

# Las ferrerías de monte (Haizeolak) del Geoparque de la Costa Vasca: la primera revolución industrial del País Vasco

Xabier ORUE-ETXEBARRIA, Javi CASTRO y Joseba ARTARAZ

## INTRODUCCIÓN

Este artículo tiene relación con uno de los aspectos culturales más importantes del Geoparque de la Costa Vasca (Geogarapen), como es el de las haizeolak o ferrerías de monte, de tecnología prehidráulica. Se trata de un trabajo que empezamos a realizar el pasado año 2011, como uno más de los objetivos a desarrollar en el Geoparque. En esta investigación participamos las mismas tres personas citadas como autoras de este artículo.

Los caleros y las haizeolak han sido mal interpretados, porque en algunas ocasiones pueden tener una forma parecida. En ambos casos, se trata de agujeros verticales realizados en zonas de ladera, que poseen una abertura en la parte anterior. Pero mientras que las ferrerías de monte tienen un canal debajo de la abertura y la parte interna del horno está revestida de una mezcla de arcilla con arena, los caleros no tienen canal inferior y la parte interna está revestida de piedra, normalmente arenisca. En el agujero o lo que es lo mismo en el horno de un calero se introduce piedra caliza y después de calentarlo a 900 °C se obtiene la cal, mientras que en el de una haizeola o ferrería de monte se introduce mineral de hierro, que puede ser hematitas, magnetita, goethita o siderita y después de calentar a temperaturas superiores a 1200° C se obtiene hierro más o menos puro, así como también escorias con fuertes concentraciones de óxidos de hierro. Lo que ocurre es que bastantes de estas haizeolak, una vez que dejaron de utilizarse para reducir el mineral de hierro, se abandonaron y se han utilizado posteriormente para producir cal durante los últimos siglos y por eso se conocen como caleros.

## LAS FERRERÍAS HIDRÁULICAS, UNA REVOLUCIÓN INDUSTRIAL

Con el establecimiento y funcionamiento de las ampliamente conocidas como ferrerías hidráulicas por la mayor parte de los ríos de la zona atlántica del País, al menos desde el siglo XIII y generalizándose a lo largo del XIV, el País Vasco era el mayor exportador



Excavaciones en Basagain (Anoeta).

de piezas elaboradas con hierro a los centros comerciales más importantes de Europa, como Aquitania, Normandía, Islas Británicas y Flandes, de tal forma que solamente en Bizkaia y Gipuzkoa, en el siglo XVI, había más de 300 ferrerías hidráulicas funcionando simultáneamente (1).

Para hacernos una idea de la importancia de esta industria, hay que decir que en la Vasconia bajomedieval, era frecuente que muchos campesinos tuvieran una pluriactividad, en la mayor parte de los casos relacionada con la actividad siderúrgica, lo que les proporcionaba unos importantes ingresos complementarios. Según el historiador *Díez de Salazar (1983, 1985)*, considerando que para cada ferrería habría entre 50 y 100 personas trabajando de forma directa (en la ferrería) o indirecta (como leñadores, carboneros, mineros, venaqueros, gabarreros, mulateros, carreteros, etc), nos podemos hacer una idea de la riqueza económica que supuso esta actividad. De acuerdo con un documento citado por *Arbaiza (1996)*, en Bizkaia había una media de 100 personas trabajando por cada ferrería y según documentos del catastro de Igantzi de 1778-1786, la mayor parte de sus 629 habitantes estaban relacionados con esta industria (*Erdozáin et al., 2003*).



Escorial existente en los montes de Irún.



Horno en la zona de Aiako Harria. En la imagen R. Berodia.

Del mismo modo, cerca de allí, en Lesaka, en 1824, cuando la mayor parte de las ferrerías hidráulicas se habían cerrado en nuestro País, todavía, aproximadamente el 30 % de su población trabajaba en relación con alguna de las tres ferrerías del concejo (Erdozáin et al., 2002; 2003).

En Gipuzkoa hubo ferrerías hidráulicas por todos los ríos que poseían un caudal suficiente, pero también en otras zonas de Vasconia, como las ferrerías de Elama y Goizarin, que se encuentran en Artikutza (Goizueta) o la de Urdinola en Leitza. Estas últimas ya aparecen en la documentación del Archivo General de Navarra, al menos desde 1372 (Mugueta, 2008).

La industria siderúrgica vasca, uno de los principales centros siderúrgicos de Europa (Bautier, 1963), fue el pilar más importante de la economía en la zona atlántica del país, hasta que, en el siglo XVIII, la competencia con el precio y la calidad del hierro elaborado en Suecia y posteriormente con el procedente de Rusia (Uriarte, 1988), hizo que fuera decayendo, hasta que a lo largo del siglo XIX este tipo de ferrerías dejaron de elaborar hierro, siendo sustituidas por los hornos altos. Pero anteriormente a esta revolución de las ferrerías hidráulicas, consideramos que hubo otra revolución industrial, que no sabemos cuando empieza y que está relacionada con las haizeolak o ferrerías de monte, de las que trata este artículo. Una revolución industrial porque en el País Vasco atlántico hubo miles de hornos de estas ferrerías fundiendo mineral de hierro de nuestros montes, hierro con el que fabricarían todo tipo de piezas, que luego se utilizaron para el comercio y para intercambiar por otros productos.

### LAS FERRERÍAS PRE-HIDRÁULICAS

Los resultados que se van a exponer sobre las haizeolak o ferrerías de monte, están basados en los datos que hemos ido obteniendo, por una parte en el

campo, durante los últimos nueve años, incluyendo otras zonas distintas del Geoparque y sobre todo en los datos obtenidos en el laboratorio sobre muestras recogidas, tanto en lo que respecta a análisis sedimentológicos como a análisis químicos, difracción de rayos X, etc. Los datos de campo corresponden a las ferrerías de monte y caleros que hemos visto desde el Valle de Aiala en Araba, hasta el norte de Navarra pasando por Bizkaia y Gipuzkoa.

Los yacimientos más ricos de mineral de hierro en Gipuzkoa están relacionados con las calizas urgonianas del Cretácico inferior, como ocurre con el coto minero de Zerain-Mutiloa, o los que aparecen en el Paleozoico superior, en el caso de los yacimientos relacionados con Aiako Harria.

Por lo que respecta a los datos más antiguos, relacionados con la industria del hierro en Vasconia, las piezas elaboradas con este metal encontradas en las excavaciones realizadas en las últimas décadas en los poblados de la Edad del hierro, en diferentes zonas del País, como Intxur, Munoaundi o Basagain, indican que los vascos conocían la metalurgia del hierro, al menos desde los siglos VI o VII antes de Cristo. Esta importante industria continuó posteriormente en asentamientos de época romana como en el caso de Aloria, en Amurrio o en Forua, cercano a Gernika, entre otros.

¿Pero qué ocurrió entre la caída del imperio romano en el siglo V y la aparición de las primeras ferrerías hidráulicas en el siglo XIII? ¿A qué se debe que a mediados de dicho siglo o quizás antes, apareciera un elevado número de este tipo de instalaciones? Es lógico pensar que, para poner en funcionamiento este tipo de ferrerías, los vascos no necesitaron ir al extranjero a aprender la técnica, ya que poseían una cultura previa de la metalurgia del hierro, es decir ya tenían una experiencia con las ferrerías de monte, por lo que solo necesitaron adaptarse a la nuevas tecnologías.



Con una flecha se indica la situación del horno cercano al río Deba.



Horno junto al río Deba, situado bajo el camino a Lasao.

## FERRERÍAS DE MONTE O HAIZEOLAK

Se sabía que antes de las ferrerías hidráulicas habían existido otras conocidas como ferrerías de monte o haizeolak, ya que en algunas zonas se detectaban acumulaciones de escorias o escoriales que son el producto de desecho de la reducción del mineral de hierro. Estas estructuras también han recibido el nombre de "Agorrolak", en contraposición a las hidráulicas "Zeharrolak", ya que las ferrerías de monte no utilizaban el agua para mover los artilugios de la elaboración del hierro y todo el trabajo se realizaba a mano. De todos estos nombres hay uno, el más utilizado, el de ferrerías de monte, que puede dar lugar a confusión, porque parece que sólo se encuentran en los montes y si bien es verdad que en la mayor parte de los casos es así, hay muchas que están en las partes bajas, al lado de ríos o edificios (2). El caso más llamativo es uno que hemos encontrado precisamente en la ría de Deba, en término de Mutriku. El horno se encuentra a la altura de la ría, en la margen izquierda, debajo del camino que va hacia Lasao, por dentro tiene una forma y pared típica, y actualmente tendría el canal tapado. Viendo donde se encuentra, parece un poco raro llamarle ferrería de monte, un nombre más apropiado para estas estructuras sería el de "Jentilolak", término utilizado desde hace siglos en la zona de Legazpi y también en la zona de Eibar.

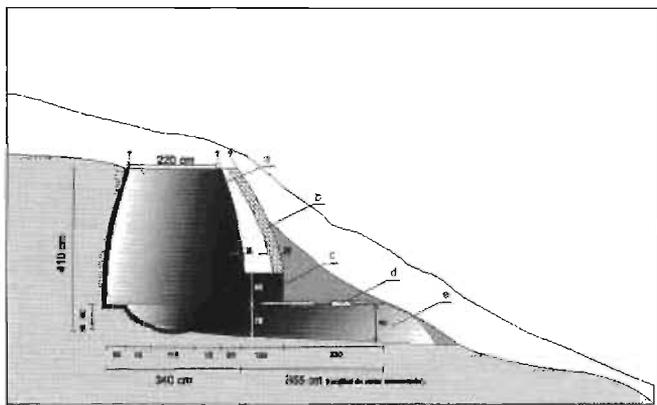
La aparición de las ferrerías hidráulicas y la mejora productiva que suponían respecto a las anteriores, hizo que los hornos de las haizeolas se fueran abandonando. Debido al tiempo transcurrido desde su abandono y al deterioro sufrido como consecuencia de la erosión, roturación de los montes, procesos de relleno, construcción de nuevas caserías, etc, existía y existe, entre algunos arqueólogos la idea generalizada (Pereda, 1992/93; Etxezarraga, 2004) de que los hornos ligados a las ferrerías de monte habrían desaparecido o serían muy difíciles de encontrar.

Sin embargo, durante estos últimos años han ido apareciendo una serie de trabajos realizados por nuestro equipo de investigación (Orue-Etxebarria et al., 2008 b; 2009), en los que se pone de manifiesto la existencia de numerosos hornos de reducción del mineral de hierro correspondientes a ferrerías, encontradas en los montes de la Vasconia atlántica. A estos hornos, que presentan unas características propias, principalmente su gran tamaño (Orue-Etxebarria et al., 2010), que los diferencian de otros de una época parecida, les hemos dado el nombre de "horno vasco".

Estos hornos tienen una forma más o menos redondeada en planta, que se va cerrando hacia arriba y poseen un estrechamiento en su parte inferior equivalente a un "crisol". Su anchura máxima oscila entre 3 y 4 metros, y su altura entre 4 y 6 metros. El más grande encontrado hasta ahora, tiene unos 4 m. de diámetro en su parte más ancha y alrededor de 6 m. de altura. En la parte anterior poseen una abertura tipo parábola y por debajo de ella un canal, cubierto de losas, probablemente para la salida de la escoria y/o la entrada de aire. Por el momento no sabemos si funcionaban con fuelles o no, aunque por ahora no hemos encontrado ninguna tobera, creemos que de existir alguno estaría en la abertura de entrada.

Lamentablemente, estos hornos que hemos venido describiendo, desde el primero, encontrado en Galdakao, Bizkaia (Orue-Etxebarria et al., 2008 a), han sido poco documentados y han tenido escaso interés para los investigadores, y todavía son considerados como caleros por los especialistas en estos temas.

El motivo de que estas estructuras hayan sido consideradas como caleros, se debe, en parte, a que muchos de estos hornos, una vez que dejaron de utilizarse para su función inicial, la reducción del mineral de hierro, fueron abandonados, y se utilizaron posteriormente como caleros, para elaborar cal a partir de piedra caliza, pero sobre todo a que no habían sido investigados con detenimiento.



Esquema de un horno haizeola (Figura realizada por J. Elorriaga y X. Laka).

Pues bien, a lo largo de estos años y después de más de 200 jornadas de campo, hemos visto tal cantidad de ferrerías de monte y de caleros por todo Euskal Herria, que actualmente podemos diferenciar sin demasiado problema ambos tipos de construcciones. Como resultado de este trabajo de investigación hemos encontrado más de 100 hornos de ferrerías de monte en Bizkaia, Gipuzkoa y parte norte de Alava y de la alta Navarra.

Se supone que este tipo de ferrerías perdieron importancia con la aparición de las hidráulicas que fueron sustituyendo paulatinamente a las anteriores, pero hay datos recogidos de la transmisión oral (*Caro Baroja, 1980*) que indican que no todas se cerraron poco tiempo después de la implantación de las hidráulicas a partir del siglo XIII, sino que ambos tipos coexistieron durante algunos siglos, ya que en alguna localidad de Gipuzkoa como es el caso de Zegama, siguieron funcionando, al menos, hasta el siglo XVII.

Según una estimación que hemos hecho del número de ferrerías de monte en tres municipios del territorio vizcaino, Galdakao, Ea y Bedia, otros dos de la costa guipuzcoana, precisamente en Mutriku y Deba, y otro del norte de Alava, Aramaio, podemos pensar que en Vasconia existieron miles de estos hornos. Pues bien, podemos imaginar lo que supuso el funcionamiento de todos estos hornos, junto con el de las ferrerías hidráulicas, desde la Edad Media, fundiendo mineral de hierro, tanto para el mercado interno como para la exportación a los mercados más importantes de Europa.

## RESULTADOS

Los resultados que hemos obtenido durante estos años son consecuencia de un trabajo de investigación realizado por un equipo interdisciplinar, constituido por especialistas en campos tan variados como la estratigrafía, sedimentología, mineralogía, geoquímica, ingeniería metalúrgica, etc, la mayor parte de los cuales

son Drs. y Profesores de la Facultad de Ciencia y Tecnología o de otros centros de la UPV/EHU (3). Ahora sabemos que los yacimientos más importantes de este mineral están asociados con materiales del Cretácico inferior, principalmente con las calizas urgonianas, que es donde se encuentran los yacimientos ricos en mineral de hierro, como sucede en el valle de Olatz o en el valle de Lastur; pero también con materiales del Paleozoico superior como las explotaciones del Macizo de la Peña de Aia-Aiako Harria, en la zona oriental de Gipuzkoa y las de Valcarlos en Navarra y Aldude en Baja Navarra. Se han realizado alrededor de 100 análisis de muestras recogidas por todo el País.

Por otra parte, gracias a estos análisis, ahora disponemos de un dato muy importante, ya que algunas asociaciones minerales que hemos encontrado en las escorias, nos indican que estos hornos podían alcanzar temperaturas superiores a los 1200° C. Además se ha hecho una reconstrucción basada en dimensiones reales del primer horno de haizeola que hemos excavado en Galdakao. Es fácil apreciar su gran semejanza con un horno alto moderno. De acuerdo con los cálculos realizados los hornos tendrían un volumen comprendido entre 23 m<sup>3</sup>, en el caso del horno excavado y 49 m<sup>3</sup> en el horno más grande encontrado.

## ¿QUÉ SABEMOS DE LA EXISTENCIA DE ESTOS HORNOS EN EL GEOPARQUE?

Se trata de mostrar, someramente, una investigación que estamos realizando en el Geoparque que incluye tres municipios, Mutriku, Deba y Zumaia. En Zumaia todavía no hemos encontrado ningún horno de ferrería y va a ser difícil encontrar alguno, ya que no hay materiales del Cretácico inferior ni del Paleozoico, que son los que tienen el hierro, como ya ha quedado indicado.



Horno de Isasi en Galdakao.



Horno de Azarola en Galdakao.

Las rocas de Zumaia son muy importantes para hacer otro tipo de investigaciones como el análisis de las crisis biológicas de los límites K/T y P/E, o para estudiar los estratotipos del Paleoceno. Hay que decir también que mientras que en el caso de las ferrerías hidráulicas, no importaba que hubiera o no hierro en las cercanías, ya que este, normalmente se traía de lejos, en el caso de las haizeolak se cree que se ponían cerca de donde estaba el hierro.

Una de las salidas de campo realizadas por Xabier Orue-Etxebarria y Joseba Artaraz en el año 2008, antes de la aprobación de la figura del Geoparque, fue precisamente a esta zona, en el valle de Olatz, a los pies del Arno, porque se encontraba en un complejo kárstico, rodeado de calizas urgonianas del Cretácico inferior, que suelen tener hierro y además el propio nombre de Olatz hacía presagiar que podría haber varias ferrerías. Siendo la toponimia una valiosa fuente y herramienta de estudio del territorio, lo que estamos viendo es que hay una fuerte relación entre el topónimo del lugar donde aparecen las ferrerías y el término (afijo) **-ola**. Tanto entonces como este último año, hemos encontrado varios hornos de ferrerías en Olatz. Desde el año pasado, con la incorporación al grupo de Javi Castro, hemos encontrado muchos más hornos de haizeolak, algunos de ellos en el valle de Lastur en Deba.

Gracias al buen conocimiento de la zona, estamos avanzando muy rápidamente en la revisión de los hornos caleros que ya están catalogados en el Geoparque y estamos comprobando que, como en otros sitios del País Vasco, la mayor parte de estos caleros fueron inicialmente ferrerías de monte, es decir hornos para reducir el mineral de hierro. En Mutriku están catalogados unos 100 caleros y otros 150 en Deba (4). De todos los supuestos caleros que hemos revisado hasta ahora alrededor del 90% han sido ferre-

rias de monte. De todas estas ferrerías, aproximadamente la mitad han sido posteriormente utilizadas para hacer cal. En muchos de los casos de hornos de ferrerías de monte que están cerca de un caserío o de un lugar donde hay calizas, estos hornos fueron reutilizados posteriormente como caleros.

De entre todos los hornos que hemos estudiado en el Geoparque se muestran algunos ejemplos.

## MUTRIKU

**Mendibeltzu:** Se localiza en las coordenadas 43° 18' 2,88" N; 2° 24' 13,98" W; 224 m. De planta circular con forma troncocónica piriforme. Situado a la izquierda junto a la pista de cemento de acceso al caserío Mendibeltzu, unos 400 metros antes de llegar al mismo y después de pasar las canteras de San Blas y Olatz. Diámetro mayor 3,0 m, con paredes de arcilla en la zona baja, tiene resalte en el fondo. El arco de acceso es sencillo y posee canal de descarga. Unos 200 metros al suroeste hay restos de antiguas minas de mineral de hierro, en forma de zanjas o trincheras. En la zona hubo también minas de calamina (plomo).



Xabier con J.A. Torres (Dpto. Geología de Aranzadi) en un horno del coto mimero de Arditurri.



*Horno de Mendibelzu.*



*Horno en el valle de Olatz.*



*Horno de Beliosoro.*



*Horno de Sasiola.*

**Olatz:** Se localiza en las coordenadas 43° 16' 34,44" N; 2° 24' 41,94" W; 249 m. De planta ovalada con forma troncocónica piriforme, se encuentra parcialmente relleno. Situado junto al río, frente a los caseríos Goienetxe y Txurruka. Diámetro 2,30 x 2,50 m, que en el fondo sería mayor.

## DEBA

**Beliosoro:** Se localiza en las coordenadas 43° 14' 18,3" N; 2° 18' 2,1" W; 399 m. De planta ovalada,

situado a la derecha de la pista que accede al caserío Beliosoro Goikoa y a escasos metros de la antigua fuente. Conserva el arco de acceso, aunque está bastante cubierto. Tiene canal de descarga, restos de escorias y piedras de arenisca vitrificadas en el interior como consecuencia del calor. Diámetro 3,30 a 3,50 m.

**Sasiola:** Se localiza en las coordenadas 43° 16' 21,72" N; 2° 22' 6,6" W; 49 m. Está totalmente colmatado. Tiene amplio canal de descarga. Situado a 4 metros a la derecha de la carretera, cerca del caserío Sasiola Gañekoa.

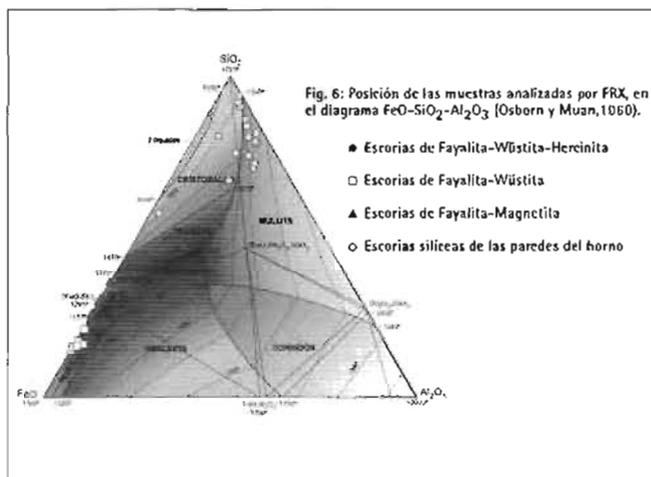


Fig. 6: Posición de las muestras analizadas por FRX, en el diagrama FeO-SiO<sub>2</sub>-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> [Osborn y Muan, 1960].

- Escorias de Fayalita-Wüstita-Hercinita
- Escorias de Fayalita-Wüstita
- ▲ Escorias de Fayalita-Magnetita
- Escorias silíceas de las paredes del horno

El análisis de las muestras estudiadas indica que en el interior del horno se sobrepasaban los 1200 °C.

**Notas:**

- 1.- ARISTONDO, J.M.: "Goicoolea de Lastur", Revista Deba nº 65, Negua-2006. En este artículo se describe el funcionamiento de una ferriera hidráulica.
- 2.- PÉREZ CENTENO, J.M. / ALBERDI LONBIDE, X.: "Memoria de control arqueológico: Acometida de aguas, barrio de Astigarribia", Zehazten Z.K, Zarautz, 2007. A escasos metros al este de la iglesia de Astigarribia (Mutriku), en el prado del caserío Torre se detectaron en el año 2006 los restos de 4 estructuras asociadas a fondos de hornos o haizeolak, dados aprox. en el año 1030. Las excavaciones se realizaron como consecuencia de la queja y aviso por parte de J. Castro de la existencia de algunos restos arqueológicos por motivo de las obras de canalización de nueva tubería de agua potable (agosto-2006). La existencia en el valle de Astigarribia de varias haizeolak no es fruto de la casualidad, sino de la pervivencia en el lugar de procesos técnicos de origen anterior.
- 3.- En el equipo contamos con especialistas en análisis estratigráficos y sedimentológicos, así como en lo que respecta al origen y localización del hierro. Hay otros miembros que están dedicados a la realización e interpretación de análisis químicos, mineralógicos y de difracción de rayos X de las muestras. También contamos con la importante aportación de personas del ámbito empresarial, con amplia experiencia en el campo de los hornos altos, con el fin de intentar entender como funcionaban los hornos de las haizeolak. Tenemos la suerte de tener en el equipo a dos expertos en todo lo correspondiente a la realización de figuras, expresión gráfica, etc. Además colabora con nosotros un matemático encargado del cálculo de las capacidades de los hornos y de la interpretación de las formas de los mismos y de sus aberturas. A todos estos, hay que añadir otro elemento muy importante, como es el equipo de colaboradores de campo. Por lo que respecta a las excavaciones, es un gran honor para nuestro equipo que la coordinadora y responsable de las mismas sea la Doctora Dña. Amaia Basterretxea, Directora del Museo Vasco de Bilbao.
- 4.- IZAGA, J.M./URDANGARIN, C./AIZPURUA, P.: "Noticia de 150 caleiros (karabiak) y 3 neveros (elur-zuloak)" Revista Deba nº 48, Udaberria-2001. En el interesante artículo se citan todos los hornos encontrados por los autores, aunque también se han detectado unos pocos más.

**Bibliografía general:**

- ARBAIZA, M. (1996): *Familia, trabajo y reproducción social. Una perspectiva microhistórica de la sociedad vasca a finales del antiguo régimen*. Universidad del País Vasco. Bilbao.

- BAUTIER, R. H. (1963): *Notes sur le commerce du fer en Europe Occidentale du XIle au XVIle siècle*. Revue d'Histoire de la Sidérurgie, iv: 35-61.

- CARO BAROJA, J. (1980): *Introducción a la historia social y económica del Pueblo Vasco*. Estudios Vascos VI. Capítulo V. Hierro y otras industrias. (2ª Ed.). Ed. Txertoa, San Sebastián. Colección Askatasun Haizea.

	Escorias Fa-Wüs-Hc (n=16) círculos llenos			Escorias Fa-Mgt (n=7) triángulos			Escorias Fa-Wüs (n=6) cuadrados			Escorias silíceas de la pared (n=15) círculos huecos		
	media	mín	máx.	media	mín.	máx.	media	mín.	máx.	media	mín.	máx.
% SiO <sub>2</sub>	24.90	18.54	30.15	27.70	27.82	32.86	15.45	12.25	19.41	74.96	61.79	88.62
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	3.58	1.91	6.05	0.07	0.00	0.45	0.75	0.00	2.29	12.94	5.40	19.05
FeO <sub>T</sub>	62.81	58.60	68.11	67.60	67.62	72.06	77.31	73.37	80.05	5.48	0.84	15.34
MnO	1.30	0.54	4.31	0.86	0.91	1.89	1.26	0.62	1.96	0.00	0.00	0.01
MgO	0.60	0.39	0.86	0.30	0.33	0.35	0.52	0.47	0.60	0.55	0.28	0.90
CaO	1.76	0.46	3.69	0.47	0.33	1.43	0.80	0.35	1.24	0.32	0.15	0.97
Na <sub>2</sub> O	0.20	0.08	0.49	0.07	0.07	0.15	0.14	0.04	0.25	0.59	0.15	1.56
K <sub>2</sub> O	1.10	0.38	1.73	0.10	0.09	0.16	0.45	0.13	0.68	3.06	1.00	4.70
TiO <sub>2</sub>	0.26	0.20	0.44	0.13	0.11	0.32	0.16	0.12	0.18	0.85	0.29	1.10
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0.19	0.08	0.50	0.18	0.17	0.26	0.16	0.06	0.49	0.11	0.05	0.29

Mineralogía semiquantitativa por DRX (entre paréntesis, minerales con presencia anecdótica dentro del grupo descrito.)
Fayalita ****
Wüstita ****
Magnetita ***
Hercinita **
Cuarzo *
Tridimita *
Cristobalita *
Otros (Fe, hematites) (mullita, hematitas, corindón, cordierita)

Composición de las muestras analizadas.

- DÍEZ DE SALAZAR, L. M. (1983): *Ferrerías en Guipuzcoa (siglos XIV-XVI)*. Haranburu Editor. Tomo I-II. Donostia-San Sebastián.

- DIEZ DE SALAZAR, L. M. (1985): *La industria del hierro en Guipúzcoa (siglos XIII - XIV). Aportación al estudio de la industria urbana*. España Medieval. Universidad Complutense de Madrid. Madrid. Vol. 6: 251-276.

- ERDOZÁIN, P. Y MIKELARENA, F. (2002): *Siderurgia tradicional y comunidad campesina. La gestión de las ferrerías municipales de Lesaka y Etxalar en 1750-1850*. Vasconia, 32: 491-515.

ERDOZÁIN, P., MIKELARENA, F. Y PAUL, J. I. (2003): *Campesinado y pluriactividad en la Navarra Cantábrica en la primera mitad del siglo XIX*. Historia Agraria, 29: 155-186.

- ETXEZARRAGA, I. (2004): *Paleometalurgia del hierro en el País Vasco Cantábrico: las haizeolak. Un estado de la cuestión*. Munibe (Antropología-Arqueología), 56: 87-104.

- MUGUETA, I. (2008): *La botiga del hierro. Fiscalidad y producción industrial en Navarra (1362-1404)*. Anuario de Estudios Medievales (AEM), 38/2: 533-584.

- ORUE-ETXEBARRIA, X., YUSTA, I., ARTARAZ, J., GIL, P. P., MADINA, E., BACETA, J. I. Y MINTEGUI, J. M. (2008a): *Primera descripción de hornos de reducción (tipo ferriera de monte) del País Vasco: hallazgos realizados en Galdakao*. Euskonews, 422: 1-6.

- ORUE-ETXEBARRIA, X., MADINA, E., GIL, P.P., ARTARAZ, J., YUSTA, I., BACETA, J. I., HERRERO, J.M., BERODIA, R., LASA, J. M., UGARTE, J. L., MINTEGUI, J. M., APELLANIZ, E. Y TELLERIA, K. (2008b): *Hornos de ferriera de monte (haizeolak): nuevos datos en Bizkaia y primeros hallazgos en territorio guipuzcoano*. Euskonews, 458: 1-3.

- ORUE-ETXEBARRIA, X., ARTARAZ, J., MADINA, E., TELLERIA, K., GALARZA, E., APELLANIZ, E. Y ASTIBIA, H. (2009): *Primera cita de hornos de reducción del hierro prehidráulicos (haizeolak, ferrerías de monte) en Araba*. Euskonews, 487: 1-4.

- ORUE-ETXEBARRIA, X., APELLANIZ, E., ARTARAZ, J., BASTERRECHEA, A., BERODIA, R., ELOSEGI, J. M., GALARZA, E., LASA, J. M., MADINA, E., MINTEGUI, J. M. Y TELLERIA, K. (2010): *Características del "horno vasco" asociado a las "haizeolak": hornos de reducción de gran tamaño*. Euskonews, 524: 1-12.

- ORUE-ETXEBARRIA, X., BASTERRETXEA, A., GIL, P. P., ARTARAZ, J., ELORRIAGA, J., YUSTA, I., MADINA, E., HERRERO, J. M., APELLANIZ, E., ASTIGARRAGA, J. Y LAKA, X. (2011): *Excavación del "horno vasco" (haizeola) de Azarola (Galdakao): nuevos datos*. Euskonews 585: 1-9.

- PEREDA, I. (1992/93): *La metalurgia prehidráulica del hierro en Bizkaia: el caso de los alrededores del pantano de Oiola (Trapagarán, Bizkaia)*. Kobie, 20: 109-122.

- URIARTE, R. (1988): *Estructura, desarrollo y crisis de la siderurgia tradicional vizcaína (1700-1840)*. Servicio Editorial de la Universidad del País Vasco. 328 págs.