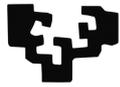


eman ta zabal zazu



Universidad
del País Vasco

Euskal Herriko
Unibertsitatea



ZTF-FCT

Zientzia eta Teknologia Fakultatez
Facultad de Ciencia y Tecnología



Gradu Amaierako Lana / Trabajo Fin de Grado
Geologiako Gradua / Grado en Geología

Aspectos históricos de la minería del hierro en Bizkaia hasta principios del siglo XX

Egilea/Autor:
Sheila Lopategui Peña
Zuzendaria/Director/a:
Pedro Pablo Gil Crespo

© 2015, Sheila Lopategui Peña

Leioa, 2015ko Abuztuaren 31a /Leioa, 31 de Agosto de 2015

Índice

1. Introducción	4
2. Objetivos	6
3. Metodología	8
3.1. Búsqueda clásica	8
3.1.1. Museo de la Minería del País Vasco.....	8
3.1.2. Archivo Histórico Foral de Bizkaia	9
3.1.3. Biblioteca universitaria de la UPV/EHU.....	9
3.2. Búsqueda digital.....	10
3.2.1. Buscadores genéricos.....	10
3.2.2. Buscadores especializados	10
3.2.3. Buscadores internos de entidades	10
3.2.4. Deep web	11
4. Ejemplos de búsqueda	12
4.1. Datos anteriores al siglo XVIII: Documentación geográfica y técnica	12
4.1.1. Época romana.....	12
4.1.2. Edad Media.....	13
4.2. Datos del siglo XVIII: Documentación geológica (1ª etapa)	16
4.3. Datos del siglo XIX-XX: Documentación geológica (2ª etapa).....	20
5. Discusión	38
5.1. Geología	38
5.2. Mineralogía	39
5.3. Metalogenia	40
6. Conclusiones.....	44
7. Bibliografía	46
7.1. Referencias bibliográficas citadas en el texto	46
7.2. Otras referencias, no citadas en el texto	48
7.3. Recursos digitales consultados	50
8. Anexos	52
8.1. Anexo I – Listado de documentación proporcionado por la Fundación Museo de la Minería del País Vasco	52
8.2. Anexo II – Fondo de los archivos de empresas mineras	54

1. Introducción

Desde la segunda mitad del siglo XX las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) se han desarrollado a gran velocidad, principalmente con la aparición de Internet. Internet se diseñó como un proyecto militar del Departamento de Defensa de los Estados Unidos para que los diferentes organismos pudieran comunicarse, pero la presencia de diversas universidades e institutos en el desarrollo del proyecto hizo que se fueran encontrando más posibilidades de intercambiar información. El desarrollo de dicha tecnología ha supuesto que la información que antes estaba concentrada en bibliotecas, universidades o escuelas ahora esté disponible en esta red descentralizada. La tecnología digital se ha convertido en parte tan fundamental de nuestras vidas y ha afectado tanto a ellas, que el conocimiento no podía ser una excepción.

En los últimos años, los proyectos de bibliotecas digitales son una de las grandes novedades que nos aporta la red. Estas bibliotecas no solo sirven de base de datos sino como herramientas que facilitan el acceso al conocimiento desde cualquier parte del mundo al mayor número de obras posible, tanto de instituciones públicas como de organizaciones privadas. Las bibliotecas digitales a diferencia de las tradicionales o clásicas, que poseen los contenidos en soporte papel y el acceso a las referencias bibliográficas es mediante catálogos, tienen una proporción significativa de recursos de información en formato digital accesible por medio de los ordenadores. Estos recursos pueden ser libros, revistas, manuscritos, fotografías, mapas u otros tipos de archivos que pueden estar en diferentes formatos digitales como pdf, doc o jpg, entre otros. Es por eso, que hoy en día, se puede encontrar y acceder a gran cantidad de información bibliográfica desde cualquier ordenador con acceso a internet “sin salir de casa”.

Por tanto, utilizando como pretexto que esta memoria tiene como título “Aspectos históricos de la minería del hierro en Bizkaia hasta principios del siglo XX” y que es un trabajo de tipo bibliográfico, lo que se pretende es hacer uso de estas nuevas herramientas tecnológicas para la búsqueda de dicha documentación de índole geológica. A su vez, se analizarán diferentes fuentes bibliográficas, no solo digitales sino también clásicas, de las instituciones públicas y privadas a las que se pueden acudir en busca de información, tanto geológica como minera. Aunque el objeto de esta memoria va más allá de la búsqueda de documentación, creo que es de vital importancia dedicarle un apartado a la metodología utilizada ya que gran parte del esfuerzo reside en el trabajo de búsqueda realizado.

2. Objetivos

El objetivo de esta memoria es hacer uso de la búsqueda clásica y, sobre todo, digital con el fin de hacer una recopilación de fuentes bibliográficas antiguas; y con los resultados obtenidos, intentar comparar las diferentes conclusiones geológicas propuestas a lo largo del tiempo. El propósito es buscar, encontrar y analizar los diferentes recursos bibliográficos, preferentemente digitales, que hay disponibles, referentes al ámbito de la minería del hierro de Bizkaia. Cabe mencionar que por diversos sucesos históricos el estudio de la geología no empezó a despegar hasta mediados del siglo XIX, por lo que en los años anteriores a esa fecha la documentación es muy escasa.

Así mismo, el alcance y límite de este trabajo, está en función de la información recopilada. No se persigue encontrar toda la documentación referente a los criaderos de hierro de Bizkaia, puesto que se encuentra un gran número de ella y es muy variada. Por lo tanto, se analizarán los datos geológicos y/o mineros de algunos de los autores más destacados de la historia de la geología de Bizkaia, desde las referencias más antiguas de Plinio el viejo (siglo I), hasta las de Collete (1848) o Adán de Yarza (1877), entre otros.

Estos ejemplos de búsqueda se clasificarán en tres grupos, ya que con el paso de los años la ciencia de la geología avanza y a mi ver, es la forma más clara de apreciar esa evolución. En el primer grupo, se explicarán las referencias bibliográficas más antiguas, donde sólo se puede intuir la localización y extensión del hierro. A continuación, en el segundo grupo, estarán recopilados los textos y libros en los que se empieza a intuir el inicio de la verdadera ciencia geológica. Por último, en el tercer grupo estarán los textos que realmente hablan de la geología de Bizkaia, donde se discuten temas como la geología, mineralogía y metalogenia del hierro.

Una vez analizados los apuntes geológicos que se han hecho a lo largo de la historia sobre este territorio, se intentarán comparar las diferentes cuestiones que en estas fuentes bibliográficas se describen. Algunas se centran en la naturaleza de las rocas y de los minerales, la relación entre ambos o las formas y texturas de estos, entre otras cosas.

La dificultad de este trabajo no sólo reside en la búsqueda de bibliografía antigua, sino que en su análisis también. La escritura antigua, muchas veces a mano, y la forma en que redactaban las frases es a veces difícil de comprender. Además, en ocasiones los conceptos erróneos o antiguos dificultan la tarea, ya que hay que intuir a que hacen referencia. Por último, en las antiguas revistas científicas y mineras, era muy común que el artículo se dividiera en diferentes entregas terminando cada aportado con un "Continuará"; lo que implica que para conseguir el artículo entero haya que buscar en diferentes entregas.

3. Metodología

Como ya se ha mencionado anteriormente, la metodología que se ha utilizado en este trabajo ha sido una parte fundamental para lograr el objetivo de esta memoria, que no es otro que recopilar documentación antigua para analizar la evolución del conocimiento sobre la minería del hierro en Bizkaia. Especialmente, la evolución referida a conceptos geológicos o hipótesis genéticas. Para ello se han utilizado dos tipos de búsqueda: la búsqueda clásica y, sobre todo, la búsqueda digital.

3.1. Búsqueda clásica

La búsqueda clásica se realiza en aquellas entidades donde la mayoría de la documentación está en papel y por lo tanto, para acceder a dicha información hay que desplazarse hasta ellas. Hoy en día todas estas instituciones cuentan con una página web, las cuales facilitan mucho la búsqueda. Sirven para hacernos una idea de lo que nos podremos encontrar cuando acudamos allí, ya que en ellas se describe brevemente a que se dedican y que es lo que ofrecen. Junto con esa pequeña descripción, siempre aparece la ubicación, teléfono y correo electrónico. Los dos últimos son una herramienta muy útil para contactar con estas entidades y hacer una consulta previa antes de acudir y conseguir más información sobre lo que allí se encuentra.

Respecto a las entidades con documentación clásica que se han consultado en este trabajo, se encuentran el Museo de la Minería del País Vasco y el Archivo Histórico Foral de Bizkaia, además de la Biblioteca Universitaria de la UPV/EHU.

3.1.1. Museo de la Minería del País Vasco

El Museo de la Minería del País Vasco, situado en la localidad de Gallarta, es un centro dedicado al estudio y a la difusión de la cultura e historia de la minería del País Vasco y especialmente de la zona minera de Bizkaia. El centro cuenta con una Asociación Cultural que se centra en la recuperación de máquinas y herramientas procedentes de antiguas explotaciones mineras y catalogación de planos y documentos de diferentes procedencias. Estas piezas recuperadas hoy forman parte de los fondos del Museo Minero.

Estos fondos del museo están divididos en cinco grupos denominados AHV (Altos Hornos de Vizcaya), CÍA MINERA DE SETARES, SOLANO, OTAOLA y ACMMG (Asociación Cultural Museo Minero de Gallarta). El primer fondo cuenta con 1893 documentos, fechados entre el año 1954 y 2000, donde se puede encontrar información técnica y social; desde los primeros proyectos para la construcción de los hornos hasta la época más reciente. El segundo fondo cuenta con 350 documentos, fechados entre 1898 y 1970, donde la mayor parte de la información trata de temas de ámbito socio-laboral. El tercero cuenta con 119 documentos, desde 1889 hasta 1963, y sobre todo hay información contable. El cuarto cuenta con 68 documentos, del año 1891 hasta 1980, y tiene una información variada e inconexa de las gestiones y trabajos de Otaola e hijos. Por último, el quinto fondo cuenta con 521 documentos, entre 1940 y 2013, donde la información es muy variada; desde la historia del museo,

donaciones particulares o información de la minería y siderurgia que no encaja en anteriores apartados (ver Anexo I).

Aparte de la Asociación Cultural, el museo también tiene un equipo propio de investigación arqueológica. El Equipo de arqueología del Museo de la Minería del País Vasco es un grupo interdisciplinar creado en 2002 especializado en la investigación de los orígenes de la minería en Bizkaia a través del estudio de las ferrerías. Considero que mencionar la existencia de dicho grupo de investigación es importante, ya que están ayudando a conocer y a saber más sobre el origen del poder económico que tuvo Bizkaia, desde los tiempos de los romanos, gracias a la extracción de mineral y producción de hierro.

3.1.2. Archivo Histórico Foral de Bizkaia

El Archivo Histórico Foral de Bizkaia (AHFB) es un depósito puesto a disposición del público, donde puede encontrarse documentación histórica de cualquier origen y soporte, sin otro límite que el que la Ley establece para los documentos históricos. El Archivo es una agregación, formada a partir de 1990, de diversos fondos; tanto de fondos de la propia Diputación Foral de Bizkaia como de otros archivos y materiales de familias, empresas e instituciones. De esta manera, la estructura del Archivo está formada por ocho secciones denominadas: Administración de Bizkaia, Municipal, Judicial, Notarial, Instituciones, Empresas, Familias y Varia.

Todas estas secciones están formadas por varios fondos y subfondos. Evidentemente, muchos de esos fondos quedan fuera del ámbito geológico que en este trabajo se busca, pero varios de ellos tienen documentación de mucho interés. Aunque no todos son estrictamente geológicos, puede dar a entender la importancia que tuvo el hierro en Bizkaia. Y por consecuencia, la geología también, ya que el reconocimiento de los terrenos y del propio mineral impulsó la industria de la minería de Bizkaia.

Las secciones que más documentación tienen sobre el hierro son la Sección Administración de Bizkaia en el fondo de Gobierno y Asuntos Eclesiásticos, la Sección Empresas en los fondos de Agruminsa (AHV) en el ámbito de la minería y de Altos Hornos de Vizcaya en el ámbito de la siderometalurgia, la Sección Familias en el fondo Ybarra, una de las primeras familias en crear una fábrica para la producción de hierro, y la Sección Instituciones en el fondo Centro Industrial y Mercantil de Vizcaya.

3.1.3. Biblioteca universitaria de la UPV/EHU

La biblioteca de la UPV cuenta con un catálogo en el que se puede encontrar tanto recursos electrónicos como a papel de revistas, libros, tesis y proyectos. En este caso, la documentación, en general, es bastante novedosa pero sirve de referencia para interpretar los textos antiguos consultados en otras entidades. Especialmente útiles han sido la Tesis Doctoral de Jacinto Gómez-Tejedor “Estudios de la geología regional de Vizcaya anteriores al siglo XX” fechada en 1983 y la Tesis Doctoral de Pedro Pablo Gil Crespo “Las mineralizaciones de hierro en el anticlinal de Bilbao: mineralogía, geoquímica y metalogenia” fechada 1991. Además de libros como el de Manuel Montero titulado “La California del hierro: las minas y la

modernización económica y social de Vizcaya” fechada en 1995 donde trata la situación minera de los siglos XIX y XX.

3.2. Búsqueda digital

Gracias a las amplias posibilidades que ofrece internet, existen potentes herramientas que se utilizan para realizar búsquedas. A estas herramientas se les denomina motores de búsqueda o buscadores. Un buscador es un sistema informático que busca archivos almacenados en diferentes servidores de la World Wide Web (WWW). Las búsquedas se hacen, principalmente, con palabras clave o bien con árboles jerárquicos por temas.

3.2.1. Buscadores genéricos

Los buscadores genéricos o convencionales realizan búsquedas en todas las páginas de la Web. Algunos buscadores de este tipo, muy conocidos y utilizados son: Google, Bing, Yahoo, Yandex, Exalead o Internet Archive. Estos buscadores personalizan los resultados de búsqueda dependiendo de las preferencias personales como la ubicación desde donde se realiza la búsqueda, el idioma utilizado en el buscador o búsquedas realizadas anteriormente. Por ello, existen buscadores anónimos como por ejemplo DuckDuckGo o Startpage que evitan estos inconvenientes, al obviar las preferencias personales, por lo que los resultados pueden ser diferentes.

Las palabras clave que se han utilizado en este trabajo son las relacionadas con la zona minera de Somorrostro, ya que era la zona de mayor concentración de minerales de hierro del criadero y en consecuencia, tuvieron, desde antiguo, fama internacional. Es por eso, que las palabras clave usadas –en diferentes idiomas como castellano, inglés, francés y alemán– han sido términos como “hierro Vizcaya”, “hierro Somorrostro”, “hierro Triano”, “iron ore Bilbao”, “mines fer Bilbao” o “eisen Bilbao”, .etc.

3.2.2. Buscadores especializados

Se comportan de la misma forma que los buscadores genéricos descritos en el apartado anterior, es decir, realizan búsquedas en diferentes páginas web. La diferencia respecto a los buscadores genéricos está en que agrupan la información de medios especializados en un tema en concreto por lo que los resultados obtenidos mediante estos buscadores son mucho más concretos. El problema de estos buscadores reside en que dependen de la información que les proporcionen los medios especializados, de modo que la información que tienen recopilada puede estar incompleta o desactualizada. En este caso, los buscadores especializados que se han utilizado han sido los buscadores internacionales Scopus y World of Knowledge y los estatales Dialnet y CSIC.

3.2.3. Buscadores internos de entidades

Hoy en día, gracias a que vivimos en la era digital, muchas de las diferentes entidades que poseen archivos de documentales están digitalizando tanto su catálogo, como los diferentes documentos que almacenan. De esta forma, gracias al buscador instalado en sus páginas web podemos realizar consultas sobre los temas que nos interesen y obtener los diferentes documentos relacionados con dichos temas. De igual forma, en los resultados

obtenidos y en el caso de que el documento que nos interese esté disponible en formato digital, se puede consultar desde la propia página sin necesidad de desplazarse hasta el emplazamiento físico de la entidad. Algo realmente útil, rápido y económico ya que se reduce el tiempo de búsqueda y los gastos de desplazamiento. Aun así, ya que la digitalización de documentos es un trabajo delicado y laborioso, especialmente cuando la documentación es muy antigua, es probable que las entidades no tengan todos sus fondos digitalizados. Por lo que en el caso de necesitar un documento que no lo esté, habría que desplazarse hasta la entidad para obtenerlo. Las entidades que se han consultado durante la elaboración de esta memoria han sido Fundación Sancho el Sabio, Memoria Digital Vasca, Boletín Oficial de Minas, Boletín de la Comisión del mapa geológico de España, IGME, Archivo Histórico Foral y Biblioteca Digital Hispánica, entre otras.

3.2.4. Deep web

Se conoce informalmente como Deep Web a una porción presumiblemente muy grande de la información contenida en Internet que es difícil de rastrear o ha sido hecha para ser casi imposible de rastrear deliberadamente por los buscadores convencionales. Es conocido con este nombre a todo el contenido de Internet que no forma parte del Internet superficial, es decir, de las páginas indexadas por las redes de los motores de búsqueda de la red. Esto se debe a las limitaciones que tienen las redes para acceder a todos los sitios web por distintos motivos. La mayor parte de la información encontrada en la Internet Profunda está enterrada en sitios generados dinámicamente y para los motores de búsqueda tradicionales es difícil hallarla. La única forma de acceder a la información que nos interesa de la Deep Web es conociendo su ubicación previamente, por lo que en caso de desconocerlo, es imposible acceder a ella. Existen múltiples tipos de Deep Web, cada uno de ellos utiliza diferentes mecanismos para conectar equipos entre sí, es decir, para crear redes. La Deep Web más conocida y utilizada es la red Tor, aunque existen algunas otras redes como son Freenet o I2P.

Para facilitar un poco la tarea de búsqueda de información existen páginas que recopilan, en forma de índice, algunos de los enlaces a páginas de la Deep Web. La más conocida de éstas es The Hidden Wiki (<http://thehiddenwiki.org/>). Esta página está organizada por temas. Se han realizado ensayos de búsqueda de información mediante buscadores de la red Tor, pero los resultados obtenidos no son diferentes a los realizados mediante buscadores convencionales, por lo que no se ha realizado un rastreo sistemático en la Deep Web.

4. Ejemplos de búsqueda

Después de realizar el trabajo de búsqueda –no muy exhaustiva ya que el tiempo es limitado y el repaso sistemático de todas las fuentes de información queda fuera del ámbito de este trabajo– de diferentes recursos bibliográficos, aquí se presentan algunos ejemplos de los documentos más interesantes que se pueden encontrar sobre la minería del hierro de Bizkaia. Estas referencias bibliográficas, anteriores al siglo XX, se han dividido en tres grupos que están condicionados tanto por acontecimientos históricos como por el tipo de información que contenida en dicha documentación.

4.1. Datos anteriores al siglo XVIII: Documentación geográfica y técnica

En este primer grupo se recogen algunas de las primeras referencias bibliográficas más relevantes, desde la época romana hasta mediados del siglo XVIII. Este intervalo de tiempo es muy escaso en cuanto a datos y los documentos que hay son esencialmente descriptivos. En ellos, se hace referencia principalmente la importancia de las minas, su localización y el uso que se le daba al hierro obtenido. Hay que destacar que, posiblemente, la mayor parte de los autores citaban las minas a partir de referencias previas o a través de comunicaciones de viajeros, ya que es poco probable que todos ellos las visitaran, por lo que algunas informaciones pueden ser poco precisas o repetitivas.

4.1.1. Época romana

Aunque muchos relacionan el comienzo de la industria del hierro en Bizkaia con los romanos por los múltiples datos arqueológicos disponibles, diversos autores opinan que la industria del hierro en Bizkaia pudo comenzar con la introducción de los celtas en la Península Ibérica por los pasos del Pirineo occidental, allá por el año 600 a.c. Y es que fue el pueblo celta el que introdujo el uso del hierro, hasta entonces desconocido, en la Península. A pesar de que parece no haber tenido influencia en el País Vasco, en 1767, se hallaron monedas celtíberas dentro de una antigua mina de Larrabetzu (Gómez-Tejedor, 1983).

Así todo, a lo que referencias bibliográficas se refiere, el dato más antiguo que se conoce acerca de la actividad minera del hierro en Bizkaia lo ofrece Plinio el Viejo en su “Historia Natural” escrito hacia el año 80 de nuestra era en el que escribe (Figura 1):

“de todos los metales, el mineral de hierro es el más abundante. Sobre la costa de Cantabria que baña el Oceano, hay una montaña escarpada y elevada, que, cosa increíble, es toda ella de ésta materia.”¹

¹ Traducción tomada de Gómez-Tejedor (1983).

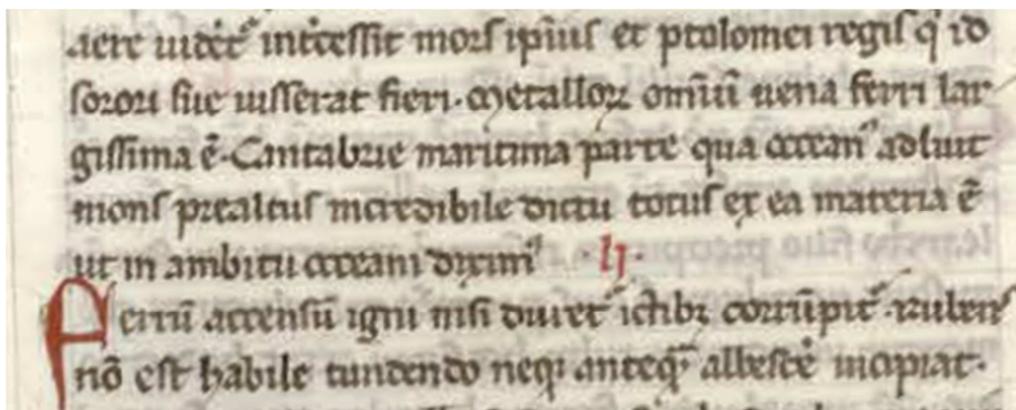


Figura 1: Plinio el Viejo. (circa 80 d.c.). Fragmento de la versión digitalizada del ejemplar manuscrito en pergamino, datado entre 1201 y 1400, que se encuentra en la Biblioteca Nacional.

Aunque algunos autores aún interpretan que esa montaña “toda ella llena de hierro”, a la que Plinio el Viejo hace referencia es Peña Cabarga en la provincia de Cantabria, hoy en día parece evidente que lo más seguro es que se trate de los montes de Triano. Además, esa discusión sobre la localización del hierro en la costa de Cantabria no es ninguna novedad, ya en 1779 se puede encontrar esta polémica, que entabla Don Joseph Hippolito de Ozaeta y Gallaiztegui, en su obra “Cantabria vindicada y demostrada según la extensión que tuvo en diferentes tiempos”, con los autores que según él desdoran el nombre de Bizkaia, desde Zurita hasta P. Flórez. El autor (Ozaeta y Gallaiztegui, 1779), defensor de que el monte al que Plinio el Viejo hacía referencia era Triano, utiliza diversos argumentos para probar esto.

Primero, dice que Plinio describe la región de Cantabria “desde el Pirineo por los bosques de los Vascones, hasta la región de Asturias, y las cercanías de la Fuentes del Ebro y cerca de la Ciudad de Juliobriga” y por tanto, “la Cantabria verdadera ocupaba mas anchos y fértiles espacios”. El segundo argumento que utiliza es que en el monte de Cabarga “su uso es tan moderno, que no pudo Plinio tener noticia de él”, refiriéndose a la explotación de la vena de hierro. Y un poco más adelante dice:

“Si el monte, de que se maravilla tanto Plinio, fuese el de Cabarga, debía maravillarse de dos montes que eran en toda su superficie, centro solo vena; pero se maravilla de uno solo...y el de Somorrostro no solo en la superficie, centro, faldas, y cima, sino en todas sus partes”

Por último, cita que pese a que el monte de Cabarga tiene a sus mismas faldas el océano, lo que Plinio dijo en su obra fue que “la parte de la Cantabria marítima, a la qual baña el Oceano, hay un monte todo vena; en cuya expresión la bañada es la marítima de Cantabria, y no la parte del monte Cabarga”.

4.1.2. Edad Media

En la Edad Media se produjo el desarrollo de la industria del hierro mediante las ferrerías. Los primeros vestigios de hornos para la transformación del mineral en hierro se localizaron en las laderas y collados de los montes, en las áreas boscosas próximas a

yacimientos metalíferos. Así lo atestiguan los abundantes *zepadiak* o escoriales hallados en dichas zonas.

Las *haizeolak* o ferrerías de monte (literalmente, ferrerías de viento) trataban de sacar partido del viento, para que su soplo ayudase a la combustión con el fin de alcanzar las altas temperaturas requeridas (Figura 2). Cuando el hierro se transformaba en una masa pastosa denominada “zamarra”, era más fácil de separar la ganga o escoria de las cenizas del mineral puro (Orue-Etxeberria, 2013). Puede encontrarse una breve descripción del funcionamiento de estas ferrerías en el “Libro de grandezas y cosas memorables de España” que Pedro Medina escribió en 1548:

“Ay en estas puincias muchas venas de hierro y acero. Sacase tanto que bastece a muchos reynos. La manera como el hierro se saca y labra es esta. En estas provincias ay muchos cerros y otras partes donde la tierra naturalmente es de calidad hierro y desta tierra traen carretadas al lugar donde esta la ferrería y allí la queman con mucha cantidad de carbón y con fuerza del fuego. La tierra se derrite y se hace pasta y estas pastas labran y hacen barras.”

Las ferrerías constaban de dos hornos, uno excavado en el suelo para calcinar el mineral denominado “ragua” y otro en el que se introducía en mineral previamente calcinado llamado “fogal”. El mineral se calcinaba con carbón vegetal para obtener esa pasta mencionada por el autor (Medina, 1548).



Figura 2: Ejemplo de una ferrería de monte; vista de la abertura frontal y del canal del horno de Azarola en Galdakao (Foto, P. Gil)

El horno de Azarola, en Galdakao, es uno de los numerosos hornos de tecnología prehidráulica encontrados en los montes de la Vasconia atlántica. Estos hornos presentan características propias, especialmente por su tamaño ya que tienen una anchura que oscila entre 3 y 4 metros y una altura de entre 4 y 6 metros. En la parte superior tienen una abertura arqueada y por debajo de ésta un canal cubierto de losas de arenisca, que probablemente servía para la entrada del aire y la salida de la escoria. Aunque no se han encontrado evidencias de si estos hornos funcionaban con fuelle o no, las ferrerías clásicas funcionaban con una corriente de aire conducida al fondo del horno mediante una tobera la cual estaba dotada por un sistema compuesto de dos fuelles. Otro elemento característico de las ferrerías era el martinete, el cual se utilizaba para golpear la “zamarra” para de esta forma separar la escoria y obtener las barras de hierro.

Posteriormente, desde comienzos del siglo XIII, las ferrerías se trasladaron a orillas de los ríos al comenzar a utilizarse la energía hidráulica. A estas ferrerías se las denomina ferrerías hidráulicas o *zeharrolak*. Estas ferrerías utilizaban la rueda hidráulica para activar los fuelles y posteriormente se aplicó también a los martinetes. Posiblemente la primera descripción precisa del modo en que se trabajaba el hierro en las primitivas ferrerías hidráulicas del País Vasco es ésta (Monardes, 1574):

“Sabran vuestras mercedes que toda la tierra montuosa de Vizcaya, lo más della son mineral de Hierro, y aunque no se labran todos, beneficianse aquellos que son mejores, y que de ellos se saca mas cantidad de metal, y las demás, como de cosa que es de poco fructo, no se labra ni benefician, porque sufren la costa que pone en sacar el metal dellas. Las piedras que están encima de la veta son del mas fuerte y rezio hierro, tanto que llama aquello Azero por su fortaleza: 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 almadanas los quiebran y hazen pedazos, los quales ponen en hornaza fabricada a propósito que puedan fundi , y allí se derriten y cae el hierro en lo baxo y se haze una gran pasta la qual dividida en pedazos los llevan a la fragua, do ay unos grandes mazos de hierro que los trae el agua como batan, y allí se forjan y hazen estas planchas que ven aquí animadas.”

Además del modo en el que se trabajaba el hierro en las ferrerías, también menciona la utilización del fuego; el cual facilitaba el laboreo en las minas. A esta técnica se la denomina “fire-setting” y era una práctica muy común en la minería europea antes de que se generalizara el uso de la pólvora.

En 1540 Pedro Medina en su obra “Descripción de Vizcaya y Guipúzcoa” cifraba las ferrerías existentes en ambos territorios en unas trescientas, de las cuales ciento noventa serían vizcaínas. Incluso dos siglos después, en época de decadencia por la competencia de Suecia y Rusia, permanecían en activo cerca de ciento cincuenta ferrerías en Bizkaia (Zabala, 2007). Fue tal la importancia de esta actividad en Bizkaia que en 1440 se publicó el “Fuero de las Ferrerías” para reglamentar su funcionamiento. Parte de esta legislación pasó después al “Fuero Viejo de Vizcaya” de 1452 y posteriormente, al Nuevo de 1526 (Díez de Salazar, 1989).

La ferrería El Pobal es la única ferrería que se conserva en la actualidad en la provincia de Bizkaia y se encuentra en el término municipal de Somorrostro, concretamente en el pueblo de Muskiz (Figura 3). Esta ferrería se usó de forma ininterrumpida desde el siglo XVI hasta mediados de siglo XX. De aquel primitivo establecimiento ferrón, apenas quedan los cimientos del taller, un pequeño arco apuntado de acceso y la base del horno para reducir el mineral. Y es que a finales del siglo XVII fue transformada y en ella se construyeron la infraestructura hidráulica, incluidas la presa y anteparas, arco de ingreso, taller ferrón, carboneras y demás (Zabala, 2007).



Figura 3: Martinete de la ferrería El Pobal (Foto, P. Gil).

4.2. Datos del siglo XVIII: Documentación geológica (1ª etapa)

Durante el siglo XVIII las ciencias geológicas se limitaban a dos fines. Por un lado, formar buenos cateadores o buscadores de minas y por el otro, coleccionar interesantes muestras de minerales, rocas y fósiles, con fines didácticos y de investigación. Las ilustres personas que se dedicaban a estos fines observaban los hechos naturales, los discutían, explicaban y enlazaban unos con otros. Es por eso que este siglo es llamado el “Siglo de la Ilustración” y puede decirse que es aquí donde se dio el nacimiento de la Geología.

Posiblemente, la creación de la Real Sociedad Bascongada de los Amigos de País, en la reunión de Vergara de 1764, sea la aportación más importante, en cuanto a las ciencias se refiere, que durante el siglo XVIII el País Vasco hizo a la historia de España. Esta Sociedad Bascongada nace por la iniciativa, en 1748, de D. Javier María de Munive, Conde de

Peñaflorida, que fundó una academia compuesta por varios caballeros (los “caballeritos” de Azcoitia) y algunos clérigos ilustres; una minoría selecta que admiraba los adelantos científicos de Europa.

En sus esfuerzos por desarrollar y mejorar las economías ferrona y agrícola, la Real Sociedad Bascongada convocó Juntas Generales en Vitoria en 1766. Las conclusiones de esas juntas se publicaron dos años después en el primer ensayo de la Bascongada donde se clasifican las litologías de los suelos en función de su aplicación en labores agrícolas. Después de tres años sin que la Real Sociedad escribiera sus trabajos, empezaron a publicar “Extractos de sus Juntas Generales” en 1771 y que duraron hasta 1793.

El primer estudio geológico sobre las minas de hierro de Somorrostro lo realizó Guillermo Bowles en su libro “Introducción a la Historia Natural y a la Geografía Física de España” publicado en 1775. En él refiriéndose a las mencionadas minas dice:

“El mineral forma un lecho interrumpido, que varía en sus gruesos desde tres pies a unas partes, hasta diez en otras y está cubierto de una capa de peñas de caliza blanquizas, de dos hasta seis pies de grueso.”

haciendo referencia al carácter estratiforme, al grosor y a la litología de la roca encajante. Un poco más adelante también indica que la mina de Somorrostro “no contiene azufre ni ácidos”. Respecto a la morfología de las mineralizaciones cita:

“en Vizcaya hay minas de hierro en capas, en trozos y en betas. Se ven en ellas muchas hematitas que están encajadas en los huecos de las venas, y son singulares por sus diferentes formas y tamaños. Las hay gruesas como la cabeza de un hombre, y ví una que figuraba una corona, cerrada, negrizca, lisa por fuera, e istriada por dentro. Las hay chatas como riñones de baca: en granos redondos como manzanas: huecas con cristales pequeños dentro: planas como la palma de la mano: granosas por un lado, y planos por otro. Se hallan amarillas y roxas por dentro, lo qual proviene de una capa ligera de hierro, que se descompone en azafrán de marte.”

refiriéndose a las mineralizaciones masivas y filonianas del hematites y a las texturas botroidales de las goethitas, el término “azafrán de marte” se refiere a la herrumbre u óxido de hierro. Además, se atreve a dar una hipótesis del origen del mineral de hierro utilizando como referencia lo que ha visto en algunas minas de Alemania, que según él se parecen a la de Somorrostro, concluyendo:

“Se origina de la disolución, transportación y deposición del hierro que hacen el agua y la humedad; por cuyo motivo principalmente es un conjunto de láminas o escamas pequeñas más delgadas que el papel, formadas y aplicadas sucesivamente unas sobre otras: como a mayor abundamiento lo comprueban muchas oquedades y aberturas que hay entapizadas de dichas láminas.”

Y lo cierto es que la minería alemana representaba la vanguardia de la metalurgia mundial desde el siglo XV. El papel de los alemanes en la minería fue importantísimo, no solo a lo que la tecnología minera se refiere, sino también en los estudios de la mineralogía y de la

metalurgia. Sobre todo la famosa academia de Freiberg (Sajonia), donde en 1765 se fundó una escuela de minas, la cual integraba adelantos químicos, físicos y geológicos de la Ilustración. En dicho centro de investigación y aprendizaje minero, entre otros personajes de renombre, estudió Fausto Elhuyar.

Fausto Elhuyar es conocido en la ingeniería española por el hecho relevante de descubrir el wolframio junto con su hermano Juan José. Dicho descubrimiento se dio a conocer en los "Extractos de la Real Sociedad Bascongada de Amigos del País 1783" donde Fausto también presentó otro informe (Figura 4) titulado "Estado de las Minas de Somorrostro".

(97)

COMISIONES TERCERAS
de Industria y Comercio.

NUMERO I.

*Estado de las minas de So-
morrostro.*

EL Socio Don Fausto de Lhuyart, comisionado por la Sociedad en juntas generales de 1782. para el reconocimiento de estas minas, presentó en desempeño de este encargo el informe siguiente.

El monte de Somorrostro, que provee á las ferrerías del pais bascongado la mayor parte del mineral de hierro, que en ellas se beneficia, está situado á tres leguas de Bilbao hácia el oeste, y á media legua al sudeste de la villa de San Juan de Somorrostro en las Encartaciones del señorío de Vizcaya. Este monte, aunque bastante elevado, tiene un declivio suave, y no muy incómodo en el

N ve-

Figura 4: Primera página del informe de F. Elhuyar (Extractos de las juntas Generales de la Real Sociedad Bascongada de los Amigos del País de 1783).

En dicho informe describe la roca de encaje diciendo:

“La roca, que constituye este monte, es una piedra caliza compacta cenicienta, dividida en capas de una espesura muy variada, y cuya inclinación es de nordeste, como el declivio de la montaña.”

Respecto al mineral dice posteriormente que se encuentra entre dos capas y que tiene una espesura prodigiosa y muy desigual añadiendo:

“Esta grande masa de mineral de hierro está dividida en capas de tres o quatro pisos de espesura, hallándose en los intermedios unas faxas o capas delgadas de arcilla ferruginosa, a las cuales dan el nombre de palmas.”

opinando, a diferencia de Bowles, que las capas son de mayor espesor. Este autor es el primero en clasificar el mineral del yacimiento en diferentes tipos, distinguiendo así cuatro especies de mineral:

“La primera es una mina de hierro espática, parda blanda y mezclada con ocre ferruginoso, que procede de la descomposición espontanea del mismo mineral”

añadiendo que es la más rica y por tanto, la que los ferrones más aprecian y los mineros más buscan; echando mano de las otras cuando no encuentran de ésta. Por lo que lo más probable sea que se refiera a la hematites.

Sobre la segunda especie dice:

“Es otra mina de hierro espática de un pardo más claro, algo más dura y tersa que la anterior, y sin mezcla de ocre ferruginoso, por lo que la diferencia esencial entre esta especie y la anterior parece ser la de no haber padecido aun éstas la descomposición de la primera.”

haciendo referencia seguramente, a la siderita inalterada;

“La tercera especie es una mina de hierro compacta de un negro azulado mas dura que las anteriores, a la cual dan los obreros el nombre de campanil por el sonido que da al arrancarla y despedazarla con los mazos.”

aunque por la descripción parece que este refiriéndose a la goethita, el nombre “campanil” aún hoy se emplea para dar nombre al hematites que conserva texturas reticulares de siderita (pseudomorfosis). Por último, denomina a la cuarta especie “rubia” la cual hace referencia a las masas terrosas de limonita y a la goethita, describiéndola textualmente:

“Es una mina de hierro arcillosa de un pardo amarillo, que llaman rubia: esta es la menos estimada, y al mismo tiempo la menos abundante de todas.”

Es interesante, en este trabajo la aportación que Fausto Elhuyar hace sobre el estado de las labores mineras de este yacimiento, cita textualmente:

“Esta masa enorme de mineral, como propiedad particular de las villas y lugares de las encartaciones, solo pueden disfrutarla sus naturales, sin que

entre ellos haya distinción alguna, siendo libres a todos de arrancar mineral de donde quisiesen, y como les pareciese (no perjudicándose uno a otro) sin que nadie pueda tomarles cuenta de sus operaciones "

y describe el laboreo minero como un conjunto de explotaciones caóticas, sin orden ni sistema de explotación y, además, "por el poco cuidado de los mismos obreros", hacia que el trabajo fuera peligroso y muy poco productivo.

4.3. Datos del siglo XIX-XX: Documentación geológica (2ª etapa)

Aunque el siglo XIX se caracteriza por el desarrollo de la industria siderúrgica por la creación de los primeros hornos altos en 1848 en Santa Ana de Bolueta, los cuales contribuyeron a la desaparición de las actividades ferronas, no fue hasta 1855 cuando realmente se produjo el gran cambio del sistema económico. Y es que ese año fue cuando se inventó el sistema Bessemer, el cual logró mejorar la calidad y la producción del producto utilizando menos mineral. Además, esta técnica necesitaba un tipo de mineral de bajo contenido en fósforo, como el vizcaíno, y permitía beneficiar minerales de menor ley, como la goethita.

En el Boletín Oficial de minas de 1844 el ingeniero Rafael Amar de la Torre escribió "Algunas noticias sobre las minas de hierro de Somorrostro". En él hace una breve descripción geológica en la que cita textualmente:

"El terreno en que están abiertas las minas lo constituye una arenisca roja muy ferruginosa, que a trechos degenera totalmente en una vena de hierro. Esta arenisca pertenece probablemente al Todt-Liegendes de los alemanes; la caliza en la que se apoya en ella es compacta, dura, tenaz, de un gris ceniciento; su fractura concoide hastillosa, y debe responder al Zechstein."

Amar de la Torre (1844) utiliza los nombres alemanes Todt-Liegendes, aunque realmente es el Rotliegend, y Zechstein que antiguamente se utilizaban como unidades de tiempo geológico para datar las rocas. El nombre de Zechstein proviene del mar del mismo nombre que existió durante el Pérmico medio y el cual dio lugar a los depósitos sedimentarios evaporíticos de la cuenca Pérmica Europea. Los depósitos sedimentarios del Zechstein están por encima de las areniscas del Rotliegend que corresponden al Carbonífero. Por tanto, no podía estar más errado ya que se trata de calizas cretácicas del Aptiense-Albiense.

En el texto también menciona otros aspectos más técnicos como las herramientas, transporte y el laboreo de las minas, del cual dice ser "una práctica tan anti-minera" que es la causante de los frecuentes hundimientos que se observan en el Triano. Y señala que el principal problema es la carencia de legislación, por lo que el este sistema caótico es "sumamente perjudicial a los intereses de los mismos mineros".

El mismo año Joaquín Ezquerro, inspector general de minas y miembro de varias sociedades geológicas y económicas, publica el libro "Datos y observaciones sobre la industria minera". En dicha publicación (Ezquerro, 1844), describe los principales minerales que son objeto de las empresas mineras, donde entre otros describe el hematites o hierro oxidado de la siguiente manera:

“La forma fundamental de sus cristales es el romboedro, cuya forma se modifica en otras; pero siempre dependientes de ella. También se presenta en masas con tendencia cristalina, en el exterior arriñonada y en el interior radiada; en masa compacta, en tablas, en hojas, en escamas y por ultimo, en estado terroso. Es un mineral agrio ó quebradizo; su dureza igual á la del hierro magnético. Fractura desigual y también concoide. Opaco; brillo metálico. Color negro ferruginoso, gris acerado, rojo parduzco y algunas veces irisado, ó lo que llaman de cuello de pichón. El color de la raya es entre rojo de cereza y rojo pardo, y este es uno de sus caracteres mas distintivos para no confundirlo con los minerales argentíferos. Suele presentar una pequeña influencia o acción sobre la aguja magnética. A la acción del soplete y con los ácidos, se comporta como el hierro magnético. La gravedad específica es de 4,8 á 5,3”

dando así la descripción más completa hasta la fecha de las propiedades físicas del mineral. Y de los yacimientos del mundo destaca entre otros los del País Vasco, donde se refleja la importancia internacional que tuvieron, citando:

“Nuestros célebres é inagotables criaderos de las Provincias vascongadas, consisten la mayor parte en minerales de hierro oxidado, tanto el rojo como el pardo.”

En este periodo, debido a la posibilidad de utilizar minerales de menor ley que anteriormente no podían ser reducidos por los hornos bajos de las ferrerías, se comienzan a explotar minas de hierro en otros puntos de Vizcaya, como son las cercanías de Bilbao. Este incremento de la producción supone la necesidad de saber y conocer más la geología de Bizkaia. Por esta razón la Diputación General ordenó al ingeniero del Real Cuerpo de las Minas de Bélgica el “Reconocimiento geológico del Señorío de Vizcaya” que se publicó en 1848. Este trabajo supone la primera referencia bibliográfica sobre la geología de Bizkaia, la cual viene acompañada por un mapa geológico de la zona (Figura 5).

En él, divide los materiales en dos tipos de terreno:

“1º Los terrenos de sedimento, que comprenderán el liásico de las cercanías de Bilbao, y el creta que ocupa la mayor parte de la superficie del Señorío. Y 2º Los terrenos plutónicos, que comprenderán el levantamiento traquítico de Axpe y varios levantamientos porfídicos esparramados principalmente en la parte septentrional del país”.

Los materiales que el autor (Collete, 1848) considera liásicos en las cercanías de Bilbao, en realidad son materiales margosos pertenecientes al Cretácico Inferior. Respecto a los del “terreno creta”, los divide en siete grupos donde cita:

“En relación con las calizas del grupo de Ereño, es en donde se encuentran los criaderos de la mena de hierro de Vizcaya”

En este grupo hace referencia a tres principales criaderos de hierro: 1º Las minas de Somorrostro; 2º Las minas de Miravilla, el Morro, Ollargan e Iturrigorri en las cercanías de

Bilbao; y 3º la mina de Urragui. Así, respecto al mineral que se explota en las minas de Somorrostro cita que es un peróxido de hierro extremadamente rico y añade:

“El mas puro es un hierro oxidado rojo, blando, que mancha los dedos, y que desmenuzando produce un polvo de un hermoso color encarnado marcial. Pero cuando este mineral se carga de materias arcillosas y cuarzosas, no tiene suficiente pureza para ser tratado en las ferrerías del país (á la catalana), y en este caso no se explota.- Entre estos minerales se encuentran también limonita mamelonada y de testura irradiada”

Y al explicar la posición estratigráfica de la masa de hierro, dice:

“las minas de Somorrostro pueden ser consideradas como una inmensa masa posterior a las psammitas del grupo Villaro, y anterior a las calizas del de Ereño”

De las minas de las cercanías de Bilbao describe que las tres primeras forman una línea, cuya dirección prolongándose, iría a encontrarse con las de Somorrostro y concluye:

“Es por tanto de suponerse que ocupan la misma posición geológica que la de Somorrostro”

Por último, describe la mina de Urragui como una pequeña masa rodeada por calizas en los montes de valle de Dima donde se produce hierro espático rubio, en hojas cristalinas, y por su descomposición se pone rojo.

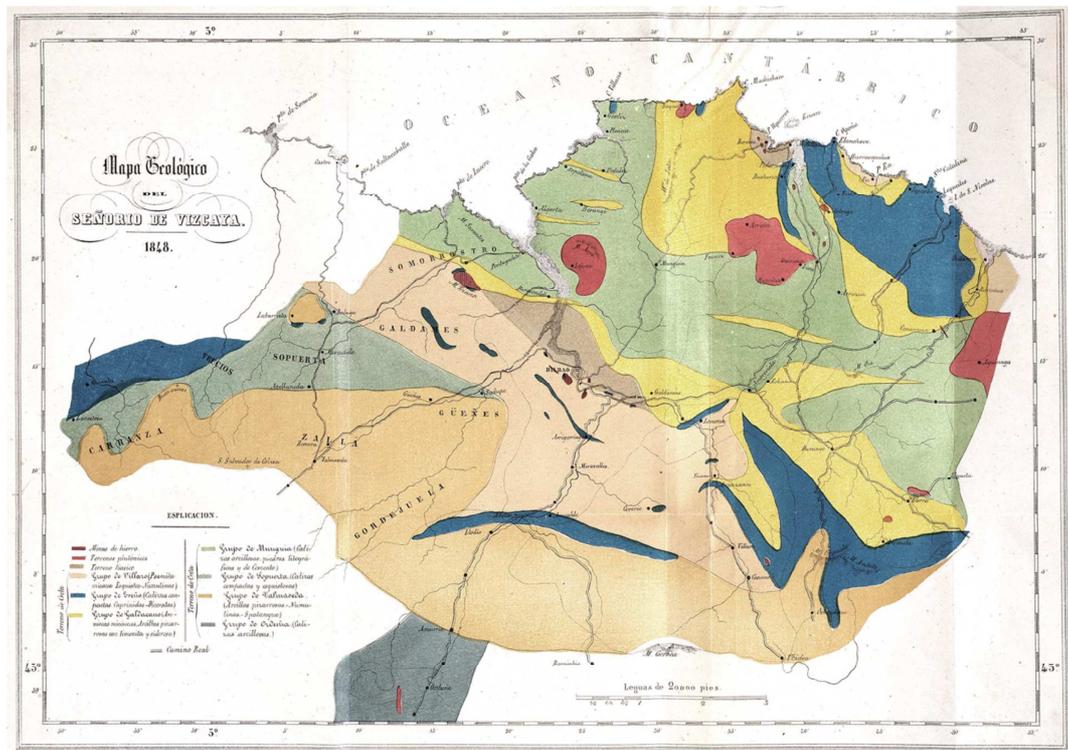


Figura 5: Primer mapa geológico del Señorío de Vizcaya (Collette, 1848).

En la revista francesa “Annales des Mines” del mismo año, Manes escribió un artículo titulado “Sur les mines de fer de Somorrostro” (Manes, 1848). En él, describe el yacimiento metalífero con una longitud de más de 2000 metros y una anchura aproximada de 1000 metros. Al describir la posición de los depósitos ferruginosos cita que se forman intercalados entre diferentes masas de areniscas.

Refiriéndose a los minerales, escribe que se clasifican y se dividen en tres clases:

“1º.-Estos minerales muy puros, que forman una primera calidad, con un 60% de rendimiento.

2º.-El mineral mezclado con un poco de arcilla amarilla y blanca, que forma una segunda calidad, con un rendimiento del 50%.

3º.-Estos minerales refractarios o impuros con demasiada arcilla o demasiado cuarzo, los cuales no son convenientes para las fraguas catalanas, y que se descartan.”²

En este caso, el autor ofrece una explicación para el origen del hematites:

“Estos depósitos, sin duda, han sido compuestos originalmente de carbonato de hierro, y es por la acción combinada de las fuerzas electro-químicas y aguas de infiltración que llenan de grietas en las paredes, que llegó a establecerse la hermosa hematites que aquí se observa, y que dió lugar a los nidos de piedra caliza lamelares que se salpicaban.”

Tres años después, en 1851, el ingeniero Lucas Aldana publicó “Descripción de la mina de hierro de Triano en Somorrostro” en la “Revista minera”. En dicho artículo, menciona a autores como Plinio el Viejo, Bowles, Elhuyar o Amar de la Torre destacando a dos. Por un lado, a Guillermo Bowles citando que dedujo “teorías muy conformes con el conocimiento de su época aunque del todo inadmisibles en la actual” y por otro lado, a Rafael Amar de la Torre del que dice que hizo “una fiel y exacta descripción”.

En este documento el autor hace una clasificación de la vena en función de su calidad. El nombre de “vena” era, y aún es, utilizado en la zona para referirse al hematites. De esta manera, de mejor a peor calidad, hace la siguiente lista: vena negra, vena roja, vena roja azulada, rubio, campanil, calón, toba, pedrisco y ollon de rubio o escoria. Para no caer en repeticiones solo mencionaré las descripciones de los cuatro últimos:

“Calon. Vena de hierro cargada de arena.

Toba. Ocre amarillo.

Pedrisco. Caliza dura con algún hierro.

Ollon de rubio o escoria. Peróxido con formas mamelonadas.”

la toba u ocre amarillo que menciona es en realidad, limonita de aspecto terroso y el ollon de rubio con formas mamelonadas, hace referencia a la textura botroidal de la goethita. Continuando con la descripción de los minerales, añade:

² Todas las obras citadas cuyos títulos sean en francés o en inglés, significa que el texto está en dicho idioma y la traducción es propia.

“Hay además el hierro espático en su color característico de guisante; tomando algunas veces por su descomposición un color algo parecido al chocolate, que me hace creer que el campanil tenga este mismo origen.”

aunque ese característico color guisante del que escribe pareciera referirse a la limonita, el hierro espático se referencia a la siderita. Además, menciona la idea de que el campanil pudiera tener el mismo origen por su parecido.

Al explicar la posición estratigráfica del mineral, cita:

“Este hecho pareciera explicar que la disposición del mineral se efectuó en momentos de trastorno; o de otro modo, los sufrió antes de la sedimentación de las calizas que debió tener lugar en periodo bastante tranquilo.”

haciendo referencia a que las masas de hierro estratificado están en capas casi verticales, cosa equivocada ya que son estratiformes.

Desde que se aprobó por las Juntas Generales de Guernica el *Reglamento de la Minería de 1827*, se introdujeron los primeros cambios decisivos en la situación del sector minero vizcaíno (Montero, 1995). Hasta esta fecha, el *Fuero de Vizcaya de 1526* aseguraba el uso de una determinada mina simplemente con el comienzo de obras en ella. En cambio, este reglamento instituía el concepto de “concesión”, según el cual quien la obtuviese tendría pleno e indefinido usufructo del coto registrado, de cumplir las condiciones que estipulaba la ley. Estas concesiones limitaban una superficie rectangular de 200 por 100 varas. Pero, no fue hasta 1859, con la *Ley de Minas de 1859*, cuando aumentó considerablemente el espacio denunciado por un minero, puesto que en el mismo coto se podrían obtener hasta ocho pertenencias contiguas, cada una de 300 por 500 metros. Nueve años después, el Decreto-Ley de 9 de diciembre de 1868 liberó plenamente el sector minero permitiendo la acumulación indefinida de pertenencias por propietario. Esto supuso la organización de la zona minera y la planificación de su explotación sistemática (Montero, 1995). De estos años datan las primeras importantes compañías mineras domiciliadas en el extranjero (Anexo II). Por tanto, esta extensión del sistema minero junto con el desarrollo industrial que esto supuso, hace que la documentación geológica se concrete especialmente en esta segunda mitad del siglo XIX. Muchos de los autores de dicha documentación eran ingenieros contratados por estas mismas empresas mineras.

En 1860 Verneuil, Collomb y Triger escribieron “Note sur une partie du Pays Basque Espagnol”, el cual se publicó en el “Extrait du Bulletin de la Société géologique de France”. En él, describen la geología del País Vasco acompañando las descripciones con diversos cortes y un mapa geológico del País Vasco (Figura 6).

Respecto a Bizkaia, escriben que la mayor parte de la provincia pertenece a la formación cretácica, ya que los cuerpos a los que Collette llama *Nummulites* son en realidad *Orbitolinas*. También hacen alguna observación sobre el hierro de Bizkaia donde citan:

“El óxido de hierro en el estado en que se encuentra es en masas de gran alcance y prácticamente inagotable. No parecen tener un origen ígneo y probablemente proviene de fuentes cargadas de hierro que se depositan por la

evaporación del disolvente. El mineral es superficial; cubre como un sombrero una serie de colinas o montañas bajas enteramente formado de piedra caliza con *Requienia laevigata*. Las fuentes parecen estar pavimentando un paso a través de esta piedra caliza y pueden no ser mayores que el período Terciario.”

Al describir el laboreo de las minas dicen:

“El mineral se extrae en grande, a cielo abierto, sin mucho orden o método, en un rango de unos 2.000 metros entre el monte Triano y Baracaldo. Es extraído de cavidades irregulares en las camas de piedra caliza compacta y, a menudo penetran hasta una gran profundidad.”



Figura 6: Esquema geológico de las Provincias Vasca (de Verneuil, Collomb y Triger, 1860).

Cinco años después, en 1865, Amalio Maestre publicó “Reseña geológica en las Provincias Vascongadas” donde alaba la nota publicada por los Sres. De Verneuil, Collomb y Triger y critica nuevamente la reseña que hizo Carlos Collette en 1848 citando:

“No puede darse gran fe á sus datos geológicos, puesto que se confunden especies fósiles características, tales como los orbitolites con los numulites, y por consiguiente, las formaciones cretáceas de que son característicos los primeros, con las terciarias inferiores que determinan los segundos. Se indica la existencia de la formación jurásica muy cerca de Bilbao, que el autor supone liásicas, y que aparecen junto al convento de San Agustín de aquella villa, que contienen gran número de fósiles cretáceos. También se establecen una porción de divisiones geognósticas, á las que da los nombres de las localidades á que se refieren, que no pueden justificarse aunque presentan diferencias mineralógicas de color y consistencia en las rocas. El trabajo, pues, de Mr. Collette, no puede servir de guía geológica en el estudio de la comarca”

Al hablar de valle de Somorrostro, data las rocas, al igual que de Verneuil, Collomb y Triger, en el Cenomaniense citando:

“Las montañas que circunscriben el valle de Somorrostro por la parte de O., y dividen Vizcaya de Santander, las mismas en que se hallan las célebres minas de hierro, corresponden a la caliza de la Requena laevigata”

Respecto a la minería de hierro en Vizcaya dice:

“La minería del sistema cretáceo, que es la única que existe en la zona que estudiamos, está representada principalmente por los magníficos hierros de Somorrostro, cuya celebridad es universal; los que se consumen no sólo en las fábricas del país sino en la casi totalidad de las de España, y en muchas de Francia e Inglaterra”

El 16 de Abril de ese mismo año, gracias a la importante expansión que estaba teniendo el hierro, se inauguró el primer ferrocarril minero por iniciativa de la Diputación de Vizcaya. Estos primeros ferrocarriles sustituyeron la tracción animal que era la única utilizada hasta la fecha. Esta red ferroviaria, con un total de 64 kilómetros repartidos en 5 líneas (Triano, Galdames, Orconera, Conchas y El Regato), permitió aumentar el transporte a más de 55 Mton, entre 1876 y 1893 (Ormaechea, 1990).

Una década después, el ilustre Ramón Adán de Yarza, hizo su primera aportación a la geología del País Vasco. Este autor fue el gran precursor de la geología de nuestra cuenca ya que sus trabajos sentaron las bases de posteriores investigaciones en todos los campos de la geología, siendo aún un referente. Entre sus aportaciones respecto a la geología del hierro de Bizkaia se encuentran dos trabajos. El primero de ellos es un manuscrito fechado en 1876 y publicado en 1877 titulado “Apuntes geológicos sobre el Criadero de Hierro de Somorrostro”, el cual está acompañado de un bosquejo geológico y topográfico de la zona minera más importante de la provincia de Vizcaya (Figura 7). En él se hace referencia a que todas las capas siguen una misma dirección NO-SE que va desde Bilbao hasta Santander y explica la morfología de Somorrostro diciendo:

“Se presenta el mineral de hierro formando un gran manchón irregular que mide unos 4400 metros de longitud, siendo su anchura muy variable, pues

alcanza hasta 1000 metros en el monte de Triano, mientras que hacia los puntos de Torre-monje y San Lorenzo, es decir, en el extremo noroeste de la masa, sólo puede apreciarse como término medio unos 150 metros. Separado de esta gran masa por el barranco de Granada, abierto perpendicularmente a la dirección de las capas, existe otro manchón, también muy considerable, y que probablemente ha estado en algún tiempo unido al primero: su longitud se puede estimar en 2000 metros, y su anchura, que es muy variable, presenta su máximo en la parte que mira hacia dicho barranco, entre los picos Espinal y Matamoros, donde llega próximamente a 750 metros.”

Respecto a la posición del mineral, después de hacer sus observaciones, concluye:

“El mineral ocupa el mismo horizonte que las calizas compactas, con las cuales se encuentra en muchos sitios íntimamente ligado y confundido, apareciendo estas en diversos puntos de la masa de aquel, y viceversa.”

Para la génesis de las mineralizaciones propone una sustitución de la caliza por hierro espático y una transformación de éste en hematites roja y parda por lo que concluye que los criaderos de hierro son de origen posterior a las rocas que los arman:

“Basta suponer que después de depositadas las capas de la formación cretácea antes indicadas, haya tenido lugar una enérgica acción geiseriana, obrando sobre ellas manantiales cargados de carbonato ferroso, disuelto a favor de un exceso de ácido carbónico; como la caliza o carbonato cálcico es más soluble en agua saturada de ácido carbónico que el carbonato ferroso, habrá sido desalojada por este, al paso que la acción de aquellas aguas sobre las otras rocas habrá sido mucho más débil, a causa de su distinta composición química, limitándose, por ejemplo, a impregnar las areniscas, o a rellenar las hendiduras de unas u otras rocas y las cavidades naturales del terreno.”

memoria titulada “Las minas de Somorrostro” en las que distingue las tres especies de mineral ya mencionadas como “vena o galería”, “campanil” y “rubio”. Aunque merece especial mención las descripciones que les hace a estas, ya que son de las más completas descripciones hechas hasta la fecha.

Al explicar la “vena o galería” cita:

“La vena es de color violado negruzco, con estructura frecuentemente cristalina: contiene a veces cavidades tapizadas de laminillas negras y brillantes de oligisto especular. La vena proviene probablemente de la descomposición lenta y completa del hierro carbonato espático, cuya cristalización romboédrica conserva a menudo muy aparenta. Cuando se presenta en masas algo potentes, se le encuentra en las regiones inferiores del criadero; pero se halla también este mineral mezclado ya con el campanil, o ya con el rubio. En el último caso no está su contacto inmediato con éste, sino que casi siempre se halla separado de él por una salbanda de arcilla. La vena se divide en vena dura y vena dulce, según sea más o menos dura; en todos casos, es entre todos los minerales de Somorrostro el que mayor dosis de metal contiene.”

Respecto al “campanil” escribe:

“El campanil puede ser considerado como un carbonato espático, cuya descomposición no es completa. Se distingue, en efecto, del precedente por una proporción mayor de carbonato de hierro, lo que le da mayor dureza. Tiene un color rojo que tira un poco a morado, lo que basta para distinguirlo de la vena, mucho más oscura. El campanil se encuentra en la parte superior del criadero, en masas generalmente potentes; está a menudo en contacto con la caliza de recubrimiento; pero por su dosis de metal y su pureza aumentan sensiblemente con la profundidad. Es el mineral más buscado, porque reúne a una gran pureza y a una riqueza elevada, un arranque mucho menos costoso que el de la vena.”

describiendo la pseudomorfosis que muestra el campanil y señalando que a mayor profundidad es más puro.

Del “rubio” cita:

“El rubio forma la parte superior y constituye afloramientos a menudo muy elevados. La estructura de este mineral es cavernosa, y sus cavidades están llenas de tierra y arcilla, lo que hace que el contenido de metal sea menos elevado.”

añadiendo que tanto el campanil como el rubio tienen tendencia a pasar a la vena en profundidad.

Al escribir sobre la mineralogénesis, explica que los minerales tienen un origen hidrotermal que ocurrió durante el periodo cretáceo donde primero se depositaron la vena y el campanil y en un periodo posterior y por manantiales de temperatura menos elevada el rubio. A pesar de

tener claro su origen hidrotermal propone diferentes hipótesis con respecto a la configuración y formación del criadero. Según la primera hipótesis, la vena y el campanil se extenderían poco en profundidad pero se podría hallarlos de nuevo en el fondo del valle:

“Se puede admitir que la masa de vena y de campanil formase parte primitivamente de una capa horizontal, cubierta después por las psamitas y calizas del periodo cretáceo; que esta capa haya sido después levantada por movimientos de suelo que han dado origen al relieve de las montañas, y que, finalmente, las fisuras ocasionadas después de este levantamiento hayan dado acceso a manantiales que produjese la cubierta exterior (chapeau) de mineral rubio.”

La segunda hipótesis, que dice ser la más probable, el espesor de la masa mineral aumentaría desde los contornos hacia el centro y en este caso cita:

“Se puede admitir también que después de depositarse en capas horizontales las psamitas, areniscas y calizas, estos terrenos sedimentarios hayan sido removidos con rotura y formación de vastas cavidades, en las cuales se hayan depositado las masas de venas y campanil transportadas por manantiales termales que brotaban de una fisura central. Fisuras posteriores y el enfriamiento natural de los manantiales hubieran dado origen al mineral rubio.”

Stephen Czyszkowski escribió después el libro “Exploration géologique de la Région ferrière de Bilbao-Somorrostro” publicado en 1879, en el que describe las áreas ferruginosas de Bilbao y Somorrostro y traza cortes geológicos en diferentes secciones del yacimiento (Figuras 8 y 9).

Respecto a la roca encajante escribe que tanto los materiales de los alrededores de Bilbao como los de Somorrostro son de la misma naturaleza y concluye que son calizas de las edades Cenomaniense-Turoniense. Pese a tener la misma naturaleza, señala que las capas de Bilbao están fuertemente inclinadas y que las de Somorrostro son de inclinaciones más bajas. Al analizar la relación entre las mineralizaciones y los materiales explica que son el resultado de una combinación de circunstancias excepcionales de la región. Entre esas circunstancias destaca la presencia de fallas, las cuales sirvieron como vía de acceso para las aguas mineralizadas, y la naturaleza de los materiales sedimentarios, ya que aguas mineralizadas son capaces de descomponer el carbonato y depositar sus soluciones. La conclusión del estudio es que el mineral fue posterior a los materiales sedimentarios, al levantamiento de capas y a las fallas y cita que puede que sea de la misma edad que la roca eruptiva de Aspe (posterior al movimiento pirenaico del final del Eoceno).

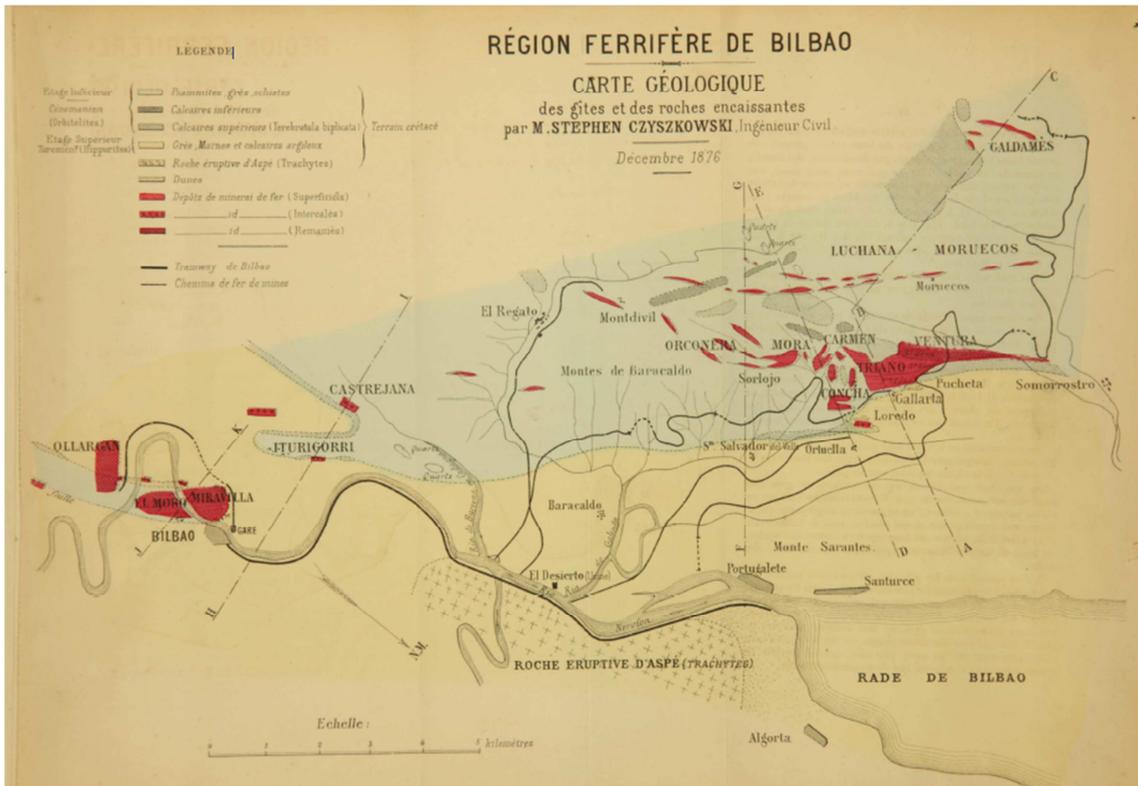


Figura 8: Mapa geológico de los yacimientos de hierro del área de Bilbao (Czyszkowski, 1879).

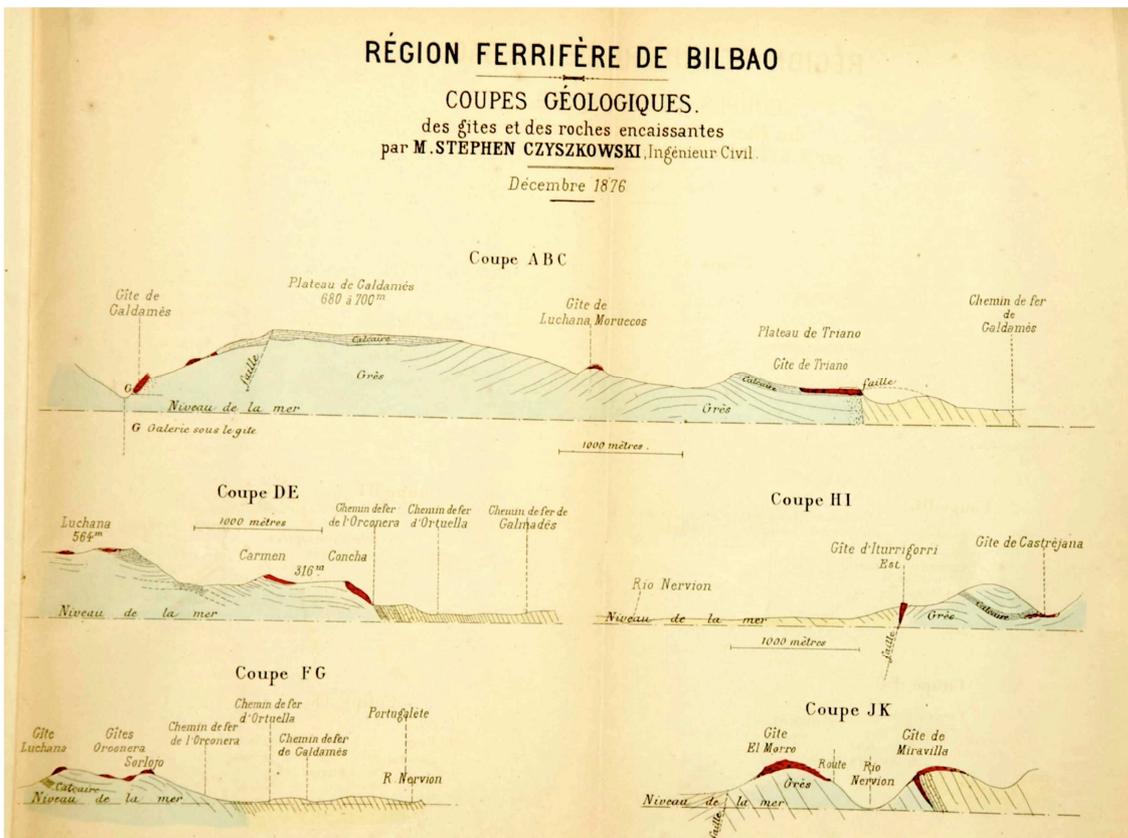


Figura 9: Cortes geológicas de los yacimientos de hierro del área de Bilbao (Czyszkowski, 1879).

La abundancia de los criaderos hizo que en el intervalo comprendido entre 1878 y 1898, se llegara a extraer un total de 80,5 MTON. con un precio superior a los 800 millones de pesetas. Estos beneficios dieron un importante empujón al crecimiento económico de Vizcaya y lo situaron en el mapa como referente de la industria minera del hierro. Además, la pureza del mineral y los trabajos realizados por las compañías concesionarias llamaron la atención de los ingenieros extranjeros, desde el mencionado Czynskowski (1879) hasta Gill (1897). Por tanto, esto hizo que en varias revistas científicas e industriales extranjeras de la época se mencionarán las minas de hierro de Bizkaia, como por ejemplo: “Revue universelle des mines de la métallurgie”, “Annales des Mines” o “The Journal of the Iron and Steel Institute”, entre otras. No haremos referencia a todos estos trabajos ya que en su mayor parte presentan un enfoque desde un punto de vista técnico, haciendo referencia a modelos de maquinaria, costes, transporte y explotación con contenidos geológicos, en general, poco desarrollados

M. Baills, ingeniero de minas, hizo la memoria titulada “Nota sobre las minas de hierro de Bilbao” publicada en 1879 en la segunda entrega de la revista “Annales des mines”. El primer capítulo de esta memoria trata de la geología donde describe la situación del criadero, las rocas en que se arman, la composición de los minerales y su origen y la forma del yacimiento. Todo esto queda resumido en el siguiente párrafo en el que dice:

“Según lo que precede, no cabe duda de que estos minerales se depositaron primitivamente en estado de carbonato ferroso por medio de manantiales termales. La edad de los criaderos es menos evidente. Se ha emitido la hipótesis de que el rubio es posterior al campanil, y a la vena dulce, habiendo formado estos últimos minerales en su origen una capa o masa cubierta por la caliza de Requienia. Nada menos justificado que esta distinción en dos clases de minerales de distintas edades. Se encuentra, en efecto, en Somorrostro una serie completa de minerales que representan el paso progresivo del rubio al campanil, y a la vena dulce. El mineral llamado vena arrubiada, como indica su nombre, reúne la riqueza de la vena dulce y las impurezas del rubio. En los criaderos, esta clase de minerales se encuentran también en una situación intermedia, de suerte que la transición de una clase de mineral tipo a la otra es continua. Parece, pues, lógico considerar a los criaderos de Somorrostro como formando su origen una capa única de carbonato ferroso intercalado entre areniscas pizarrosas (yacente del rubio) y las calizas de Requienia (techo del campanil), que constituyen la base del cretáceo medio, removida después por levantamientos posteriores y transformada según las condiciones físicas y químicas en que fue colocada en tres categorías principales de minerales. El más profundo estuvo más exento de las acciones exteriores; permaneció más cristalino, más puro, más blando y constituyó la vena dulce; mientras que la roca metalífera, directamente colocada bajo la caliza, producía el campanil, la de la superficie, puesta a descubierto por los levantamientos, expuesta a los a todos los agentes atmosféricos, se cargó de una proporción mayor de agua y de materias impuras hasta llegar a formar el rubio. El espesor de la capa debe ser muy grande a juzgar por los crestones de rubio, que no mides menos de cien metros de altura. Tal es también, sin duda, el espesor de la capa

subterránea, que por galerías inclinadas se ha reconocido hasta una profundidad de 70 metros próximamente.”

Baills (1879) propone, para el origen del carbonato ferroso, una sedimentación directa a partir de los manantiales termales, el cual sería posterior a las areniscas y anterior a las calizas compactas. Posteriormente, procesos de levantamiento y condiciones físicas y químicas oxidarían el carbonato.

Algunos años después, en la “Revista minera y metalúrgica” se encuentra una publicación titulada “El hierro de Vizcaya” (Goenaga, 1883) que entre diversos temas habla sobre la geología de los criaderos citando:

“Todos los criaderos de esta provincia de Vizcaya arman en el tramo cenomanense de la formación cretácea y, según la doctrina mas admitida hoy día, deben su origen a erupciones geiserianas, de manera que primero se formaron los de siderosa, procediendo de éstos los grandes yacimientos de hematites roja y parda y de todos ellos, principalmente de los hematites, los notables depósitos de menas de aluvión. Así pues, hablando en términos geológicos, podíamos decir que en Vizcaya no hay más que un solo e inmenso criadero de mineral de hierro, subdividido en diversas porciones, asomando a la superficie en muchísimos puntos del referido tramo.”

También, se describen los aspectos metalúrgicos del hierro iniciando este apartado de la siguiente manera:

“Vizcaya se presta admirablemente para establecimientos siderúrgicos, porque los principales criaderos de hierro están cerca del mar en comunicación con éste, mediante las diversas vías férreas, y porque exportándose grandes cantidades de mineral de hierro esta llamada a figurar como país productor de hierros y aceros, lo cual hace unos años hubiera sido un hecho consumado a no ser por nuestras guerras civiles.”

Cuatro años después, la revista inglesa “The Journal of the Iron and Steel Institute” publicada en Londres en 1897, cuenta con un capítulo titulado “On the present position of the iron ore industries of Biscay and Santander” escrito por William Gill. Este autor explica que, en general, el mineral ocupa el lugar de la caliza compacta (Figura 10) con el que está conectado a menudo íntimamente añadiendo que esto se observa particularmente en los depósitos del campanil.

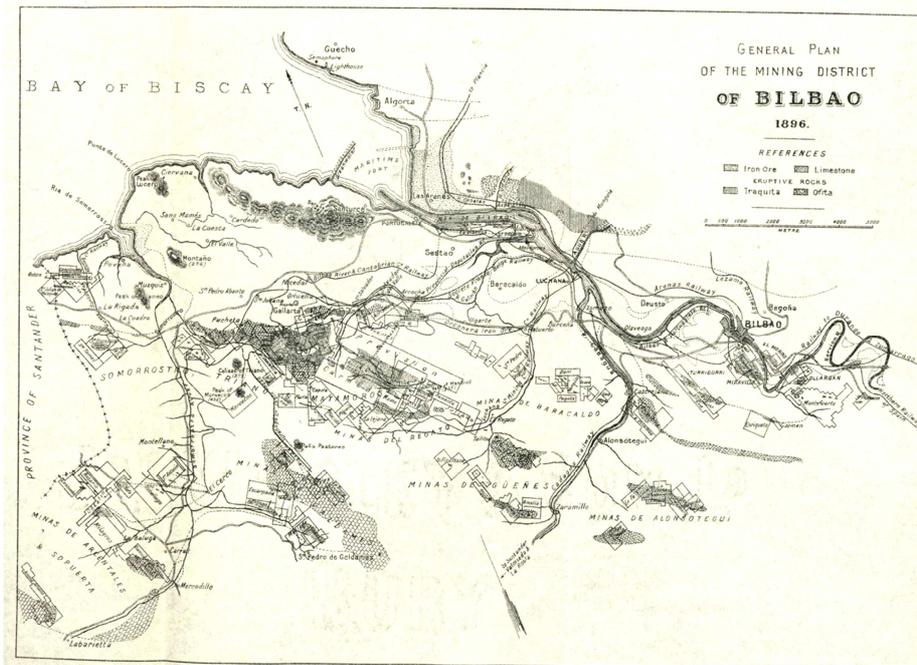


Figura 10: Plano general de la zona minera de Bilbao (Gill, 1897).

También es partidario de la hipótesis del origen hidrotermal de los minerales, en el que explica que los manantiales cargados de carbonato ferroso son consecuencia de un exceso de ácido carbónico; y como la caliza es más soluble con aguas saturadas de ácido carbónico que de carbonato de hierro fue sustituido por este último. A su vez, este último fue transformado en hematites por la pérdida de ácido carbónico y la absorción de oxígeno. Continúa diciendo que en muchas partes del distrito, la acción hidrotermal en rocas de otra composición es menor, limitándose a impregnar las areniscas y a rellenar las hendiduras y cavidades formadas por fallas y dislocaciones. Además, explica el origen de la “chirta” (Figura 11), una arcilla ferruginosa, que se creía de origen aluvial antes de que Ramón Adán de Yarza, en 1890, hiciera unos sondeos en los que concluyó que no eran gravas. Según la nueva hipótesis, el origen de la chirta también es hidrotermal. En este caso, se cree que los manantiales eran muy diluidos y que la lenta descomposición de las rocas produjo un residuo arcilloso, combinado con óxidos de hierro, en que más tarde se formaron nódulos.



Figura 11: Explotación en una zona de Chirteras; Chirta; mezcla de arcillas con fragmentos de goethita y hematites rellenando cavidades kársticas (Adams, 1902)

A principios de siglo XX la producción de mineral de hierro en Bizkaia alcanza casi el 10% del total mundial, siendo en el 1899 el año de máxima producción con 6.200.000 toneladas. La mayor parte del mineral producido en Bizkaia era enviado al extranjero, a Inglaterra, Alemania, Francia, Bélgica y Estados Unidos. Por tanto, la actividad económica vizcaína dependía de la demanda exterior. Cualquier descenso podía conducir a la crisis minera con caídas de precios, cierres de minas o despidos de obreros. En 1914 con la guerra europea fue cuando empieza la crisis minera vizcaína, donde en 1913 la producción del mineral de hierro era de 3.864.595 toneladas de las cuales 3.071.321 se exportaban. Desde esa fecha la producción fue descendiendo progresivamente (Miralles, 1988).

Además, por aquellas fechas las menas más ricas, la vena y el campanil, prácticamente se habían agotado, así como los mejores yacimientos. Y por tanto, la mayoría de las reservas eran de rubio y carbonato. El rubio continuaba siendo apreciado por su buena composición y su ausencia de manganeso además de por sus bajos costos de arranque, pese a que costaba el doble que antes de la guerra. El carbonato, en cambio, como se vendía calcinado suponía un coste mayor (Boixereu, 2000).

En el libro “Las Minas de Hierro de la Provincia de Vizcaya” (Círculo Minero de Bilbao, 1900) ya puede intuirse la escasez de la vena y de campanil ya que se refiere a ellos hablando en pasado. Además, añade que la vena se exporta en su mayor parte mezclada con el rubio. Respecto al rubio, en cambio, dice:

“El rubio es el más abundante y se presenta siempre descubierto en contacto algunas veces con calizas, pero más generalmente con areniscas, cuyas rocas, muy impregnadas de óxido de hierro, llegan en ocasiones a constituir una masa beneficiable.”

Respecto a la teoría del origen de las mineralizaciones no difiere mucho de las hipótesis propuestas hasta la fecha, ya que cita:

“La textura claramente cristalina del campanil, epigénesis del hierro espático; los hermosos romboedros del espato calizo que le acompañan; las formas concrecionales del mineral rubio; los cristales de cuarzo que tapizan sus geodas, proclaman el origen hidrotermo de estos minerales y no puede dudarse que todos ellos provienen de la alteración del hierro espático, el cual se conserva intacto en algunas partes del criadero. La vena es una modificación del campanil por la acción de las aguas que disuelven la porción de los carbonatos, sobre todo cálcico, dejando un óxido férrico más puro y menos compacto, pero que aún suele conservar la estructura cristalina del hierro espático.”

Dos años después, en “Notes on the Iron Ore Deposits of Bilbao” (Adams, 1902), se explica la génesis de las mineralizaciones de hierro de la siguiente manera:

“Las propias calizas y especialmente las margocalizas superpuestas, contenían como estas rocas con frecuencia lo hacen, una cierta cantidad de hierro en forma de diversos compuestos ferruginosos. Estos materiales se sometieron a una larga denudación continuada durante el Terciario tardío y el Cuaternario. Bajo estas circunstancias se disolvieron y el hierro pasó hacia abajo, a la parte inferior de calizas, convirtiéndose en carbonato de hierro. Como la denudación prosiguió, las calizas se lixiviaron, dejando sus residuos insolubles como un manto de arcilla residual, y bajo la influencia oxidante del aire y las aguas oxigenadas, gran parte del hierro en lugar de ser eliminada por las aguas quedaron en forma de óxidos insolubles mezclados con arcillas ferruginosas. Y como la superficie se redujo, los cuerpos más profundos de Carbonato también se convirtieron al Rubio.”

proponiendo que la génesis del mineral ocurrió durante el Terciario tardío (Neogeno), es decir, durante la erosión post-alpina. Además, explica que el elemento proviene de unidades superiores a las calizas y no de inferiores como se plantea en modelos genéticos actuales.

En 1915, en Alemania, se publicó “Die Eisenr Lagerstätten von Bilbao” (Grosch, 1915) donde se distinguen dos tipos de mineralizaciones. En este caso se explica que la primera mineralización, el carbonato o siderita, está relacionada genéticamente con la aparición de las traquitas y ofitas de Aspe y es metasomática. Y la segunda, los óxidos e hidróxidos, es la consecuencia de la alteración de la primera. Además, se plantea que el origen está relacionado con los movimientos tectónicos del Terciario.

Como última referencia bibliográfica, de principios del siglo XX, el ingeniero de minas Joaquín Arisqueta publicó en 1916 “Las minas de Vizcaya” donde trata temas como la historia, la explotación y producción o la descripción física y geológica. Respecto a este último, el autor (Arisqueta, 1916) al igual que lo hizo Grosch un año antes, clasifica los depósitos sedimentarios como:

“calizas compactas urgo-aptenses de cretáceo inferior, que tienen por suelo areniscas psamitas del mismo tramo, y por techo calizas arcillosas y margas del cenomanense.”

Y explica que el origen probable de la formación minera sea:

“debido á la sustitución por carbonato de cal de las calizas compactas, del carbonato de hierro disuelto en aguas termales, produciéndose la precipitación del carbonato de hierro, que ha sido el estado primitivo en que indudablemente se presentó el yacimiento. La descomposición de este carbonato ha dado lugar á la formación de óxidos llamados vena, campanil y rubio, quedando en tal estado de carbonato en las partes profundas donde las acciones atmosféricas han tenido difícil acceso. La sustitución de los carbonatos no ha sido completa ni en altura ni en su extensión, salvo en algunos puntos; por eso, y más notablemente en el carbonato, se encuentran frecuentemente islotes de calizas, y á veces como techo ó como muro, calizas en vez de cayuelas ó psamitas, respectivamente.”

Por tanto, el carbonato de hierro sería un reemplazamiento de las calizas preexistentes y los óxidos e hidróxidos de hierro el resultado de la descomposición de éstos por acciones atmosféricas, es decir, por una alteración supergénica.

5. Discusión

Pese a que las mineralizaciones de hierro son muy comunes en la Cuenca Vasco-Cantábrica, los principales yacimientos de País Vasco se encuentran relacionados con el Anticlinal de Bilbao (Gil, 1991). El Anticlinal de Bilbao es una estructura de menor entidad dentro del Anticlinorio de Bilbao, que se continúa a lo largo de unos 50 km, entre Galdakao y Castro-Urdiales. Está caracterizado por la presencia de una falla importante, la Falla de Bilbao, que tiene una dirección de NW-SE.

En el conjunto del Anticlinal de Bilbao se encuentran afloramientos importantes de calizas urgonianas, las cuales están relacionadas con las mineralizaciones de hierro. Estas mineralizaciones pueden encontrarse en ambos flancos del anticlinal, pero las de mayor importancia se sitúan en el área de Somorrostro y Bilbao.

5.1. Geología

Los autores mencionados en esta memoria distinguen continuamente tres litologías diferentes asociadas a los minerales de hierro, que de abajo arriba son: areniscas, calizas compactas y margas. Actualmente sabemos que las mineralizaciones de hierro del Anticlinal de Bilbao están asociadas, geológicamente, al Complejo Urgoniano del Cretácico Inferior (Aptiense-Albiense). Este conjunto abarca una serie de sedimentos marinos de diferentes litologías con potencias muy variables superando siempre los 4.000 metros. Predominan materiales terrígenos, como areniscas o margas, de mar somero. En cuanto, al Complejo Urgoniano la litología característica es la Caliza de Toucasia, con fósiles de rudistas, corales y orbitolinas, correspondientes a un mar poco profundo de aguas cálidas.

Estas Calizas de Rudistas depositadas en el Aptiense se intercalan en la potente serie detrítica (areniscas y margas). Localmente –áreas de Hoyo-Covarón en Bizkaia y Dícido-Setares ya en la provincia de Cantabria– las mineralizaciones de hierro encajan en un nivel superior de calcarenitas, de edad Albiense. Aunque las mineralizaciones de hierro se asocian a ambos niveles, las más importantes se hallan encajadas a las calizas de edad Aptiense (Gil, 1991).

El término “Complejo Urgoniano” no fue utilizado en la literatura geológica de la Cuenca Vasco-Cantábrica hasta 1959, por lo que hasta esa fecha las edades correspondientes a este conjunto tampoco fueron correctas. La primera datación (Amar de la Torre, 1844) que se propone para el conjunto de areniscas y calizas es Carbonífero-Pérmico, utilizando los términos alemanes Rotliegendes y Zechstein. Después, Collete (1848) confunde las orbitolinas con nummulites por lo que atribuye las características calizas al Terciario. A partir de 1860 (de Verneuil, Collomb y Triger, 1860; Maestre, 1865; Adán de Yarza, 1877; Czyszkowki, 1879...) datan las calizas como correspondientes al Cenomaniense utilizando para ello orbitolinas y la Requienia laevigata. Lo más probable es que confundieron los géneros de rudistas, lo cual les llevó a datar los materiales en el Cretácico superior en vez de en el Cretácico inferior.

5.2. Mineralogía

Las mineralizaciones que se encuentran en este sector pueden dividirse en dos grandes grupos en función de su composición mineralógica: las mineralizaciones compuestas por carbonato de hierro y las mineralizaciones formadas a partir de la oxidación de los carbonatos previos.

Desde muy antiguamente los mineros y en consecuencia los ingenieros de minas (Elhuyar, 1783; Amar de la Torre, 1844; Bourson, 1878...) utilizaban una clasificación para las menas en función de su calidad. Principalmente distinguen cuatro que de mayor a menor calidad eran:

- Vena: formada principalmente por hematites (Fe_2CO_3), un óxido de hierro, de aspecto terroso y color rojo oscuro que Bowles (1775) describe como azafrán de marte o Collette (1848) como color encarnado marcial. Se distinguía entre vena dura y vena dulce, en función de su dureza. La variedad más apreciada era la vena dulce, la cual manchaba mucho los dedos, era la de mayor ley de Fe (entre un 80 y 90%) y fue la primera en agotarse. Otros autores como Bourson (1878) también utilizaban el término de vena para referirse a la hematites especular de color negro y con estructura cristalina y brillo metálico al que también llaman oligisto.

- Campanil: es también una variedad de hematites, que conserva la textura reticular de los cristales de siderita ya que presentan una pseudomorfosis. Originalmente (Elhuyar, 1783), el nombre del campanil se utilizó para definir una mena de color negro azulado y duro, el cual recibía ese nombre por el ruido que hacía al pegarlo con los mazos. Por lo que posiblemente, en su origen, el término hiciera referencia a la goethita (FeOOH) y no a la hematites. La pseudomorfosis que presenta el campanil hace que muchos autores (Amar de la Torre, 1844; Aldana, 1851) lo confundan con la siderita o no sepan cómo clasificarlo, aunque a partir de finales del siglo XIX (Adán de Yarza, 1877) ya se empezaba a señalar la posible descomposición o alteración de la siderita. Esta variedad de hematites, aunque fue de menor ley que la vena (Fe entre 70 y 90%), fue explotada a gran escala desde mediados del siglo XIX, a partir de la creación de sistema Bessemer, ya que era muy pura y era menos costoso de extraer que la vena.

- Rubio: esta mena es de menor ley que la hematites (entre 72-83% de Fe) y hace referencia a la goethita de color negro y su característica textura botroidal. Esa textura es descrita desde el siglo XVIII (Bowles, 1775) utilizando el términos como “riñones de vaca” o “granos redondos como manzanas”. También recibe el nombre de hematites parda, hematites ocre o limonita (cuando está mezclado con la arcilla y muestra un aspecto más terroso). No fue explotado a gran escala hasta la aparición del sistema Bessemer, que permitía utilizar minerales de menor ley, y más especialmente a final del siglo XIX cuando la vena y el campanil empezaron a escasear.

- Carbonato: también llamado hierro espático o siderosa, hace referencia a la siderita inalterada (FeCO_3). Esta mena era la de menor ley (entre 45 y 52% de Fe) y era la que más impurezas tenía. Para poder utilizar este mineral en el proceso metalúrgico es necesario una calcinación previa (para oxidarla a hematites) por lo que su coste se incrementaba y no era

muy apreciado. Se extrajo especialmente a partir de finales del siglo XIX, cuando la hematites empezaba a agotarse.

Ciertos autores (Gill, 1987; Adams, 1902) además de las cuatro menas principales descritas, describen una quinta a la que llaman “chirta”:

-Chirta: es el nombre local que se utiliza para referirse a lo que los autores denominaban arcilla residual, una mezcla terrosa de cuarzo y arcillas con fragmentos de goethita y hematites, que quedaba atrapada dentro del relieve kárstico de las calizas.

Otros autores (Amar de la Torre, 1844; Aldana, 1851) distinguen hasta diez menas en función de su calidad citando los nombres: “vena negra” (hierro oligisto), “vena roja” (hierro oxidado rojo), “vena roja azulada” (hierro oligisto en parte, óxido rojo), “rubio” (hierro pardo compacto), “campanil” (carbonato de hierro descompuesto), “calón” (vena de hierro cargada de arena), “toba” (ocre amarillo), “pedrisco” (caliza dura con algún hierro) y “ollon de rubio o escoria” (peróxido en formas mamelonadas).

5.3. Metalogenia

La metalogenia es la parte de la geología, que estudia el origen de los yacimientos minerales y para ello se plantean modelos genéticos. Un modelo genético es una hipótesis sobre la génesis de una determinada mineralización basada en los datos geológicos obtenidos en el campo o en el laboratorio. Estos modelos propuestos pueden ser modificados o cambiados por completo con la evolución del conocimiento o con la obtención de nuevos datos de la zona de estudio.

Para explicar la formación de estos yacimientos metalíferos, desde las primeras propuestas hasta el día de hoy, se han planteado diferentes modelos genéticos que podrían clasificarse en dos grupos. Algunos autores explican la génesis del carbonato de hierro mediante un proceso de sedimentación directa (modelo sedimentario). Otros autores proponen que el origen del carbonato de hierro es mediante el reemplazamiento de las calizas, (modelo metasomático). Los autores que proponen este último modelo, tienen a su vez diferentes propuestas respecto a la edad del reemplazamiento o al origen del hierro.

MODELOS SEDIMENTARIOS

- Bourson, 1878: una de las hipótesis del autor es que los óxidos de hierro pudieron haber sido depositados en una capa horizontal antes que las areniscas y las calizas. Después, las fallas creadas por los movimientos tectónicos servirían de acceso a los manantiales que producirían la goethita.
- Baills, 1879: propone como origen la sedimentación directa de una capa o masa de carbonato ferroso a partir de “manantiales termales” posteriores a las areniscas y anteriores a las calizas. Procesos de levantamiento y las condiciones físicas y químicas posteriores oxidarían el carbonato.

MODELOS METASOMÁTICOS

- Adán de Yarza, 1877: según el autor, el mineral de hierro es posterior a las calizas y se origina de una enérgica “acción geiseriana” la cual disuelve la caliza y deposita el hierro. Años más tarde (Adán de Yarza, 1911-1925), explica que la disolución y sustitución del mineral fue después de los últimos movimientos orogénicos que afectaron a las rocas cretácicas, entre el Oligoceno-Mioceno, indicando que son la secuela de aquel importante fenómeno geológico.
- Czyskowski, 1879: este autor explica que el mineral es posterior a los materiales sedimentarios y a las fallas creadas por el movimiento pirenaico del final del Eoceno, las cuales sirvieron como vía de acceso del agua mineralizada. Después, a partir de una “acción geiseriana” cerca de los puntos de emergencia se depositarían los minerales en forma de lagos.
- Adams, 1902: expone la hipótesis de que una larga denudación continua durante el Terciario tardío y el Cuaternario originó el mineral. El hierro estaría en forma de compuesto en la propia caliza y especialmente en las margocalizas superpuestas y a consecuencia de la denudación la caliza se disolvería y el hierro pasaría a la parte de inferior de las calizas convertido en carbonato de hierro.
- Grosch, 1915: relaciona la génesis del mineral con los movimientos tectónicos del periodo terciario. Para el origen de la siderita plantea un origen metasomático, a causa de las soluciones saturadas de ácido carbónico y carbonato de hierro, relacionado genéticamente con el vulcanismo responsable de la aparición de las traquitas y ofitas de Axpe.

Aunque algunos autores proponen la hipótesis de que el origen del mineral de hierro pueda estar relacionado con las rocas volcánicas de la cuenca, otros autores (de Verneuil, Collomb y Triger, 1860) opinan que no parece tener un origen ígneo. También existen otros autores (Aldana, 1851) que proponen que el mineral se depositó en momentos de trastorno anteriores a los depósitos calcáreos.

En los modelos genéticos más actuales (Gil, 1991; Álvarez-Diéguez et al., 1993; Gil y Velasco, 1996) se propone una génesis relacionada con la diagénesis tardía, la cual da lugar al reemplazamiento hidrotermal de las calizas de plataforma. La diagénesis es el proceso de formación de una roca a partir de sedimentos sueltos que sufren un conjunto de procesos de compactación, cementación y recristalización. Durante la compactación con la disminución del espesor del sedimento primitivo y la reducción de la porosidad, se produce una movilización de fluidos acuosos que transportan los metales que después darán lugar a las concentraciones minerales.

Según esta hipótesis, los fluidos acuosos proceden de las unidades inferiores de la serie sedimentaria donde se encuentran las concentraciones de metal. El hierro es transportado por soluciones salinas calientes, que oscilan entre los 180 y 240 grados, a través de niveles más porosos y fracturas sinsedimentarias llegando hasta las calizas. Las calizas, al

ser más reactivas, se disuelven y reemplazan transformándose primero a dolomita ($\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$), después a ankerita ($\text{Ca}(\text{Fe,Mg}(\text{CO}_3)_2$), y por último a la siderita. Más tarde, el levantamiento y la erosión de los sedimentos suprayacentes dejan la siderita al descubierto o cerca de la superficie donde sufre una alteración supergénica. Cerca de la superficie el mineral se vuelve inestable por las condiciones atmosféricas y se oxida originando una nueva mineralogía más estable. Los procesos de alteración están condicionados por la proporción de oxígeno y agua, de tal manera que en los ambientes más oxigenados se formarán los óxidos (hematites) y en los ambientes donde exista un exceso de agua los hidróxidos (goethita). Esta hipótesis sería similar a la que se utiliza para explicar los yacimientos de MVT (Mississippi Valley-type), los cuales son epigenéticos, normalmente están estratoligadas y están formadas por soluciones hidrotermales de baja temperatura y presión.

6. Conclusiones

En conclusión, la documentación técnica minera y geológica está relacionada con los acontecimientos históricos del territorio y podemos diferenciar tres estadios bien definidos.

- Hasta el siglo XVIII, durante la época romana y la edad media, el interés por el hierro era puramente industrial. Sólo interesaba la extracción del mineral para su posterior reducción y transformación al metal, para forjar armas o fabricar herramientas agrícolas. Y sólo se explotaba en aquellos puntos donde el mineral era visible en la superficie y con leyes muy altas (vena) que permitían utilizarlo en ferrerías. La referencia que aparecen son de tipo descriptivo o geográfico comentando la localización de las minas, la gran calidad del mineral y como se trabajaba en ferrerías.
- Después, en el siglo XVIII conocido como el siglo de la Ilustración, la creación de sociedades o academias como La Real Sociedad de los Amigos del País o la Academia Freiberg supusieron el inicio de las ciencias geológicas modernas. Estas sociedades se centraban especialmente en el aprendizaje y en los avances mineros para la mejora de las economías ferronas. Por tanto, esta primera etapa de documentación geológica se caracteriza por las descripciones de los yacimientos y de los minerales en función de su calidad. Se describen los diferentes tipos de minerales y se comentan aspectos relacionados con los métodos de explotación de las minas.
- A partir de siglo XIX, con la creación de hornos altos y del sistema Bessemer, la producción del mineral incremento notablemente. Esto originó la necesidad de saber y conocer más a fondo la geología del territorio. Además de la cantidad y calidad de los minerales presentes, comienza el estudio de los materiales rocosos del encajante con las primeras cartografías geológicas. Hay un interés creciente sobre el origen y la edad de estos yacimientos con objeto de que la información obtenida sirviera para encontrar futuros puntos de explotación. En consecuencia, la mayor parte de la documentación encontrada es posterior a mediados del siglo XIX y en dicha documentación se discute principalmente la edad de la roca encajante y la génesis y edad de los carbonatos y de los óxidos e hidróxidos de hierro.

En la búsqueda de bibliografía también se ha podido observar, que pese a que los principales yacimientos de hierro del País Vasco se encuentran en ambos flancos del Anticlinal de Bilbao, las minas más significativas y que han dado fama internacional a Bizkaia se han concentrado en el área de Somorrostro-Bilbao. Esta área se encuentra en el flanco norte del anticlinal y se ha explotado desde la época romana hasta mediados del siglo XIX, donde ya se empezaron a explotar otras minas de menor ley. Y es que el yacimiento de hierro del valle de Somorrostro era admirado siempre por su volumen y su pureza, ya que era rico en hematites. Además, que el mineral fuera de bajo contenido en fósforo hizo que países importantes de toda Europa, como Inglaterra o Alemania, mostraran su interés por el hierro vizcaíno. Por tanto, no cabe duda que uno de los grandes factores de poder económico que tuvo Bizkaia fue su hierro.

Respecto a la metalogenia de los yacimientos minerales queda patente, desde hace más de 200 años, que el origen de las mineralizaciones de carbonato de hierro es el resultado del reemplazamiento de la caliza por aguas hidrotermales y el de los óxidos e hidróxidos por una alteración de ésta. Lo que aún no está claro es la procedencia exacta de esos fluidos acuosos, los cuales podrían provenir de unidades aún más inferiores que la serie sedimentaria, y aún más difícil de determinar es la edad exacta en la que se produjeron esos yacimientos metalíferos.

7. Bibliografía

7.1. Referencias bibliográficas citadas en el texto

Adams, F.D., 1902. Notes on the iron Ore Deposits of Bilbao, Northern Spain. Canadian Mining Institute. 8pp + VI láminas.

Adán de Yarza, R., 1877. Apuntes geológicos acerca de Criadero de hierro de Somorrostro en la provincia de Vizcaya. *Boletín de la Comisión del Mapa geológico de España* (Manuscrito del 30 nov. 1876), IV, 49-61.

Adán de Yarza, R., 1911-1925. Yacimientos metalíferos. In: F. Carreras y Candi, Ed. *Geografía del País Vasco-Navarro* (6 vols.), vol. 1, p. 251-269. Establecimiento editorial Alberto Martín, Barcelona.

Aldana, L., 1851. Descripción de la mina de hierro de Triano en Somorrostro, con un apéndice sobre los demás criaderos de este metal en Vizcaya. *Revista Minera*, II, 302-311, 353-370, 385-388.

Álvarez-Diéguez, L., Velasco, F. y Gil-Crespo, P.P., 1993. Geotermometría de inclusiones fluídas de los yacimientos de siderita de Bilbao. Cretácico inferior, cuenca Vasco-Cantábrica (España). *Boletín de la Sociedad Española de Mineralogía*, 16, 101-113.

Amar de la Torre, R., 1844. Algunas noticias sobre las Minas de Hierro de Somorrostro. *Boletín oficial de minas*, nº 5-6, páginas 43-44 y 51-52.

Arisqueta, J., 1916. Las minas de Vizcaya. *Revista Minera*, serie C. XXXIV, 425.

Baills, M., 1879. Note sur Les Mines de Fer de Bilbao. *Annales des Mines*, XV, 209-233.

Boixereu, E., 2000. Contribución al conocimiento de la historia de la minería del hierro en Vizcaya (de 1818 a 1993). *Boletín Geológico y Minero*. Vol. 111-2 y 3, 119-130.

Bourson, E., 1878. Les Mines de Somorrostro. *Revue universelle des mines de la métallurgie J. Desoer* (Liège), Paris.

Bowles, G., 1775. *Introducción a la Historia Natural y a la Geografía Física de España*. Madrid. (2ª ed. en 1782, 3ª en 1789), 576p.

Círculo Minero de Bilbao, 1900. *Las Minas de Hierro de la Provincia de Vizcaya, Progresos realizados en esta región desde 1870 hasta 1899*. Imprenta y Litografía de Ezequiel Rodríguez, Bilbao.

Collette, C., 1848. Reconocimiento geológico del Señorío de Vizcaya, hecho de orden de su Diputación General. Diputación General de Señorío de Vizcaya. Librería Delmás e Hijos, Bilbao, 179, (159+20p).

Czyskowski, S., 1879. Exploration Géologique de la région ferrifère de Bilbao-Somorrostro.

De Verneuil, Collomb y Triger, 1860. Note sur une partie du Pays Basque Espagnol. *Bulletin de la Société Géologique de France*, tomo XVII, segunda serie, pag.333.

Díez de Salazar, L.M., 1989. Anuario de historia del derecho español, ISSN 0304-4319, Nº 59, págs. 597-632

Elhuyar, F., 1783. Estado de las minas de Somorrostro. Extractos de la Real Sociedad Bascongada de Amigos del País.

Ezquerria, J., 1844. *Datos y observaciones sobre la industria minera*. Madrid.

Gil, P.P., 1991. Las mineralizaciones de hierro en el Anticlinal de Bilbao: mineralogía, geoquímica y metalogenia. Tesis Doctoral, inéd., Univ. País Vasco, 343pp.

Gil, P.P. y Velasco, F. , 1996. The Bilbao Stratabound Iron Deposits in the lower cretaceous of Basque-Cantabrian Basin, northern Spain. International Geological Congress, Abstracts--Congres Geologique Internationale, Resumes, 30, VOL. 2, 788-191.

Gill, W., 1897. The Present Position of the Iron Ore Industries of Biscay and Santander. The Journal of the Iron and Steel Institute, L, 36-103.

Goenaga, I., 1883. El hierro de Vizcaya. *Revista minera y metalúrgica*. Tomo XXXIV. 296-299, 311-314, 328-329, 339-341, 355-358, 447-451, 459-462. Madrid.

Gómez-Tejedor, J., 1983. Estudios de geología regional en Vizcaya anteriores al siglo XX. Tesis Doctoral, Editorial de la Univ. Complutense de Madrid, p.649.

Grosch, P., 1915. Die eisenerzlagertstätte von Bilbao. *Geologische Rundschau*, 5 (5-6), 393-400.

Maestre, A., 1865. Reseña geológica de las Vascongadas. *Boletín de la Comisión del Mapa geológico de España*, tomo III, pag.283. Publicado en 1876.

Manes, M., 1848. Sur les mines de fer de Somorrostro. *Annales des Mines*. Tomo XIV. 261-266. París.

Medina, P., 1548. *Libro de grandezas y cosas memorables de España*.

Miralles, R., 1988. La crisis económica de los años treinta en el País Vasco. *Ekonomiaz: Revista vasca de economía*. Nº. 9-10, 277-300

Monardes, N., 1574. *Diálogo del hierro*.

Montero, M., 1995. *La California del hierro*. Beitia. Ediciones de historia. Bilbao.

Ormaechea, A. M., 1990. Los ferrocarriles mineros. In: *M.Montero-Museo Minero*, eds., 'Historia de los montes de hierro (1840-1960)'. Bilbao 89-113.

Orue-Etxebarria, X., 2013. Hierro, ballenas y barcos: factores del poder económico de Bizkaia durante la Edad Media (I/II). *Euskonews: Eusko Ikaskuntza*.

Ozaeta y Gallaiztegui, J. H., 1779. *Cantabria vindicada y demostrada según la extensión que tuvo en diferentes tiempos*. Oficina de Pedro Marín. Madrid.

Plinio El Viejo, circa 80 dC. *Naturae Historiarum*. XXXVII libros (12), 2008-2011.

Zabala, M., 2007. Ferrerías-museo. Patrimonio y difusión de la siderurgia tradicional vasca. *Rev. int. estud. vascos*. 52, 1, 287-302

7.2. Otras referencias, no citadas en el texto

Adán de Yarza, R., 1879a. Las Minas de Somorrostro (Traducción del trabajo de E. Bourson). *Boletín de la Comisión del Mapa Geológico de España*, VI: 287-299.

Adán de Yarza, R., 1879b. Sobre las minas de hierro de Somorrostro (Traducción del trabajo de M. de Baills). *Boletín de la Comisión del Mapa Geológico de España*, VI: 301-309.

Adán de Yarza, R., 1906. El País Vasco en las Edades Geológicas. *Boletín de la Comisión del Mapa Geológico de España*, XXVIII: 45-61 (más mapa).

Adán de Yarza, R., 1911-1925a. Descripción Físico-Geológica. In: Carreras y Candi, F. (Ed.), *Geografía General del País Vasco-Navarro* (6 vols.). Establecimiento editorial de Alberto Martín, Barcelona (1911-1925), pp. 7-86.

Ahlburg, J., 1907. Die nutzbaren Mineralien Spaniens und Portugals. *Zeitschrift für praktische Geologie*, 15: 183-210.

Alzola, P., 1897. The Iron and Steel Industry of Spain. *The Journal of the Iron and Steel Institute*, L: 5-35.

Amar de la Torre, R., 1844. Ensayos de la vena de hierro de Somorrostro, practicados en el laboratorio de la escuela especial de Ingenieros de Minas y algunas noticias relacionadas con la ferrería de Ayala. *Boletín Oficial de Minas*, 5-6: 80-81.

Balparda y Fernández, R., 1875. *El Libro del Minero*. Compendio de la legislación de Minas Vigente en España. Ed. Delmas, Bilbao, 244 pp.

Basterra, M., 1894. *Vizcaya Minera*. Su Historia, Legislación Fioral y Derecho Vigente. Imprenta de la Casa de Misericordia, Bilbao, 364 pp.

Birkinbine, J., 1894. The production of iron ores in various parts of the world. *Sixteenth Annual Report of the United States Geological Survey, Part III- Mineral Resources of the United States, 1894, Metallic Products*: 94-112.

Czyszkowski, S., 1897. *Les venues metalliferes de l'Espagne*. Editado por el autor. París, 436p.

Forrest, B.J., 1884. On the Bilbao Iron Ore District. *Transactions North of England Institute of Mining and Mechanical Engineers*, XXXIII: 213-234.

Gandolfi, J., 1888. Las minas de Somorrostro. *Revista Minera*, XXXIX: 233-236, 241-242, 258-261, 273-276, 281-283, 291-295, 298-306.

García Borreguero, E., Arechaga, S., 1921. Estudio industrial del criadero de hierro "Los Cotorrios". Boletín Oficial de Minas y Metalurgia. (vol. 25, 1921). En: Catálogo descriptivo de Memorias y Estudios acerca de los

Lazúrtegui, J., 1911-1925a. El Comercio, la Industria y la Navegación. In: Carreras y Candi, F. (Ed.), Geografía General del País Vasco-Navarro (6 vols.). Establecimiento editorial de Alberto Martín, Barcelona (1911-1925), pp. 647-822.

Lazúrtegui, J., 1911-1925b. La Industria minera de la provincia de Vizcaya. In: Carreras y Candi, F. (Ed.), Geografía General del País Vasco-Navarro (6 vols.). Establecimiento editorial de Alberto Martín, Barcelona (1911-1925), pp. 119-154.

Lee, G., 1884. The Endless Chain in Spain. Transactions North of England Institute of Mining and Mechanical Engineers, XXXIII: 187-212.

Mocoroa, N., Arechaga, J.S., Arrechea, J., 1918. Estudio industrial de criaderos de la zona de Galdames y Sopuerta. Boletín Oficial de Minas y Metalurgia. (vol. 17., 1918, pag. 23-32). En: Catálogo descriptivo de Memorias y Estudios acerca de los criaderos de hierro de España. Consejo de Minería, II(2): 317-318.

Olazabal, L., 1856. Suelo, Clima, Cultivo Agrario y Forestal de la Provincia de Vizcaya. Memorias de la Real Academia de Ciencias (Madrid), Tomno IV: 211-329.

Sanz y Escartín, E., Salillas, R., Puyol y Alonso, J., 1904. Informe referente a las Minas de Vizcaya. Ministerio de la Gobernación, Instituto de Reformas Sociales. Imprenta de la Sucesora de M. Minuesa de los Ríos, Madrid, Madrid, 333 pp.

Schulz, G., 1845. Relación calificada de las minas de Vizcaya que se hallaban en labor en Noviembre de 1844. Boletín Oficial de Minas(199-200).

Swank, J., 1894. Iron and Steel and Allied Industries in All Countries. Sixteenth Annual Report of the United States Geological Survey, Part III- Mineral Resources of the United States, 1894, Metallic Products: 244-245.

Trueba, A.D., 1872. Resumen Descriptivo é Histórico del M. N. y M. L. Señorío de Vizcaya. Ed. Delmas, Bilbao, 52 pp. (más 2 láminas) pp.

Vicuña, G., 1874. El hierro en Vizcaya. Revista Europea, III(44): 265-272.

Vicuña, G., 1875. El Hierro en Vizcaya. Revista Minera, Año XXVI (Serie B): 130-132, 137-138, 142-145.

7.3. Recursos digitales consultados

American Mineralogist Table of Contents

<http://www.minsocam.org/MSA/ammin/toc/>

Biblioteca - Biblioteca Universitaria - UPV/EHU

<http://www.ehu.eus/es/web/biblioteca>

Biblioteca Digital Hispánica

<http://www.bne.es/es/Catalogos/BibliotecaDigitalHispanica/Inicio/index.html>

Biblioteca Digital Mundial

<http://www.wdl.org/es/>

Biblioteca Virtual Miguel de Cervantes

<http://www.cervantesvirtual.com/>

Biblioteca Nacional de Francia

<http://data.bnf.fr/>

Bizkaia.Net - Archivo Histórico Foral

http://www.bizkaia.net/home2/Temas/DetalleTema.asp?Tem_Codigo=6440&idioma=CA&dpto_biz=4&codpath_biz=4%7C295%7C6440

Catálogo de la Biblioteca Nacional de España

<http://catalogo.bne.es/uhtbin/cgisirsi/zHUFCsymGX/BNMADRID/254020275/38/798/X/BLASTOFF>

Dialnet

<http://dialnet.unirioja.es/>

Electric Library

<http://en.booksee.org/>

europa

<http://www.europa.eu/portal/>

GeoReM

http://georem.mpch-mainz.gwdg.de/bibliographic_query.asp

GeoScienceWorld

<http://www.geoscienceworld.org/>

Instituto Geológico y Minero de España

<http://www.igme.es/>

Instituto Universitario de Xeoloxía Isidro Parga Pondal

<http://www.iux.es/index.php?page=5>

Internet Archive

<https://archive.org/>

ipl2: Information You Can Trust

<http://www.ipl.org/>

Liburuklik

<http://www.liburuklik.euskadi.net/>

MEMORIA DIGITAL VASCA - EUSKAL MEMORIA DIGITALA

<http://www.memoriadigitalvasca.es/>

Portal de Archivos Españoles

<http://pares.mcu.es/>

Proyecto Gutenberg

<http://www.gutenberg.org/>

Recolecta

<http://recolecta.fecyt.es/>

Sancho el Sabio

<http://www.fsancho-sabio.es/>

ScienceDirect.com

<http://www.sciencedirect.com/>

Scopus - Document search

<http://www.scopus.com/home.url>

The European Library

<http://www.theeuropeanlibrary.org/>

8. Anexos

8.1. Anexo I – Listado de documentación proporcionado por la Fundación Museo de la Minería del País Vasco

Nombre de la empresa: AHV.

Fechas extremas de la documentación: 1954 (proyectos, cálculos etc) 2000 (ACB, Arcelor Mittal Sestao...)

Dimensiones del fondo: 1893 documentos.

Si está catalogado y en qué medida: Catalogado en su totalidad.

Si es consultable (presencialmente y por internet): Consultable in situ.

Breve descripción del fondo: Se recoge información diversa y de larga dilatación temporal, desde los primeros proyectos para la construcción de los hornos hasta la época más reciente. La información es tanto técnica (producción, calidad, proceso de sinterizado, planos de los hornos, planes de mejora de las instalaciones) como social o relacionada con la laboral de los trabajadores; cursos de seguridad laboral, revistas e información con la historia de la empresa etc.

Nombre de la empresa: CÍA MINERA DE SETARES.

Fechas extremas de la documentación: 1898 (petición de permiso para la construcción del ferrocarril de la Cía. por parte de Ramón de la Sota) hasta 1970.

Dimensiones del fondo: 88 cajas de archivo, unos 350 documentos.

Si está catalogado y en qué medida: Catalogado en su totalidad, pero falta integrar parte del fondo a la actual base de datos que se usa en la actualidad (file maker pro) al haberse catalogado una primera parte en otra base de datos (museumplus).

Si es consultable (presencialmente y por internet): consultable in situ.

Breve descripción del fondo: La mayor parte de la documentación contenida en este fondo trata de cerca temas de ámbito socio laboral; expedientes contra algunos trabajadores, reclamaciones de trabajadores a la empresa, información sobre accidentes laborales ocurridos, documentos relacionados con el proceso de militarización de los trabajadores de las minas durante la guerra civil española etc. En menor medida, también encontramos información técnica; perfiles, proyectos, planos de minas e infraestructuras.

Nombre del fondo: SOLANO

Fechas extremas de la documentación: 1889-1963

Dimensiones del fondo: 21 cajas, 119 documentos.

Si está catalogado y en qué medida: Catalogado en su totalidad.

Si es consultable (presencialmente y por internet): consultable in situ.

Breve descripción del fondo: Sobre todo es información contable; producción por mina, recibos, pagos, liquidaciones, contratos de subarriendos, porcentajes de repartición, balances de consumo de suministros, gastos etc. En mucha menor medida, también planes de labores de algunas minas de la compañía, relación de mineral embarcado etc,

Nombre del fondo: OTAOLA

Fechas extremas de la documentación: 1891-1980

Dimensiones del fondo: 9 cajas, 68 documentos

Si está catalogado y en qué medida: Catalogado en su totalidad.

Si es consultable (presencialmente y por internet): consultable in situ.

Breve descripción del fondo: Información variada e inconexa entorno a las gestiones y trabajos de Otaola e hijos dentro del ámbito de la minería. Encontramos información técnica o relativa a las minas en si; planos de demarcación, planos y proyectos de infraestructuras mineras, planos de labores etc, y también información muy inconexa; de carácter judicial, contratos de arriendo y de reparto de beneficios, recibos de jubilación y pagos de salario de Antonio Otaola, etc.

Nombre del fondo: ACMMG

Fechas extremas de la documentación: 1940-2013

Dimensiones del fondo: 521 documentos, 129 cajas

Si está catalogado y en qué medida: Catalogado en su totalidad.

Si es consultable (presencialmente y por internet): consultable in situ.

Breve descripción del fondo: Es el apartado del archivo que recoge información relacionada con el mundo de la cultura minera, de la siderurgia o de la minería que no encajan en los anteriores apartados. La información es muy diversa; carteles de ferias, carteles de seguridad en el trabajo, trabajos universitarios realizados por alumnos de universidad en colaboración con el museo. Parte de la historia del museo de la minería del país vasco se guarda en este apartado; carteles, programas, preparativos para eventos que se han ido celebrando aquí desde hace 25 años. También donaciones de particulares de documentación, revistas, fascículos relacionados con la minería o la zona minera.

8.2. Anexo II – Fondo de los archivos de empresas mineras

AGRUMINSA:

La documentación se ha agrupado en subfondos; Son los siguientes:

1. Orconera Iron Ore: 1873-1976.
2. Franco Belga de Minas de Somorrostro: 1848-1987.
3. Española de Minas de Somorrostro: 1915-1989.
4. Luchana Mining: 1848-1929.
5. Compañía Minera de Dícido: 1846-1980.
6. The Alquife Mines and Railway: 1900-1971.
7. Agruminsa : 1956-1994.
8. Centro de Vizcaya de Agruminsa : 1923-1993.
9. Centro Orconera Santander de Agruminsa: 1890-1992.
10. Centro de Dícido de Agruminsa: 1901-1992.
11. Centro de Alquife de Agruminsa: 1905-1987.
12. Centro de Cehegín de Agruminsa: 1926-1991.
13. Sección de Minas de Altos Hornos de Vizcaya: 1876-1981.
14. Minas de Barruelo de Santullán: 1919-1981.
15. Minas de Laza: 1941-1986.
16. Minas de El Pobo de Dueñas: 1959-1983.
17. Centro Minero de Penouta: 1968-1981.
18. Hulleras del Turón: 1893-1992.
19. Escombreras del Zarzal: 1919-1979.
20. Investigaciones Mineras: 1940-1970.
21. Explotadora de Minas de Hierro: 1942-1974.
22. Explotación y sinterización de Minerales: 1919-1970.
23. Explotadora de Minas de Quirós: 1973-1990.
24. Coto Minero Berango: 1968-1984.
25. Mina Bilbao: 1904-1969.
26. Setares Compañía Minera: 1930-1955.
27. Sierra Menera: 1917-1975.
28. Ybarra y Compañía: 1882-1956.
29. Vizcaya Santander Mining: 1953-1969.

Los seis primeras se corresponden o bien con diversas compañías mineras que preceden a Agruminsa y que participaron en la constitución de esta sociedad, a su vez filial de Altos Hornos de Vizcaya, o fueron incorporados posteriormente a ella.

El subfondo nº 7 incluye la documentación de carácter general de Agruminsa, los números de 8 al 12 la documentación específica de cada uno de los cinco centros geográficos de esta empresa- Vizcaya, Orconera Santander, Dícido (Cantabria), Alquife (Granada) y Cehegín (Murcia) ; el Subfondo nº 13 recoge la documentación de carácter variado, de la Sección de Minas de Altos Hornos de Vizcaya (que a partir de una fecha determinada recibirá el nombre de “Departamento de Promoción Minera”) ; Los subfondos 14 al 23, documentación de cotos o compañías mineras explotados directamente por A.H.V. y gestionados por este departamento. Y del 24 al 29 son subfondos que se han añadido con posterioridad.