/maglieto*”) y de reducidas dimensiones, destinado a trabajar el hierro bruto obtenido en la ferrería, con lo que se reducía la duración final del proceso, incrementando la capacidad de producción de la instalación en su conjunto y, probablemente, reduciendo costes⁶².

A partir de entonces, las herrerías del País Vasco, al menos una parte de ellas, tienden a estar constituidas por una ferrería mayor y una menor, también conocidas como *olanagusia* y *olachua* u *olachiqui*, respectivamente⁶³. De acuerdo con el testimonio de Juan de Ubillagoitia, “maestro tirador de adelgaçar fierro en herrería menor”, las “ferrerías mayores son de fundición para fundir e azer fierro e las dhas herrerías menores son para tirar y adelgaçar el fierro gordo que an fundido y hecho las dhas herrerías mayores”⁶⁴. En similares términos se expresaba Juan de Sosa y Arria, “maestro de adelgaçar fierro sutil en herrerías pequeñas”, señalando que “en las dhas herrerías menores se tira e adelgaça e haze sutil dho fierro gordo que han hecho las dhas herrerías mayores y las unas e las otras tienen nombre e se an llamado de común herrerías”⁶⁵. En la ferrería mayor, por lo tanto, partiendo del mineral, se obtenía hierro en bruto o ligeramente transformado (principalmente barras de diferentes dimensiones y perfiles), mientras que en la ferrería menor se trabajaban los hierros procedentes de la ferrería mayor y se obtenían hierros

⁶⁰ G. Henao[1689], 1894, Vol. 2, p. 105.

⁶¹ E. Fernández de Pinedo (1988), p. 8, n.3. En el Pirineo Central francés la primera instalación de estas características (“*martynet à la mode genevoise*”) está fechada en 1527 (J. Cantelaube, C. Verna, 2000, p. 154). A mediados del XVI (1560-1570), artesanos vizcaínos ya estaban presentes en la zona construyendo “*moulines ferrières à la génoise ou à la biscayenne*” (J Cantelaube, 1995, p.27). Para Vizcaya, es probable que un martinete hidráulico de similares características, pero aplicado a la metalurgia del cobre, fuera previamente introducido desde Italia hacia 1520-1530 (V. Vázquez de Prada, 1973, p.666).

⁶² E. Baraldi (2005). Junto con el texto ya citado de E. Fernández de Pinedo (1988), una interpretación de los cambios asociados a difusión de la ferrería a la genovesa puede verse en L. M^º. Bilbao (1987), pp. 72-73.

⁶³ “dhas herrerías mayores de fundición se les llama olanagusia que quiere decir en lengua castellana herrería mayor y a las dhas herrerías pequeñas e menores de tirar e adelgaçar el dho fierro se llaman en el dho vascuence olachua e olachiqui” (cit. en R. Uriarte Ayo, 2001, p. 120, el texto estaría fechado a finales del siglo XVI).

⁶⁴ *Ibidem*.

⁶⁵ *Ibidem*.

comerciales más elaborados (hierro *sotil*) y, en su caso, determinados productos finales (flejes, rejas, chapas, sartenes, etc.).

Materialmente, la diferencia entre una y otra no debía ser muy significativa (“entre ferrería mayor y menor ay poca diferencia”), de manera que “todas las dhas ferrerías mayores e menores an tenido e tienen fragoa maço e yunque barquines e ruedas e todos los demás aparejos que para su labor es menester”, aunque en la ferrería menor las dimensiones eran siempre más reducidas, “la fragoa e aparejos que son menores”⁶⁶. Ello permitía realizar cambios y adaptaciones con relativa facilidad, transformando la ferrería mayor en menor y a la inversa, la menor en mayor: “con poco gasto y en poco tiempo se puede hazer e volver la mayor ferrería menor y la menor en ferrería mayor (...) porque mudando la fragua y el maço se a echo e haze de ferrería mayor ferrería menor y de la ferrería menor ferrería mayor”⁶⁷. Individualmente, cada ferrería podía ser modificada en un sentido o en otro, adaptándola a demandas específicas, y, en su conjunto, la estructura del sector también pudo experimentar cambios significativos con relativa flexibilidad, en respuesta a circunstancias más generales.

En cualquier caso, no todas las ferrerías debieron adoptar necesariamente una misma estructura. De acuerdo con la relación de ferrerías activas en Vizcaya en 1644, se contabilizaron 141 ferrerías mayores y 115 menores, lo cual ya nos está indicando que no siempre existía la asociación ferrería mayor/ferrería menor. De hecho, tan solo 45 instalaciones parecen estar técnicamente integradas (ubicadas en la misma localidad, perteneciendo al mismo propietario y/o con la misma denominación), el resto serían ferrerías mayores o menores que desarrollan su actividad de manera independiente⁶⁸. Es probable que la integración ferrería mayor/ferrería menor tan solo fuera viable a partir de una determinada escala de actividad, de manera que fuera una opción condicionada por la disponibilidad de recursos físicos (agua, combustible) y económicos. Por otro lado, en la misma relación observamos 7 ferrerías mayores calificadas como *masuqueras*, 2 ferrerías (Arteaga y Artunduaga) compuestas por dos ferrerías mayores, las de Ariz, Bolueta y Leguizamón, por una ferrería mayor y dos menores, la de Isla por una mayor y dos tiraderas, la de Uribitarte por una *masquera* y una menor, ferrerías menores de carácter *finalista*, como las caldereras existentes en Valmaseda y Abando (Zubiaur), ... Todo ello refleja la existencia de diversas opciones tecnológicas de las que no siempre conocemos con claridad su alcance y significado.

El siglo XVII, particularmente su segunda mitad, fue de nuevo un período de intensas transformaciones, probablemente como respuesta a las dificultades por

⁶⁶ *Ibíd.*

⁶⁷ *Ibíd.*

⁶⁸ R. Uriarte Ayo (2001).

las que atravesó el sector debido a la creciente competencia internacional⁶⁹. Tanto los autores contemporáneos, sobre todo Villarreal de Bériz y Larramendi, como la bibliografía especializada, señalan como cambio principal el largo proceso, iniciado en la segunda mitad del siglo XVII y que se prolongó en el XVIII, por el que la primitiva diferenciación entre ferrería mayor y menor tiende a desaparecer, surgiendo una nueva ferrería integral (*tiradera*) donde, partiendo del mineral, se obtenían hierros comerciales, es decir, se tiraba el hierro, de ahí la denominación de ferrerías *tiraderas*⁷⁰. El proceso fue ciertamente complejo, existieron alternativas diversas y cada ferrería pudo seguir trayectorias diferenciadas⁷¹. En todo caso, la ferrería *tiradera*, que en su dimensión y estructura se aproximaba a las primitivas ferrerías menores, dominará la última etapa expansiva de la siderurgia tradicional vizcaína. La simplificación del proceso y de las instalaciones debió permitir una reducción en los consumos de combustible, menores costes salariales, productividad más elevada, mantenimiento y reparaciones menos costosas, y un producto que mantenía su reconocida calidad, lo cual contribuyó a garantizar la competitividad del hierro vasco hasta finales del siglo XVIII⁷².

Los aspectos que hacen referencia a la actividad empresarial, la vida interna de la ferrería, las condiciones de trabajo, el origen y la cualificación de los operarios, entre otros, son cuestiones muy poco conocidas. La ausencia de estructuras gremiales y contratos generalmente no escriturados reducen nuestras fuentes de información. Sabemos que la ferrería vizcaína ocupaba a cuatro operarios (cinco en Guipúzcoa), un maestro tirador, dos fundidores y un *aprestador* (aprendiz), que, a diferencia de lo que ocurría en la minería, el carboneo o el transporte, deben ser considerados artesanos especializados. El ferrón, empresario de perfiles, capacidades y recursos muy diversos, era quien debía hacer frente a las múltiples tareas requeridas para el manejo de la instalación, en especial las que hacían referencia a la financiación, contratación de los oficiales, adquisición del mineral y combustible, ajustes con comerciantes, resolución de conflictos con proveedores, relaciones con autoridades locales, etc.⁷³. Habitualmente residía en la vivienda aneja a la misma ferrería o en localidades próximas a ella, lo que le permitía un seguimiento cercano a la actividad de la

⁶⁹ L.M. Bilbao (1977).

⁷⁰ En realidad, el término de ferrería *tiradera* era ya utilizado en la Baja Edad Media, donde parece existir una primitiva diferenciación entre ferrerías destinadas a la producción primaria de hierro (*masuqueras*) y las que, en una segunda fase, lo transformaban en hierros comerciales más elaborados e, incluso, algunos productos finales (*tiraderas*).

⁷¹ De hecho, hubo instalaciones que mantuvieron su primitiva estructura ferrería mayor/ferrería menor hasta el s. XIX, del mismo modo que algunas ferrerías menores no integradas siguieron trabajando hierros comerciales y algunos acabados utilizando el hierro bruto procedente de otras ferrerías. El seguimiento de los cambios introducidos en la ferrería Aguirre (Arrigorriaga) puede ser un claro ejemplo de la complejidad del proceso (R. Uriarte Ayo, 2001, p. 124).

⁷² E. Fernández de Pinedo (1988); sobre la exportación y comercio del hierro, R. Uriarte Ayo (2003).

⁷³ El término "ferrón" adquiere un contenido más técnico, menos empresarial, en el siglo XIX, hasta entonces, sin embargo, tenía un carácter netamente empresarial (I. Carrión, 2011, p. 213).

empresa⁷⁴. Sin embargo, las necesidades de capital circulante, los largos ciclos de rotación y la dificultad de acceder directamente a mercados distantes, daban al capital comercial una posición privilegiada en la industria, permitiendo la generalización del *verlagssystem* en el sector⁷⁵.

En la ferrería se trabajaba de forma continuada, día y noche, con los correspondientes turnos de descanso, durante seis días a la semana. Los operarios comían y dormían en la misma instalación, en la que existía un pequeño habitáculo donde, sobre jergones, en el suelo, se turnaban para dormir en los tiempos de descanso⁷⁶. Su remuneración se fijaba de acuerdo al hierro semanalmente producido y cantidades fijas en concepto de gratificaciones o “*adealas*”. El maestro tirador y los dos fundidores recibían la misma remuneración por *quintalaje*, mientras que por gratificaciones el tirador tenía una retribución más elevada. El *aprestador*, como aprendiz, podía cobrar por quintal producido o una cantidad fija por día de trabajo, y en concepto de gratificación unas obreras, un par de zapatos, o su valor en dinero. En su caso, también se contemplaba la posibilidad de ser contratado como fundidor en la misma ferrería, para lo que se fijaba un tiempo de aprendizaje de tres años⁷⁷.

A pesar de la relativa homogeneidad de las instalaciones y del proceso, las diferencias en la producción y la estructura de costes eran ciertamente significativas. La producción media habitual de la ferrería vizcaína de finales del siglo XVIII se situaba en torno a las 40/50 tm/año. Sin embargo, de acuerdo con datos estimados para distintas zonas del territorio (1827), el producto semanal oscilaba sobre unos mínimos de 2.562 kg. en las ferrerías de Marquina y máximos de 3.345 kg. en Valmaseda y Trucíos⁷⁸. En el supuesto de que se trabajara sin interrupción a lo largo de todo el año, algo francamente inusual, tendríamos una producción anual máxima situada entre 140/173 tm. La inactividad en los períodos

⁷⁴ No obstante existen valoraciones contemporáneas muy críticas, como la de F.A. Echanove, según el cual el ferrón tan solo se presentaba “para mandar la clase de hierro que ha de hacerse y presenciar el peso del elaborado y dar alguna disposición si hay mechura mayor en la máquina”; en parecidos términos, G. González Azaola consideraba que la escasa presencia empresarial impedía “un exacto conocimiento de el trabajo diario de la ferrería, de cada fundidor, gastos de fabricación(...) y de los perjuicios que se le causan (al fabricante) con excesos de consumo de combustible” (cit. en R. Uriarte Ayo, 1988a, p. 148).

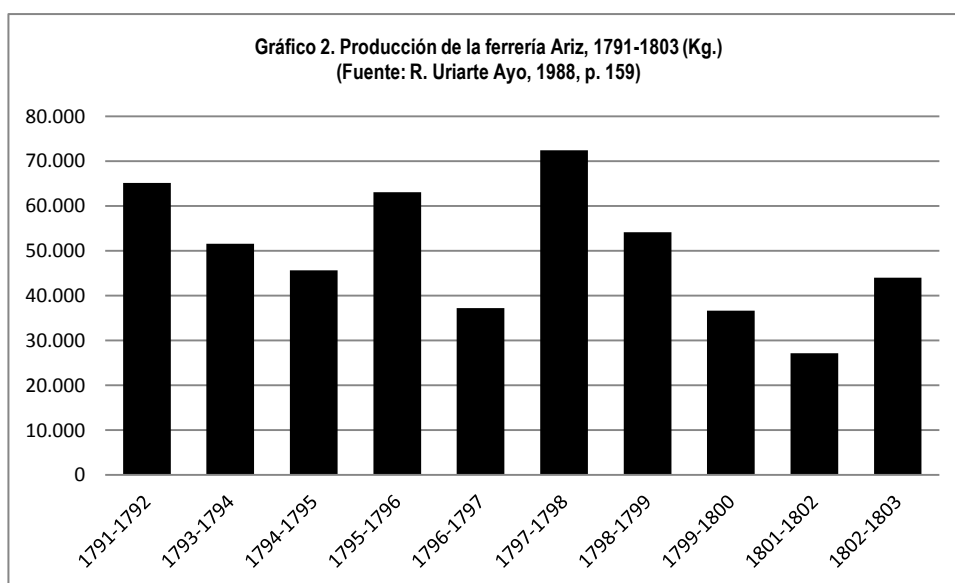
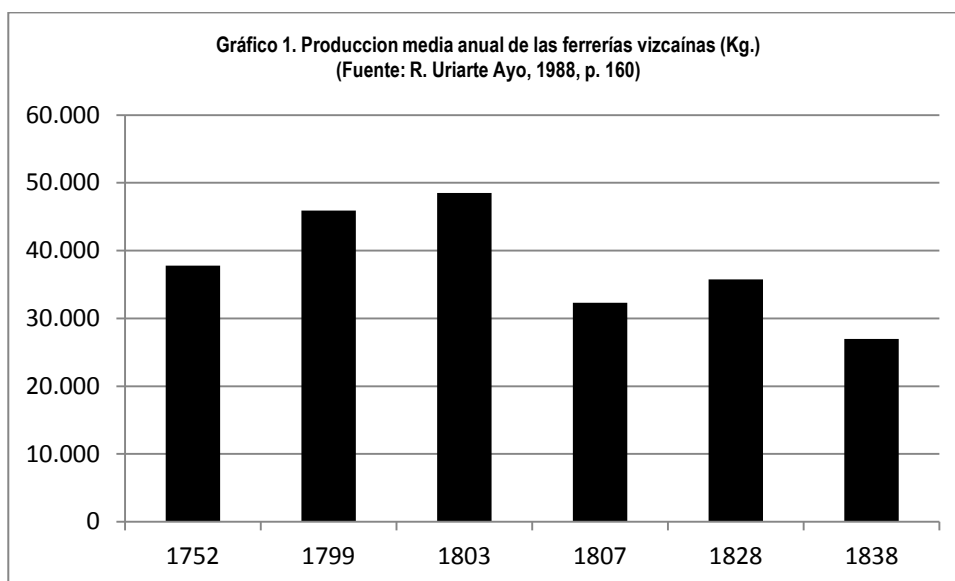
⁷⁵ *Ibidem*, pp. 168-181.

⁷⁶ En su conocida obra *Peru Abarka*, escrita a la altura de 1802, J.A. Moguel (1966), realiza una de las pocas descripciones que tenemos sobre las condiciones de trabajo en la ferrería: “El laminador tiene largos intervalos cada vez que se hace el tocho y se le da tiempo para dormir, no siete y ocho horas, pero sí (ratos) como de dos horas cada uno. Mientras un fundidor cuida el tocho, unas cuatro horas con poca diferencia, va el otro a dormir. El pobre marmitón, si tiene adelantado el despachurramiento del mineral, anda regularmente; pero como en los intervalos de sacar el tocho tiene que acompañar al fundidor, si tiene que despachurrar el mineral y cuidar del puchero, le anda ligero el sueño” (J. A. Moguel, 1966, p. 86).

⁷⁷ En la merindad de Arratia, si el *aprestador* era contratado “con condición de que aprenda la fundición y a calidad de preferirle en la misma ferrería después de tres años de aprendizaje” se le pagaba 20 mrvs. por quintal, dos obreras y un par de zapatos (ACJG. Ferrerías, Reg. 2.). J. A. Moguel, también se refiere a igual costumbre: “pasaré tres años y aprenderé a trabajar; después entraré de fundidor, me haré hombre capaz de ganar el pan” (J.A. Moguel, 1966, p. 83).

⁷⁸ R. Uriarte Ayo (1988a), p. 161

más o menos prolongados de estiaje, junto con otras variables que podían afectar a la marcha de la empresa (disponibilidad de materias primas, situación de mercado, reparaciones, etc.) hacían que dichos máximos deban ser considerados tan solo como referencias más teóricas que reales. En el gráfico 1 se recogen las medias estimadas en distintas fechas para el conjunto de Vizcaya. Los datos referidos a las ferrerías Ariz y El Pobal (gráficos 2 y 3) reflejarían las inevitables oscilaciones de una campaña a otra debidas a los factores señalados. Producción irregular y dispersión de costes finales entre ferrerías ubicadas en distintas zonas del territorio, tal como queda reflejado en el gráfico 4.



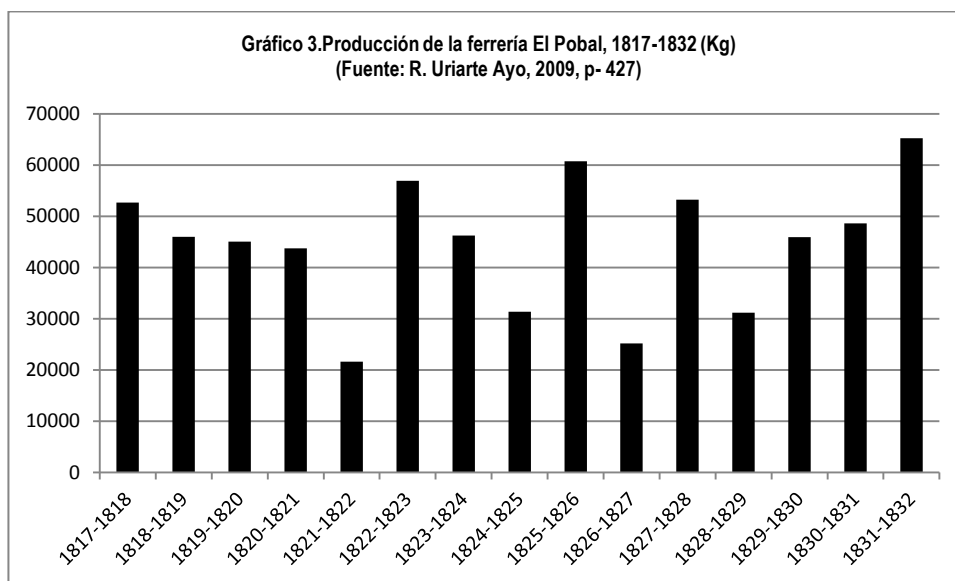
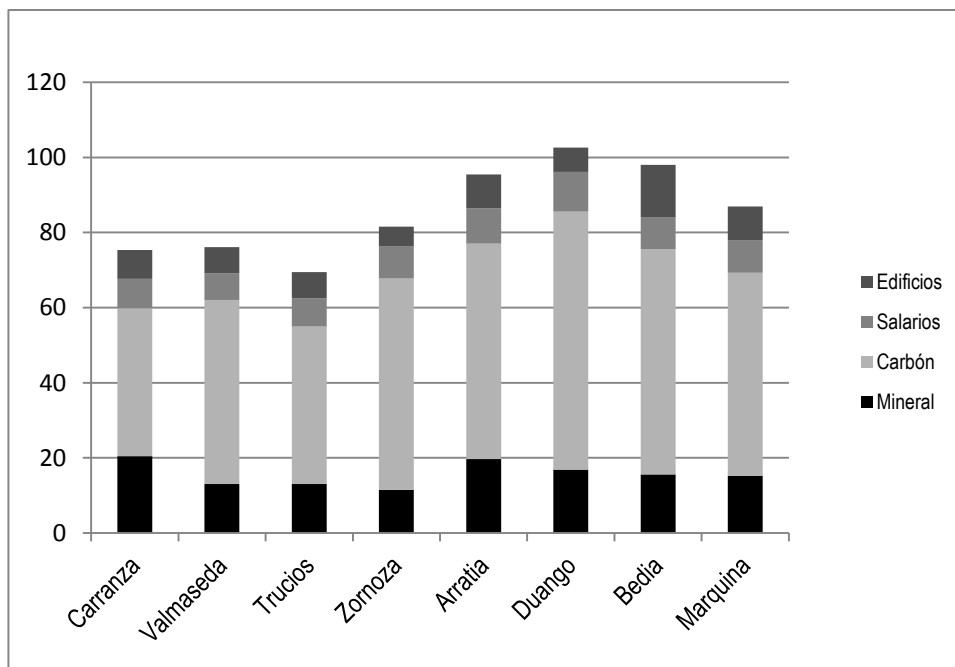


Gráfico 4. Estructura de costes en las ferrerías vizcainas (1827)

(Fuente: R. Uriarte Ayo, 1988a, p. 167)



Conclusiones

La siderurgia vizcaína preindustrial, salvo en la transformación y manufactura del hierro, era una actividad mayoritariamente rural (*no ruralizada*). En ella se integraban las tareas desarrolladas en la ferrería, núcleo vertebrador y unidad productiva y empresarial del sector, las que tenían lugar en el monte (elaboración del carbón vegetal), el trabajo en las minas y las vinculadas al transporte y acarreo de materiales. Las limitaciones impuestas por los propios recursos (mineral, bosque y agua), exigían un ciclo de trabajo necesariamente asociado al mundo rural, tanto desde el punto de vista físico, como en lo relativo al empleo. Las instituciones que la regulaban también se ajustaban al carácter no urbano del sector, ajeno a las estructuras gremiales. Exceptuando el trabajo especializado y de cierta cualificación técnica desarrollado en la misma ferrería, tanto la extracción del mineral, como la elaboración del carbón y el transporte eran actividades integradas en las economías campesinas del entorno, aunque no necesariamente siguiendo los mismos patrones. La minería, por su lógica concentración espacial, actuando sobre un recurso de carácter comunal y de libre acceso, permitió la existencia de una cierta “comunidad de trabajadores”, con instituciones reguladoras específicas. Por otro lado, el mineral vizcaíno (Somorrostro) era extraído para un mercado relativamente amplio (básicamente el de las ferrerías ubicadas en las regiones de la cornisa cantábrica), lo cual dejaba un margen de actuación para los “tratantes de vena”, comerciantes especializados con conexiones tanto con mineros como con ferrones. La elaboración de carbón, probablemente la actividad de mayor impacto desde el punto de vista del empleo, estaba más vinculada a las necesidades concretas de cada ferrería, se desarrollaba de manera mucho más dispersa y afectaba principalmente a montes de propios y de particulares. También debemos considerar que, a diferencia de lo ocurrido en otras regiones siderúrgicas europeas donde se impuso la tecnología del alto horno y, en consecuencia, un cierto grado de concentración de la producción, el mantenimiento de la ferrería suponía una producción fragmentada y dispersa, lo cual tampoco favorecía la aparición de instituciones reguladoras “centrales”. A pesar de ello, el marcado carácter exportador de la industria, producir para mercados distantes, exigía un importante grado de concentración de la distribución, contratos detallados, notarios que los recogieran y tribunales que, en su caso, los hicieran cumplir. La posición de quienes estaban en condiciones de controlar los complejos circuitos comerciales era por ello determinante, extendiendo su influencia sobre el tejido rural que constituía la base de la industria. Asimismo, la comercialización, tanto del mineral, como del hierro finalmente elaborado, permitió el desarrollo de una fiscalidad específica (derecho sobre la vena extraída por mar, derechos de pesaje y rentería, averías,...) y de autoridades reguladoras que generalmente intervenían en la fase final del proceso.

La complejidad de la industria requiere análisis sectoriales centrados en sus principales componentes (minería, carboneo, producción y manufactura, comercio, instituciones, etc.), poniendo de relieve los desajustes e inevitables contradicciones que debían plantearse en cada ámbito. Sin embargo, el sistema en su conjunto, articulado en torno a la herrería y la producción primaria de hierro, debe mostrar, asimismo, su coherencia interna, sus indudables límites, pero también su capacidad para la innovación tecnológica e institucional. El período tratado estaría comprendido en torno a dos momentos de ruptura, el de la Baja Edad Media, marcado por los cambios técnicos e institucionales vinculados a la difusión de la energía hidráulica, y el que se asocia a la generalización del alto horno y las técnicas industriales del siglo XIX. A pesar de ello, aún manteniéndonos en los límites de la siderurgia tradicional (extensiva), la Edad Moderna también nos ha dejado constancia de avances significativos que debemos tratar de explicar, tanto en aspectos estrictamente materiales, como en el plano institucional.

Bibliografía citada.

Ágren, M., ed. (1998), Iron-Making Societies. Early Industrial Development in Sweden and Russia, 1600-1900, Berghahn Books, Oxford.

Aguirre Sorondo, A. (1990), “La molinería y otros ingenios hidráulicos en Euzkalerria”, en Munibe, pp. 423-428.

Alcalá-Zamora, J. (1974), “Producción de hierro y altos hornos en la España anterior a 1850”, en Moneda y Crédito, 128, pp. 117-218.

Aldama, L. de (1851), “Descripción de hierro de Triano en Somorrostro, con un apéndice sobre los demás criaderos de este metal en Vizcaya”, en Revista Minera, T. II, pp. 302-311, 353-388.

Antolin Fargas, F. (1988), “Energía e industrialización en el Bajo Nervión, 1880-1930: la explotación tradicional de la energía hidráulica”, en E. Fernández de Pinedo y J.L. Hernández Marco (eds.), La industrialización del norte de España (Estado de la cuestión), Crítica, Barcelona, pp. 280-297.

Elhuyar, F. (1783), “Estado de las minas de Somorrostro”, en Extractos de la Real Sociedad Bascongada de Amigos del País, Vitoria, pp. 101-113.

Balboa de Paz, J.A. (1990), Hierro y herrerías en el Bierzo preindustrial, Diputación Provincial de León, León.

Baraldi, E. (2005), “Pratici (tecniciens) et pratiques sidérurgiques dans la zone méditerranéenne entre le XIV et le XVI siècle”, en Savoirs et savoir-faire industriels en Méditerranée occidentale, XVI-XX siècle, Corse, pp.----

Bautier, R.H. (1963), “Notes sur le commerce du fer en Europe Occidentale du XII au XVII siècle”, Revue d'Histoire de la Sidérurgie, pp. 7-35.

Benedicto Gimeno, E., J.A. Mateos Royo (2013), La minería aragonesa en la Cordillera Ibérica durante los siglos XVI y XVII. Evolución económica, control político y conflicto social, Prensas de la Universidad de Zaragoza, Zaragoza.

Bilbao, L.M^a. (1977), “Crisis y reconstrucción de la economía vascongada en el siglo XVII”, in Saioak, pp. 157-180.

Bilbao, L.M^a. (1984), “Protoindustrialización y cambio social en el País Vasco (1500-1830)”, en Letras de Deusto, Vol. 14, nº 29, pp. 41-60.

Bilbao, L.M^a. (1987), “Introducción y aplicaciones de la energía hidráulica en la siderurgia vasca, siglos XIII-XVII. *Addenda et corrigenda* a una versión historiográfica”, en Studia Historica, vol. V, pp. 61-75.

Bilbao, L.M^a. (1994), “El sector agrario en el País Vasco entre fines del Medioevo y comienzos de la Edad Moderna”, en J.L. Orella (ed.), El pueblo vasco en el Renacimiento (1491-1521), Bilbao, pp. 77-106.

Bilbao, L.M^a, E. Fernández de Pinedo (1982), “Auge y crisis de la siderometalurgia tradicional en el País Vasco (1700-1850)”, P. Tedde (ed.), La economía española al final del Antiguo Régimen. II Manufacturas, Madrid, pp. 134-228.

Cantelaube, J. (1995), “Apparition et evolution de la Forge à la Catalane dans l’Est des Pyrénées Françaises, XVIIe-XIXe siècles”, en Tomàs y Morera (ed.), La Farga catalana en el marc de l’arqueologia siderúrgica, Govern d’Andorra, Andorra, pp. 27-36.

Cantelaube, J, C. Verna (2000), “Les forges à la génoise dans les Pyrénées centrales au XVI siècle: quel transfert d’innovation?”, en C. Tizzoni Costanza, M. Tizzoni (coord.), Iron in the Alps. Deposits, mines and metallurgy from Antiquity to the XVI century. Proceedings of the Conference, Breno, pp. 152-163-

Carmona, X., J. Nadal (2005), El empeño industrial de Galicia. 250 años de historia, 1750-2000, Fundación Pedro Barrié de la Maza, A Coruña.

Carrión, I. M^a. (1991), La siderurgia guipuzcoana en el siglo XVIII, Bilbao.

Carrión, I.M^a (2011), “Empresarios siderúrgicos guipuzcoanos en la segunda mitad del siglo XVIII: los Amezttoy”, en J. Ocampo Suárez-Valdés (ed.), Empresas y empresarios en el norte de España (siglo XVIII), Ediciones Trea, Gijón, pp. 211-234.

Cazals, R., E. Picard, D. Rolland, dirs. (2005), Du moulin à l’usine. Implantations industrielles, du Xe au XXe siècle, Éditions Privat, Toulouse.

Ceballos Cuerno, C. (2001), Arozas y ferrones. Las ferrerías de Cantabria en el Antiguo Régimen, Universidad de Cantabria, Santander.

Cipolla, C.M. (1976), Historia económica de la Europa preindustrial, Revista de Occidente, Madrid.

Corbera Millán, M. (2010), La siderurgia tradicional en Cantabria, Septem Ediciones, Oviedo.

Crossley, D. (1995), “The Supply of Charcoal to the Blast Furnace in Britain, en G. Magnusson (ed.), The Importance of Ironmaking. Technical Innovation and Social Change, Stockolm, pp. 367-374.

Chields, W.R. (1981), “England’s Iron Trade in the Fifteenth Century”, en Economic History Review, Second Series, XXXIV, n° 1, pp. 25-47.

Dacosta, A. (1997), "El hierro y los linajes de Vizcaya en el siglo XV: fuentes de renta y competencia económica", en Studia historica. Historia Medieval, 15. Pp. 69-102.

Diez de Salazar, L.M. (1983), Ferrerías en Guipúzcoa (Siglos XIV-XVI), 2 vols, Haramburu Editor, Usurbil.

Fernández de Pinedo, E. (1974a) "Centros de la industria siderúrgica en el País Vasco", en H. Kellenbenz (ed.): *Schwerpunkte der Eisengewinnung und Eisenverarbeitung in Europa 1500-1650*, Bohlau, Colonia / Viena, pp. 79-90

Fernández de Pinedo, E. (1974b), Crecimiento económico y transformaciones sociales del País Vasco (1100- 1850), Ediciones Siglo XXI, Madrid.

Fernández de Pinedo, E., (1988), "From the Bloomery to the Blast-furnace: Technical Change in Spanish Iron-Making (1650-1822)", en The Journal of European Economic History, Vol. 17, Nº 1, pp.7-31.

Fernández de Pinedo, E., R. Uriarte Ayo (2013), "La siderurgia: cambio técnico y geografía industrial", en M. Silva Suárez (ed.), Técnica e ingeniería en España, VII. El Ochocientos. De las profundidades a las alturas, Institución "Fernando el Católico", Zaragoza, pp. 189-234.

Florén, A. (1993), "Some Comparative Remarks", en G. Rydén, M. Agren (eds.), Ironmaking in Sweden and Rusia. A survey of the social organization of iron production before 1900, Uppsala, pp. 97-110.

Fuero Nuevo de Vizcaya (1976), Leopoldo Zugaza, Durango.

Gill, W. (1882), "The Iron Ore District of Bilbao", Journal of the Iron Steel Institute, pp.63-95.

Gómez Tejedor, J. (1978), Los ríos de Vizcaya, Caja de Ahorros Vizcaína, Bilbao.

González Pérez, C. (1994), A producción Tradicional do Ferro en Galicia: As Grandes Ferrerías da Provincia de Lugo, Deputación Provincial Lugo, Lugo.

Gutierrez Ibarrechebea, A., J.J. Muñoz Lobo, S. Ariztondo Akarregi (1984), La industria molinera en Vizcaya en el siglo XVIII, Universidad de Deusto, Bilbao.

Henao, P.G. [1689] (1894), Averiguaciones de las Antigüedades de Cantabria..., Tolosa.

Humboldt, W.F. (1975), Los vascos. Apuntaciones sobre un viaje por el País Vasco en primavera del año 1801, Auñamendi, San Sebastián.

Hildebrand, K.G. (1992), Swedish Iron in the Seventeenth and Eighteenth Centuries. Export Industry before Industrialization, Södertälje.

Holister-Short, G. (1985), "Gunpowder and Mining in Sixteenth and Seventeenth Century Europe", en History of Technology, Vol. X, pp. 31-66.

Larramendi, M. [c.1754] (1950), Corografía de la Muy Noble y Muy Leal Provincia de Guipúzcoa, Ekin, Buenos Aires.

Maluquer de Motes, J. (1983), "La despatrimonialización del agua: movilización de un recurso natural fundamental", en Revista de Historia Económica, año I, nº 2, pp. 79-96.

Maluquer de Motes, J. (1988), "La siderurgia pre-industrial a l'Europa mediterrània: elements per a una comparació", en Recerques, 21, pp. 91- 100.

Monardes, M.B. (1574), Diálogo del Hierro, Sevilla.

Myška, M. (1979), "Pre-industrial Iron-making in the Czech Lands: the Labour Force and Production Relations circa 1350-circa 1840", en Past and Present, nº 82, pp. 44-72.

Orive, E., A. Rallo (2002), Bizkaiko ibaiak. Ríos de Bizkaia, Instituto de Estudios Territoriales de Bizkaia, Erandio.

Sáenz de Santa María Muniategui, A. (1986), "Los molinos hidráulicos en el Fuero de Vizcaya", en Congreso de Estudios Históricos, Vizcaya en la Edad Media, Eusko Ikaskuntza, San Sebastian, pp. 375-382.

Uriarte, E. (1951) , "La energía eléctrica en Vizcaya", en Homenaje a la economía de Vizcaya. Revista financiera del Banco de Vizcaya, 1901-1951, nº 77, Banco de Vizcaya, Bilbao, pp. 143-152.

Uriarte Ayo, R. (1984), "Estructura de la propiedad y régimen de explotación en la empresa siderúrgica tradicional vizcaína (siglo XVIII)", en Noveno Congreso de Estudios Vascos, Eusko Ikaskuntza, San Sebastián, pp. 525-528.

Uriarte Ayo, R. (1988a), Estructura, desarrollo y crisis de la siderurgia tradicional vizcaína (1700-1850), Bilbao.

Uriarte Ayo, R. (1988b), "La minería vizcaína del hierro en las primeras etapas de la industrialización", en E. Fernández de Pinedo y J.L. Hernández Marco (eds.), La industrialización del norte de España (Estado de la cuestión), Crítica, Barcelona, pp. 154-177.

Uriarte Ayo, R. (1988c), "La metalurgia ligera en el País Vasco. Análisis de un modelo local: las fraguas de Ochandiano en el siglo XVIII", en Estudis d'Història Econòmia, pp. 69-81.

Uriarte Ayo, R. (1992a), "Anglo-Spanish Trade through the Port of Bilbao during the Second Half of the Eighteenth Century: Some Preliminary Findings", en International Journal of Maritime History, IV, nº 2, pp. 193-217.

Uriarte Ayo, R. (1992b), "The Hispanic American Market and Iron Production in the Basque Country (1700-1825)", in Ibero Americana. Nordic Journal of Latin American Studies, Vol. XXIII, 2, pp. 47-65.

Uriarte Ayo, R. (1994a), "La minería del hierro en el País Vasco durante el Antiguo Régimen", en Areas. Revista de Ciencias Sociales, 16, pp. 47-60.

Uriarte Ayo, R. (1994b), "La minería preindustrial en Vizcaya (1500-1875)", en VV.AA., La cuenca minera vizcaína. Trabajo, patrimonio y cultura popular, FEVE, Bilbao, pp. 11-26.

Uriarte Ayo, R. (1994c), "Agriculture and Mining in Pre-Industrial Basque Society", en I. Blanchard (ed.). *Labour and Leisure in Historical Perspective, Thirteenth to Twentieth Centuries*, Franz Steiner Verlag, Stuttgart, 79-88.

Uriarte Ayo, R. (1998), "Economías campesinas y explotación forestal en el País Vasco durante el Antiguo Régimen", en Zainak, pp. 101-110.

Uriarte Ayo, R. (2001), "La siderurgia preindustrial en el País Vasco: organización del trabajo y evolución tecnológica", en L'obtenció del ferro pel procediment directe entre els segles IV i XIX, Govern d'Andorra, Andorra la Vella.

Uriarte Ayo, R. (2003), "El hierro vasco y los mercados europeo y colonial durante el Antiguo Régimen", en Itsas memoria. Revista de Estudios Marítimos del País Vasco, 4, pp. 313-326.

Vázquez de Prada, V. (1973), "Las antiguas ferrerías de Vizcaya (1450-1800)", en Melanges en l'honneur de Fernad Braudel. Histoire économique du monde méditerranéen, 1450-1680, Vol.I, Toulouse, pp. 661-671.

White, L. (1973), Tecnología medieval y cambio social, Paidós, Buenos Aires.