

HASTIAL

An Iberian Mining Heritage Journal

ISSN 2174-2022



V42014

MTIEDIT

HASTIAL

An Iberian Mining Heritage Journal

ISSN 2174-2022



V42014

MTIEDIT

HASTIAL

An Iberian Mining Heritage Journal
Revista Digital de Patrimonio Minero Ibérico

Volumen 4, 2014 ISSN 2174-2022

DIRECTOR

F. Penco
Museo del Cobre de Cerro Muriano

EDITOR JEFE

J. Alonso
Museo de Ciencias Naturales de Álava

COMITÉ ASESOR

José Manuel Sanchis
MTI Project

Antonio J. Criado Portal
Facultad de Ciencias Químicas de la UCM

Celso Amor
Ingeniero de Minas

Juan Carlos Guisado
Arqueólogo. ETSIM, Madrid

Ismael Solaz
Geólogo

Antonio Pizarro
Ingeniero Técnico de Minas

EDITA

MTIEDIT, Vitoria-Gasteiz, 2014

Versión impresa de su original *on line*
WWW.MTI-HASTIAL.BLOGSPOT.COM
HASTIAL-2013.PDF

Editada en España - Edited in Spain

HASTIAL

An Iberian Mining Heritage Journal
Revista Digital de Patrimonio Minero Ibérico
MTIEDIT ISSN 2174-2022

Sumario

Juan Antonio SOLER JÓDAR
*Preparación Mecánica y fundición en las minas de plomo
de Pinar de Bédar (Almería).....* 1-25

Preparación mecánica y fundición en las minas de plomo de Pinar de Bédar (Almería)

Juan Antonio SOLER JÓDAR

Carlos Altés 53, 08840 Viladecans (Barcelona)
Juan.ant.soler@gmail.com

Resumen

SOLER JODAR, J.A. (2014). Preparación mecánica y fundición en las minas de plomo de Pinar de Bédar (Almería). *Hastial*, 4: 1-25.

En el presente trabajo, comentamos los últimos avances en la investigación sobre los métodos empleados para la preparación mecánica y fundición en las minas de plomo de El Pinar de Bédar (Bédar, Almería), explotadas entre 1843 y 1926. Se ha revisado la documentación existente y se han analizado los restos de lavaderos, hornos, y otros restos arqueológicos. De esta manera hemos delimitado las diferentes fases históricas de preparación y fundición de los minerales en relación a las diferentes compañías mineras, que se sucedieron en la explotación, y en función a la introducción y adaptación local de los diferentes avances tecnológicos de la época.

Palabras clave: plomo, Arqueología industrial, historia minera, plomo, lavado de mineral, fundición.

Abstract

SOLER JODAR, J.A. (2014). Mechanical preparation and smelting in the lead mines of El Pinar de Bédar (Almería). *Hastial*, 4: 1-25.

In this article, we discuss the most recent progress in our investigation of the methods for mechanical preparation and smelting in the lead mines of El Pinar (Bédar, Almería), in operation between 1843 and 1926. We reviewed the existing documentation and analyzed the remains of sinks, ovens, and other archaeological items. Through this process, we have defined the different historic phases of the preparation and smelting of lead in relation to the different mining companies as well as the introduction and local adaptation of different technological advances of the time.

Key words: lead, industrial archaeology, mining history, mineral washing, smelting.

ANTECEDENTES HISTÓRICOS

El yacimiento de plomo, cobre y zinc del Pinar de Bédar es bien conocido por algunas de sus características que son realmente atípicas. Nos proponemos describirlas como primer paso de este trabajo, ya que son responsables de los métodos específicos y de sus variantes, que los mineros han debido de aplicar en las cuatro fases principales de su beneficio: la prospección de áreas interesantes en extensión y profundidad, las técnicas de laboreo a utilizar, las tecnologías a emplear para su concentración mecánica y los procesos metalúrgicos hasta la fundición y obtención del lingote

El yacimiento encaja en un ámbito geológico que corresponde a las unidades de la Cordillera Bética denominadas complejo Nevado-Filábride. Estas unidades han estado sometidas a las consecuencias tectónicas del levantamiento alpino en esa zona. Los autores describen la historia tectónica del área como sometida a las superposición de varios mantos de corrimiento, se describen hasta seis fases de plegamiento, cuatro etapas de metamorfismo (Nejhuis 1964) y, a última hora, enormes fallas de desgarre. La mineralización arma en una unidad litológica relativamente pequeña (apenas 2 Km²) consistente en un mármol de composición calizo-dolomítico de color claro, crema, que, en consecuencia, está altamente tectonizado. Su grano es a veces sacaroideo, a veces más fino, como caliza litográfica. La roca está muy fragmentada y su aspecto es brechoide. La galena, mineral que, con sus oxidados, predomina, encaja en las pequeñas fracturas cementando en unidades pequeñas (hasta 1,5 cm) la brecha. La dimensión vertical del yacimiento es pequeña y se acuña en profundidad. Algunos autores admiten una génesis descendente. En cualquier caso el encajante es frágil y quebradizo, lo que favorece el tratamiento de primera concentración. El zinc es apenas testimonial y el cobre (representado por preciosos cristales de azurita y de malaquita) aparece también en las fracturas. Otra característica remarcable (que también favorece la concentración-separación) es la difícil coexistencia de las mineralogías de Pb y de las de Cu, que predominan en áreas en las que el plomo está casi ausente.

Este trabajo se refiere al desarrollo de las tres primeras fases (exploración, extracción y primera concentración) que realizaban los “partidarios” o mineros privados que vendían su producto a la gran empresa que continuaba el proceso, gran concentración y metalurgia.

EL SIGLO MINERO EN BÉDAR, PERIODO 1843-1878

En 1843 las labores en la vecina sierra Almagrera alcanzaron por primera vez el nivel del agua a 150 metros de profundidad en la mina *Ánimas*. A partir de 1847 la inundación de las labores era ya un problema y desde 1850 se evidencia una disminución considerable tanto en la cantidad como en la calidad del mineral, debido también a la inadecuada planificación de las labores. La existencia de criaderos de plomo en la sierra de Bédar era un hecho conocido desde antiguo y la relativa cercanía favoreció que empezaran a demarcarse concesiones. Se trataba de una alternativa factible para poder asegurar el abastecimiento de las fundiciones de la costa.

Otro hecho que sin duda favoreció el reinicio de la actividad fue la presencia de escoriales antiguos. Inicialmente las escorias de fundición de trabajos antiguos eran despreciadas y consideradas perjudiciales para el cultivo de las tierras. Las primeras denuncias de concesiones para la explotación de escorias se realizaron en los distritos de Cuevas de Almanzora y Vera, tras encontrarse trozos de plomo fundido en algunos escoriales. En 1843 los fundidores de Cartagena consiguieron fundir escorias con éxito

y aprovechar el plomo que todavía contenían. Rápidamente se regularon estas demarcaciones, de manera que para su concesión y explotación se exigió establecer, en un plazo no superior a un año, el lugar en el que dichos escoriales se iban a beneficiar.

Se considera que la actividad extractiva en las minas del Pinar de Bédar volvieron a iniciarse en 1843, principalmente por parte de mineros locales, que trabajaban cada uno donde mejor le parecía y cobrando según la cantidad de mineral extraído. Se trataba de un laboreo más propio de una partida de rebusca que de una actividad minera planificada. El mineral obtenido era de *garbillo* (cribado del mineral en seco una vez triturado) y las pequeñas sociedades propietarias de las concesiones se limitaban a comprar y acumular ese mineral en almacenes hasta que, acabada la *varada* en Almagrera, llevar el mineral en recuas de mulos hasta los puntos de venta cerca de la costa, donde era comprado por los exportadores y dueños de las fundiciones.

Pero aparte de esta actividad extractiva tan rudimentaria, se ha de destacar la instalación de una fundición. Desde abril de 1845, la sociedad *Alfonso Moreno y C^a* demarcó diversas concesiones en Bédar para la explotación de escoriales. Poco después, en junio del mismo año, Francisco Cano Torres registraba la fundición de plomo de nombre *Carmen de Bédar*, que debió estar en funcionamiento durante muy poco tiempo. En diciembre de 1847, Miguel Aduncín y José Giménez Peña registraron también diversas concesiones de escoriales en la zona. En febrero de 1848 José Giménez estableció una instalación de beneficio con el significativo nombre de *Lavadero*, del que no tenemos más datos.



Figura 1: Antiguos terrenos de la mina *Allá Veremos* en 2004, a la entrada de la urbanización de *El Pinar de Bédar*, actualmente desaparecidos.

A partir de 1848 empezaron a instalarse en el Pinar de Bédar sociedades mineras de industriales que ya poseían minas en Almagrera. La primera de la que tenemos

constancia es la *Sociedad Filantropía*, perteneciente a la órbita de los Orozco. La sociedad del industrial Manuel Agustín Heredia comenzó a realizar registros en Bédar en 1849, mediante su representante Francisco Javier Méndez de Sotomayor, un teniente coronel retirado, residente primero en Garrucha y posteriormente en Vera. Durante los primeros años de actividad de estas nuevas sociedades, se fue gestando un conflicto entre éstas y los mineros y propietarios locales. Sin duda el problema principal fue el acaparamiento por parte de *Filantropía* de las minas más productivas. Muy significativa es la denuncia efectuada en 1849 por la sociedad minera *Filantropía* contra dos vecinos de Bédar, Pedro y Antonio Bolea, por haber manifestado públicamente que esta empresa no tenía derechos sobre estas minas y que se iban a desalojar a todos los peones que trabajaban para ella.

El conflicto acabó estallando definitivamente el 27 de agosto de 1850. Un grupo de 300 vecinos de Bédar con armas y palos se dirigió hacia El Pinar con actitud hostil, pidiendo a gritos la cabeza de algunos de los encargados de minas y derribando los almacenes y cortijos que habían edificado las empresas. A la cabeza de los amotinados iba el alcalde de Bédar, quien en nombre de su autoridad dio posesión de las minas, minerales y almacenes a sus vecinos, tras lo cual derribaron los mojones de las concesiones y se constituyeron en dueños. Esta situación se prolongó cierto tiempo, hasta que el Gobernador de la provincia tomó cartas en el asunto y restituyó las posesiones a sus legítimos dueños.

Con el tiempo la producción de plomo en El Pinar fue incrementándose. Para entonces, estos criaderos estaban formados en su mayor parte por masas de mineral muy pobres, que no excedían, por lo general, de un 3% de mineral de plomo con una cantidad poco importante de plata. Tampoco se disponía de fuentes de agua cercana para el tratamiento del mineral. A pesar de todo, las diferentes sociedades que operaban en El Pinar obtenían un beneficio anual de cien mil pesetas, según indica Gómez de Salazar en 1873 y doscientas cuarenta mil en 1882. Esto se conseguía con medios muy rudimentarios. En 1873, el ingeniero Salazar indica que el mineral se machacaba y lavaba en cribas, sin ningún tipo de aparato mecánico y debiendo traerse el agua necesaria desde bastante lejos. En 1882 se menciona que la extracción se efectuaba mediante explotaciones subterráneas, aparatos de trituración por fuerza de sangre y concentración y lavado con las cribas usualmente utilizadas en esa época. El mineral se extraía con tornos manuales y cestas de esparto, utilizándose niños para extraer el mineral de las minas, que transportaban el mineral a la espalda. El mineral se llevaba a los puntos de venta mediante animales de carga. El ingeniero Manuel Lacasa indica que en 1872, de los 2207 habitantes de Bédar (según el Nomenclator oficial de la provincia), todos los hombres y adultos se dedicaban por completo a los trabajos mineros, salvo en épocas de recolección. Cobraban a razón de 7 reales los picadores, a 5 reales los peones y de 2 a 3 los niños. En ese año se indica la existencia en Bédar de unas 300 bestias de carga destinadas al transporte del mineral.

LA FUNDICIÓN CARMEN

Es notoria la presencia en el Pinar de los restos bien conservados de una fábrica de fundición en todo equiparable a las construidas en toda la zona a partir de 1841 y que debió corresponderse con la antes mencionada *Carmen*. Debió tener una vida muy efímera, pues Madoz no indica la presencia de ninguna fundición en funcionamiento en Bédar en su obra de 1848.



Figura 2: Torre de 10 metros con abertura inferior y arcos decorativos, podría tratarse de un horno de cuba (fundición Carmen de Bédar, Pinar de Bédar, 2009).

La decisión de ubicar esta fundición en El Pinar pudo venir determinada por la necesidad de instalar una oficina de beneficio para aprovechar los escoriales, pero también por el ahorro que supondría el eliminar los costes de transporte del mineral desde las minas. No en vano, dentro de la fundición se ubica un pozo de extracción, aunque podría haber recibido también mineral de las minas de la zona. También disponía de un lavadero de mineral incorporado a las instalaciones. Destacan los hogares de tres hornos con bóveda de cañón (dimensiones 2 x 1.5 x 6 m) situados bajo

la planta principal, un edificio auxiliar de función incierta y de una torre de unos 10 metros con decorativos arcos y con una apertura inferior que podría tratarse de un horno de cuba.

En este tipo de fundiciones, los humos procedentes de los hornos eran conducidos hasta la chimenea por unas galerías de condensación. De esta manera se depositaban las sustancias tóxicas producidas evitando que produjeran daño en las inmediaciones y posibilitando poder aprovechar el plomo que contenían. Para *recoger los humos* se idearon a lo largo del tiempo diferentes sistemas. Tal y como recoge Sánchez y Massiá en su obra de 1893, se suponía que las partículas plomizas eran transportadas en suspensión o disueltas en la corriente de aire y que éstas se iban depositando en las paredes de las galerías de condensación. Aunque ya se había propuesto la hipótesis de que el plomo de los humos estaba en forma de vapor, no era una idea generalmente aceptada, porque no se consideraba que un metal que funde a 327,4° estuviera en estado de vapor a las bajas temperaturas a las que eran despedidos los gases por las chimeneas, que no excedía de los 100°. Pero hoy se sabe que el plomo emite vapores con relativa facilidad en procesos industriales y que realmente los depósitos de las galerías de condensación se formaban por sublimación, es decir, pasando directamente del estado de vapor al sólido.

Partiendo de la idea de que las partículas de plomo se encontraban suspendidas en la corriente gaseosa, varios ingenieros ingleses idearon diversos sistemas que utilizaban cortinas de lluvia artificial, pero el método más sencillo era el de las galerías y cámaras de condensación, sistema que fue utilizado por la mayor parte de los fundidores.

Estas galerías se construían con dos objetivos: colocar a la salida de humos una trampa de sublimación para recuperación de Pb y la de alejar del personal el riesgo del saturnismo, por lo que a veces la distancia de liberación era grande y la diferencia de cota importante facilitando, además, el tiro.

La experiencia indicaba que a mayor longitud de la galería era mayor la cantidad de humos condensados que se podían recoger, por lo que era la tendencia habitual el construir larguísimas y laberínticas galerías, a pesar de que el exceso de rozamiento de los gases disminuía el tiro y obligaba a aumentar el gasto de combustible. De esta manera nos encontramos con galerías como las de la fundición *Santa Elisa* de Mazarrón, que alcanzó los 3,5 km de longitud. En cuanto a las dimensiones de la galería se consideraba como más adecuado 2,5 metros de anchura y 3 metros de altura, intercalándose cámaras y diversos recodos en el trayecto para facilitar las tareas de *recogida de los humos*.

La *recogida de los humos* era una tarea especialmente peligrosa. En España solía realizarse una vez al año, participando en esta tarea todos los operarios con la boca y nariz tapadas con un pañuelo. Una vez finalizado el trabajo, y como indica Sánchez de Massiá, se daba a los obreros dos días de descanso “*en los que cobran jornal entero: el primero les sirve para medicinarse tomando una purga que les haga expulsar el plomo absorbido á pesar de todas las precauciones adoptadas, y el segundo para convalecer de esta pequeña indisposición.*”

Sánchez de Massiá también indica que los humos eran beneficiados generalmente en hornos de manga (de cuba), para lo cual debían o bien ser quemados previamente en las mismas galerías o bien *gacheados* en un horno de reverbero o amasados con una lechada de cal y moldeado en adobes. De otra manera los humos no podían tratarse en los hornos de manga, pues el tiro del mismo arrastraría todo el fino polvo que componía el material recogido en las galerías. En 1892 en las fundiciones de Linares los humos eran amasados con cal y galena de Llerena o Bédar, formando los adobes. En la fundición de Palomares y según información facilitada por el ingeniero francés M. Laforet, se fundían también minerales procedentes de la Sierra de Bédar.



Figura 3: *Fundición Carmen de Bédar, se observa una pequeña galería de condensación de humos (Pinar de Bédar, 2009).*



Figura 4: *Fundición Carmen de Bédar, (M. Gallardo, 2009).*



Figura 5: *Candil tipo Almadén en el interior de una mina de plomo en el barranco de San Antonio el Alto (mina Dos Hermanas, Pinar de Bédar, 2010).*

Teniendo en cuenta estos conceptos generalmente aceptados sobre la utilidad de las galerías de condensación, sorprende la poca longitud de la galería de condensación de la fundición *Carmen de Bédar*, de tan solo 27 metros en línea recta. Además se trata de una galería de pequeño diámetro (0,72x1m), que no permitía la entrada de operarios para la *recogida de humos*, aunque falta toda la parte superior de la bóveda. La lejanía de la costa con respecto a otras fundiciones y los consecuentes mayores costes de transporte del combustible, podría justificar las pequeñas dimensiones de esta galería.

Con una galería pequeña se optimizaría el tiro y se reduciría el gasto de combustible, en detrimento de la recuperación del plomo de los humos. La instalación contaba con una infraestructura de canales y acequias que conducían el agua hasta el lavadero dentro de la instalación de la fundición, pero también podría haberse utilizado para condensar por agua los humos plomíferos, según los conocimientos de la época.

LA MODERNIZACIÓN DE LAS LABORES: 1881-1885

A pesar de la crisis de los años setenta, se mantuvo cierta producción de plomo hasta que la *Compañía de Águilas* incluyó estos criaderos en sus planes para controlar el mercado del plomo en todo el sureste español. Bédar fue uno de los distritos en los que se instaló esta compañía, junto al de Almagrera, con el objetivo de suministrar mineral a las recién adquiridas fundiciones de *San Javier* y *San Jacinto*.



Figura 6: Parte superior de una lámpara de carburo encontrada en el interior de una galería (barranco del Gato, Pinar de Bédar).

En el Pinar de Bédar la inversión fue especialmente importante, se instalaron tres lavaderos mecanizados de mineral y sus correspondientes construcciones auxiliares. Aunque las minas eran pobres se pensaba rentabilizar todo el procedimiento mediante la modernización de los procesos de extracción y lavado. Con este objetivo se iniciaron tres explotaciones a cielo abierto, una que alcanzó los 30 m de profundidad y se instalaron más de 10 km de vías para un total de 200 vagonetas, dando trabajo en total a unos 900 operarios, incluyendo mujeres y niños.

El lavadero principal, fabricado por la casa *Humboldt* de Colonia, incluía trituradoras, molinos de *Herbele*, trómeles para la clasificación del mineral y cribas hidráulicas. Para los lodos se probaron diversos sistemas de lavado, aunque no todos resultaron útiles,

entre ellos cámaras alemanas de precipitación *Spitzkasten*, *round buddles* ingleses, cribas francesas, mesas giratorias alemanas *Rundheerde* y mesas *Rittinger* de percusión continua.

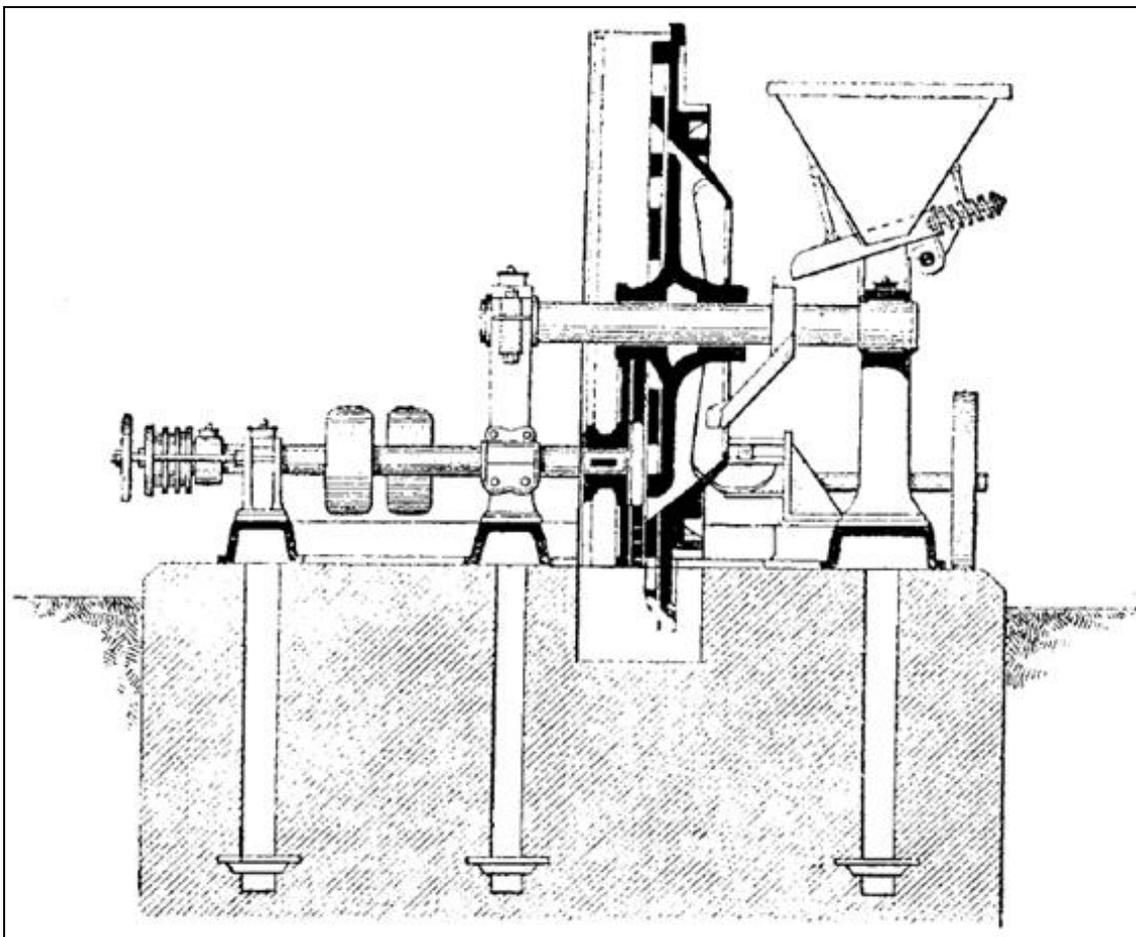


Figura 7: Molino Herbele del tipo utilizado en el Lavadero Grande del Pinar de Bédar (C. Rubio, 1883).

Ya en 1871 empezaron las obras de instalación de este complejo de la *Compañía de Águilas* con la construcción de un pozo para el abastecimiento de agua, pero los lavaderos no empezaron a funcionar hasta 1881. A pesar de todos los esfuerzos, tuvieron que desmantelarse en 1884 por no resultar rentable debido a los bajos precios del plomo.

La Kley era una sencilla máquina de vapor de doble efecto, considerada como más económica y segura que las de simple efecto o movimiento intermitente, como las *Cornwall*. Se trataba de una máquina de 30 caballos efectivos, con un cilindro de 0,5 m de diámetros y 1,2 m de corrida, con condensación y una presión máxima de 5 atmósferas en la caldera; el número de golpes por minuto oscilaba entre 1 y 15 y era capaz de extraer 0,72 metros cúbicos de agua por minuto a una profundidad de 170 metros. Tan contentos habían quedado con su funcionamiento, que llevaba entonces más de un año funcionando sin ningún contratiempo, que decidieron instalar este tipo de máquina para desagüe también en el nuevo desagüe general en el Barranco Francés de Sierra Almagrera.

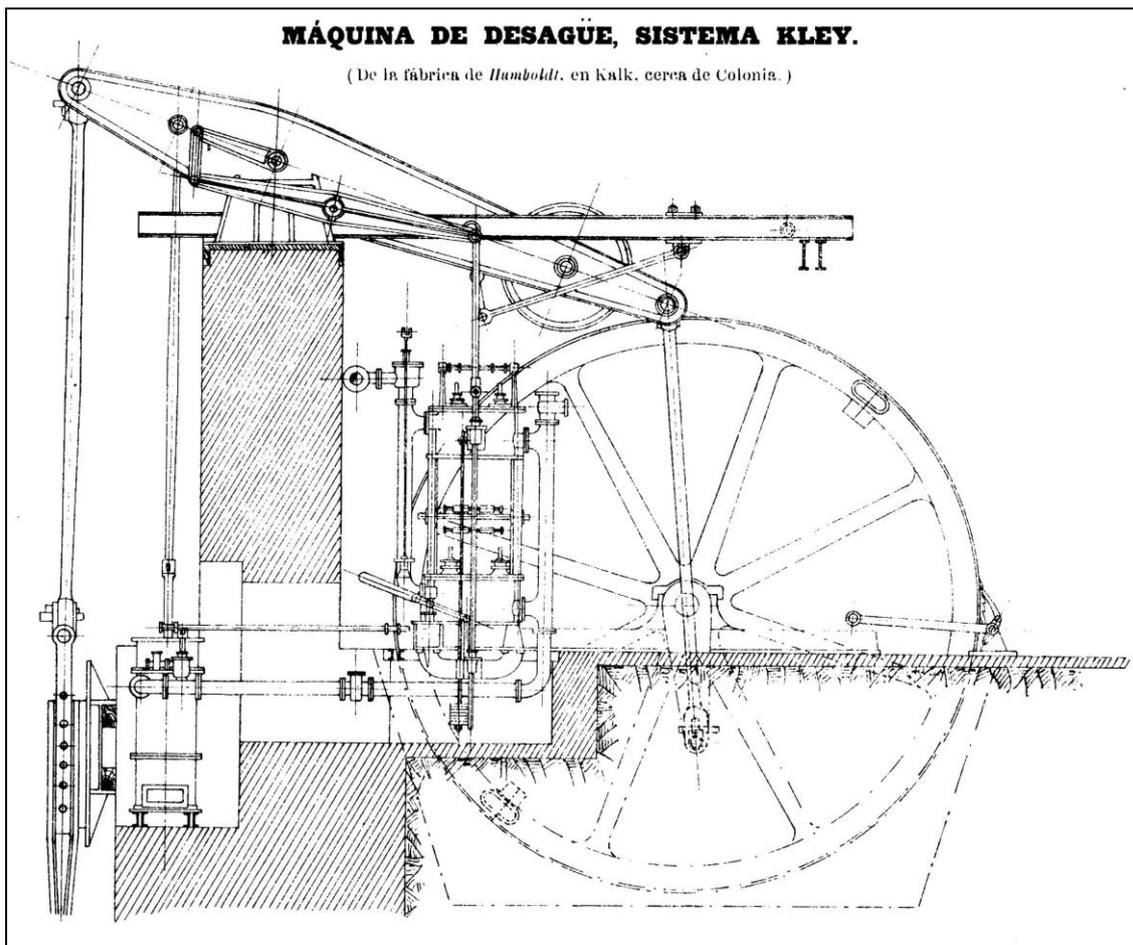


Figura 8: Máquina Kley de desagüe instalada en el Pinar de Bédar (J.M. Rubio, 1883).



Figura 9 (Izquierda): Fotografía de José Rodrigo de las instalaciones de lavado de la mina Reforma entre 1881 y 1883. Se distinguen dos trómeles de clasificación, cribas cartageneras, varios rumbos, y una criba oscilante. Se distingue la locomóvil que acciona toda la maquinaria.

Figura 10 (Derecha): Restos de la plataforma de un rumbo del lavadero de la mina Reforma de 4 metros de diámetro (2012).

Para dar servicio a la máquina de desagüe se instalaron dos calderas del tipo Cornwall. Se trataba de un tipo de caldera cilíndrica con hogar interior, desarrollada por el ingeniero inglés Trevithick, Contaban con un tubo de palastro interior o *caja de fuego*

en el que iban colocadas la rejilla y el cenicero. El agua llenaba la caldera y debía cubrir completamente la caja de fuego, de otra manera éste podría quemarse. La caldera se montaba sobre unos canales paralelos de manera que el fuego una vez que los gases recorrían la caja de fuego y luego recorría la parte exterior, cubierta por una bóveda rebajada hasta unos dos tercios de la superficie lateral del cilindro, saliendo finalmente por la chimenea. Con este tipo de calderas y en buenas condiciones se podía vaporizar de 7 a 7 ½ kg de agua por kg de carbón quemado.

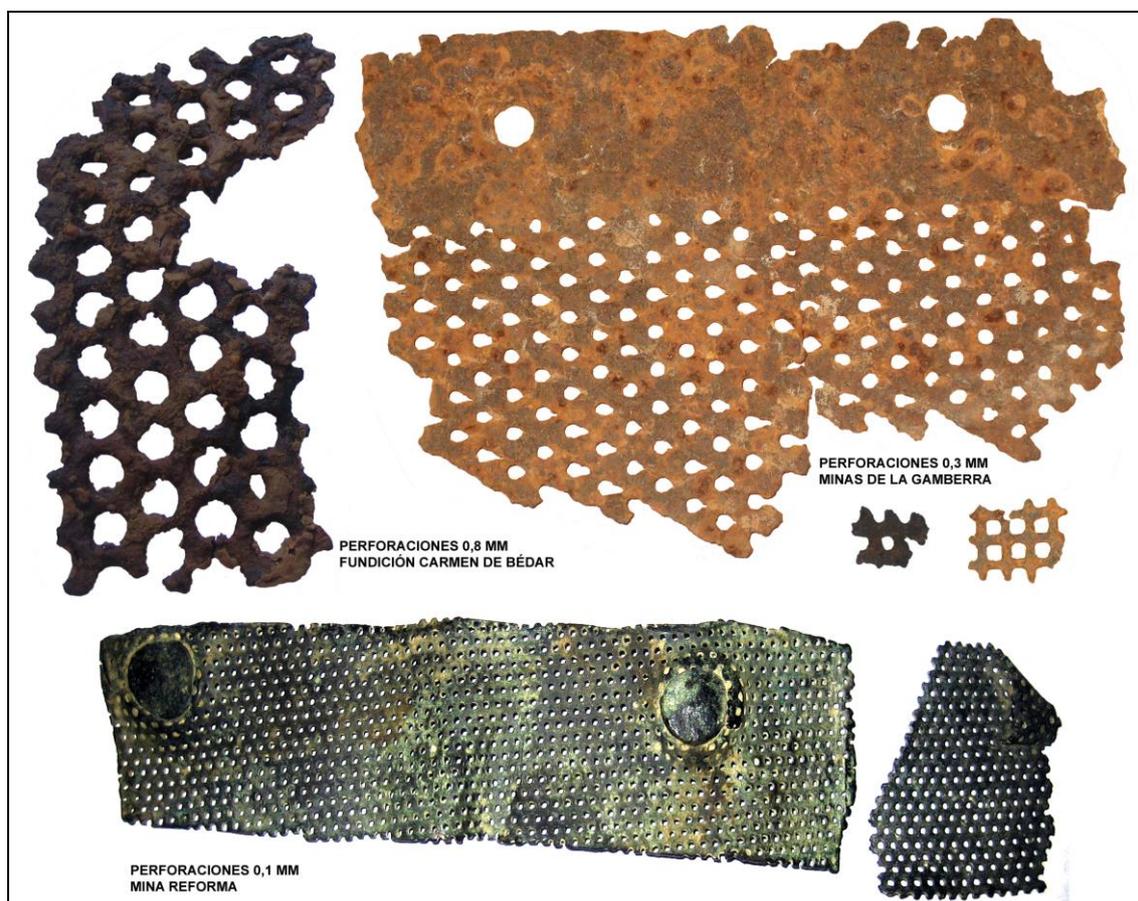


Figura 11: *Diferentes fragmentos de chapa perforada procedentes de los lavaderos (diferentes minas del El Pinar de Bédar).*

LOS PARTIDARIOS DE LA COMPAÑÍA, 1885-1926

A pesar del fracaso de los lavaderos, no se paró completamente la explotación del mineral de plomo. Manteniendo como razón social la *Compañía de Águilas*, se arrendaron parcelas de terreno a mineros particulares. A éstos se les suministraba el agua necesaria para los procesos de lavado y a los que luego compraban el concentrado de mineral. Los partidarios utilizaban procedimientos de lavado tan rudimentarios como baratos, lo que les permitía obtener un pequeño margen de beneficio. La poca eficacia de estos dispositivos se suplía aumentando el tiempo que dedicaban a estas tareas. En 1891 se constatan 161 operarios trabajando en dos de las principales concesiones mineras de El Pinar: *Aprovechado* y *Reforma*.



Figura 12: *Restos del Lavadero Grande del Pinar de Bédar en 2003. Fueron derribados al año siguiente para la construcción de una urbanización.*



Figura 13: *Restos del Lavadero Grande del Pinar de Bédar en 2003.*

En 1909 el ingeniero Pütz indica que había más de 100 explotaciones a cargo de los partidarios, empleando a numerosos mineros que trabajaban junto a su familia y otros extranjeros que lo hacían por cuenta propia. La Compañía de Águilas les concedía pequeñas parcelas a cambio de algunos impuestos, y en ellas se concentraban numerosos pozos y galerías. Había muchos niños empleados en todas las tareas y aunque se explotaban algunas minas, la mayor parte del tiempo se dedicaba al lavado, no siendo infrecuente que la escombrera de un partidario fuera lavada de nuevo por otro.

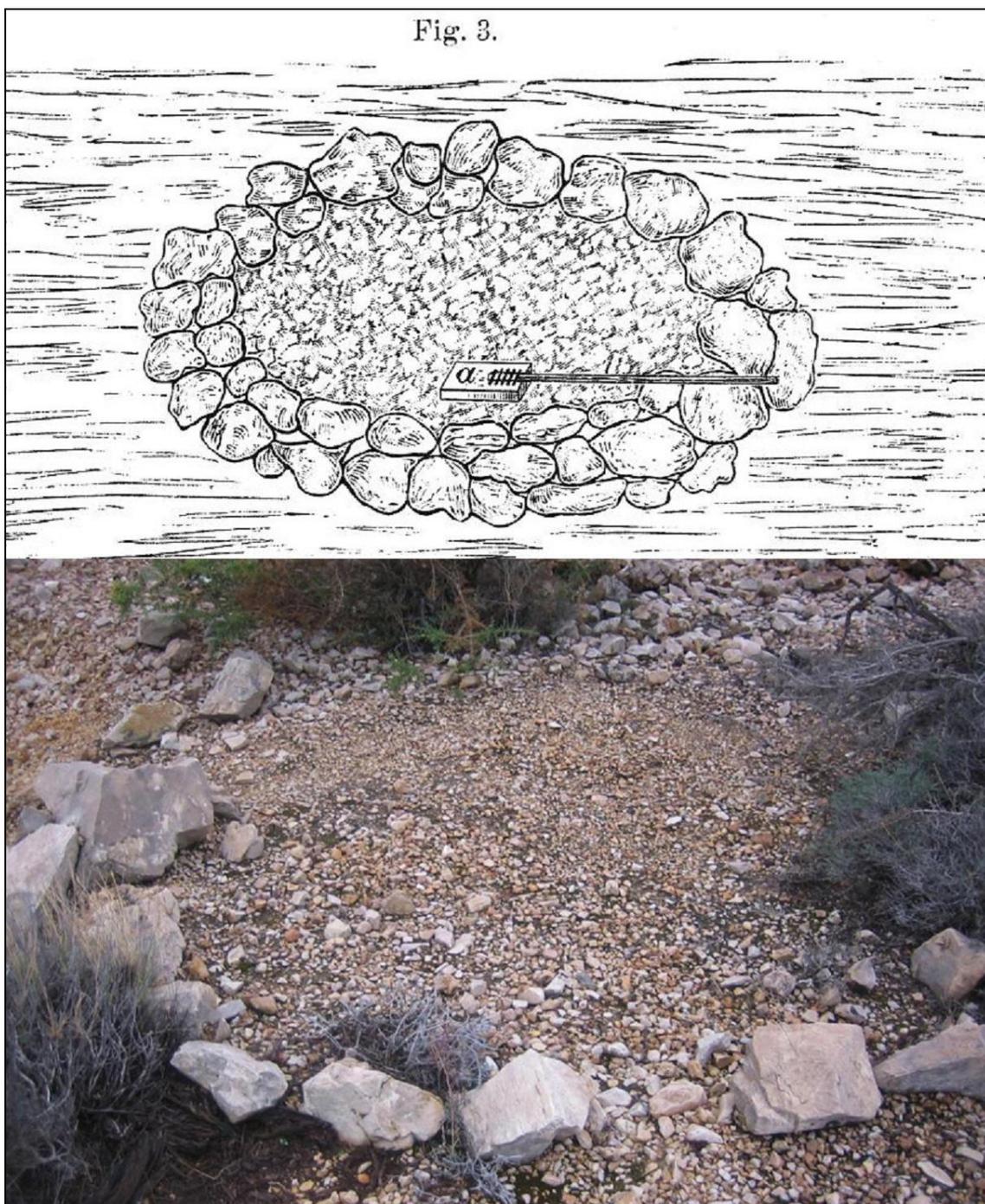


Figura 14: *Círculo de triturado, representación de O. Pütz (1909) y restos encontrados en el barranco de San Marcos (mina Convenio, Pinar de Bédar, 2009).*

La cantidad de minerales pobres era muy importante, con una ley de un 1-2%, aumentándose con el proceso de enriquecimiento hasta un 30-35%, mientras que el que presentaba un 8% podía enriquecerse hasta un 50-60%. En promedio, el mineral contenía un 48% de plomo y 0,30 onzas de plata por tonelada. El trabajo en las minas era muy precario, se trabajaba a cielo abierto pero también en minas muy estrechas en las que trabajaban los niños. Éstos eran ideales por su pequeño tamaño, cargando el mineral en unas cestas que llevaban a la espalda.

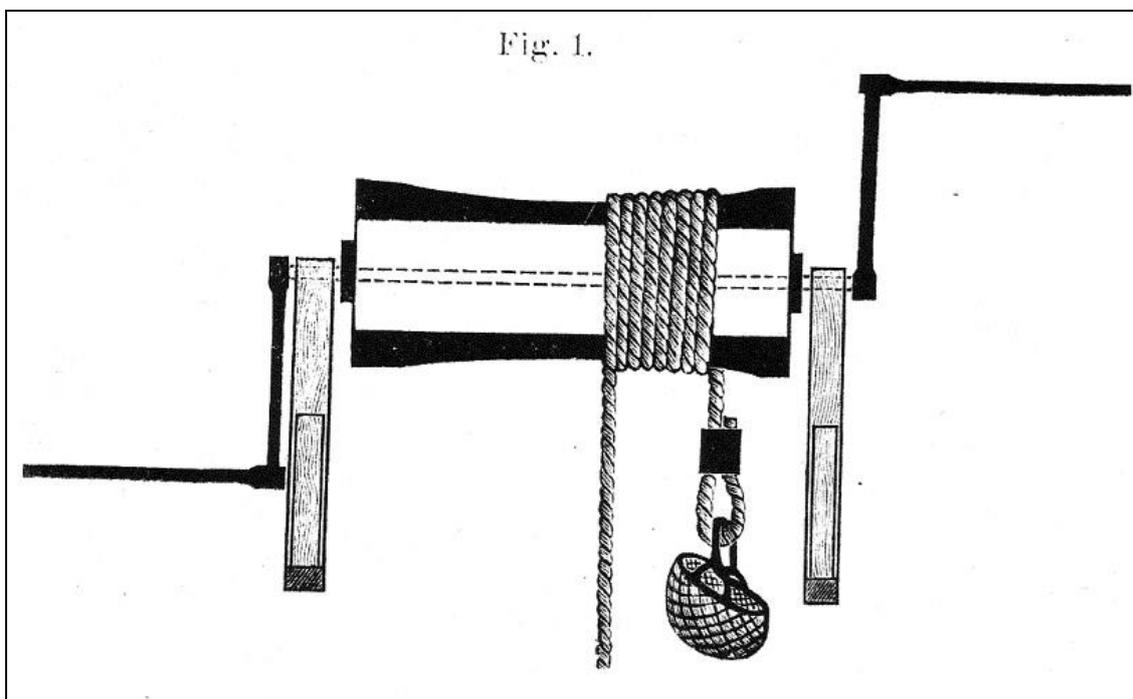


Figura 15: *Torno de albardilla* (O. Pütz, 1909).

Siguiendo las explicaciones de Pütz, para el acceso a las labores y la extracción de las cestas de mineral se utilizaban tornos de albardilla comunes. Los mineros accedían a las labores enlazándose en la pierna la sogá y muy rara vez utilizaban otra sogá de seguridad atada a la cintura.

La inmensa mayoría del mineral extraído debía someterse a un tratamiento que ocupaba la mayor parte de las tareas de estos mineros. El agua utilizada para el lavado se almacenaba en dos depósitos de la *Compañía de Águilas*, desde donde se conducía hacia los lavaderos por medio de conductos.

En primer lugar el material era triturado sobre un suelo de piedras compactadas de 2 ó 3 metros de diámetro. Dos o tres muchachos golpeaban el mineral con unas palas de hierro, sujetas a unos mangos de madera flexible, de manera que alzaban la pala por encima de la cabeza para así golpear con más fuerza aprovechando la flexibilidad del mango. Era un trabajo agotador que debían realizar durante las largas jornadas al aire libre, a menudo con temperaturas de hasta 40°C.

Según indica Pütz, en casos aislados se disponía de máquinas trituradoras movidas por mulos o burros. Estaban compuestas por dos rodillos accionados por medio de unas ruedas de transmisión y un eje con un vástago al que se ataba el animal. La utilización de estas máquinas fue muy escasa debido al alto coste de mantenimiento que suponía, excesivo para las exiguas posibilidades económicas de los pequeños partidarios.

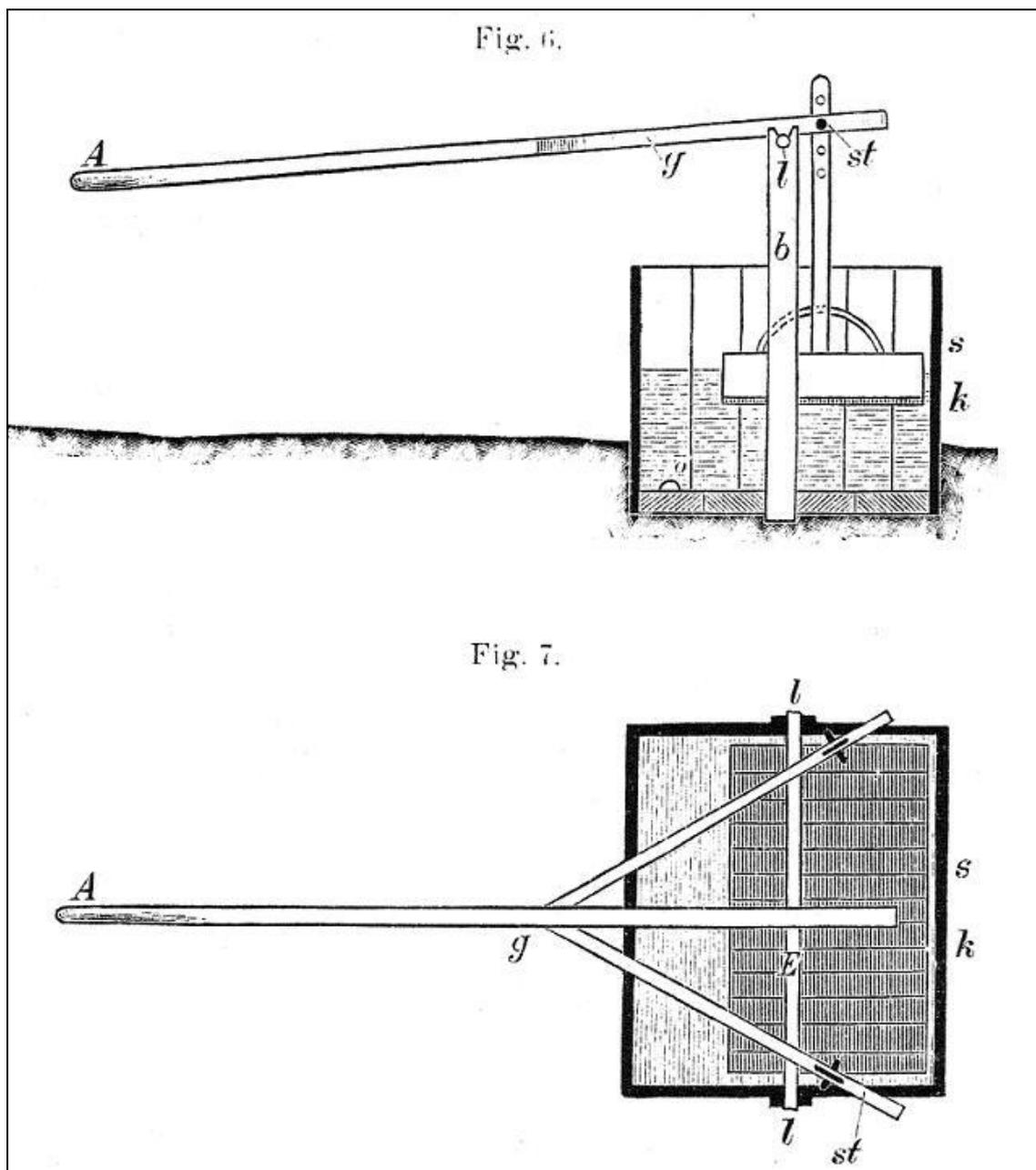


Figura 16: Criba cartagenera utilizada por los partidarios (O. Pütz, 1909).

Pütz describe la utilización por parte de los partidarios de cribas cartageneras. La criba se mantenía suspendida en un cajón con agua, y cuando un muchacho accionaba la palanca provocaba una sacudida que hacía que las partículas finas de mineral y de ganga cayese al fondo del cajón. El mineral, más denso, quedaba en la parte inferior de la criba y la ganga encima. El material fino que quedaba en el fondo del cajón es el que pasaba a la siguiente máquina de lavado, la mesa de arroyo, conocida simplemente como *royo*. El *royo* era una mesa de lavado dispuesta con una ligera inclinación, el mineral de plomo al ser más pesado se quedaba en la parte inicial, mientras que la ganga era arrastrada a más distancia. El mineral se disponía en la mesa de manera uniforme y se dejaba salir el agua, que arrastraba las partículas menos densas. El mineral iba cambiando desde un color pardo-amarillento a uno más grisáceo conforme se repetía el lavado. Un operario se encargaba de retirar el mineral una vez limpio y colocaba más para lavar, sin interrumpir el proceso de lavado.

Los lodos que quedaban acumulados en el estanque del *royo* eran sacados mediante unas azadas especiales llamadas *rodillos* y todavía eran tratados para recuperar las pequeñas partículas de galena que aún contenían. El lavado se llevaba a cabo en unos primitivos *round-buddles*, conocidos en España como *rumbos* por el parecido con el sonido al pronunciar la palabra inglesa. Pütz describe unos rumbos con una superficie circular cónica de cerámica bastante plana de unos 4 metros y rodeada de una corona de piedras.

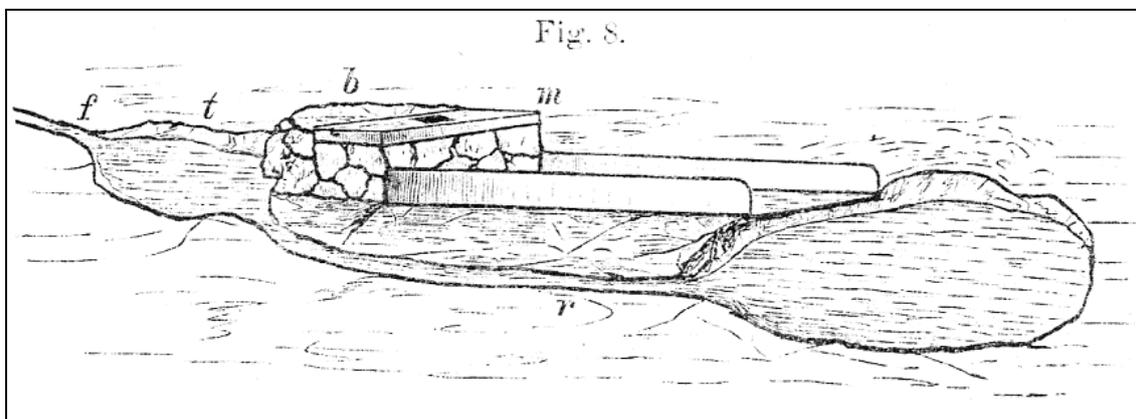


Figura 17: Mesa de arroyo "royo" (O. Pütz, 1909).

El procedimiento se repetía de 4 a 5 veces, tras lo cual estaba lo suficientemente enriquecido como para entregarlo. El procedimiento duraba aproximadamente una hora. De esta manera se obtenía una capa de unos 10-15 mm de la que se desechaba la parte periférica, solo era suficientemente rico el mineral depositado en la parte central.

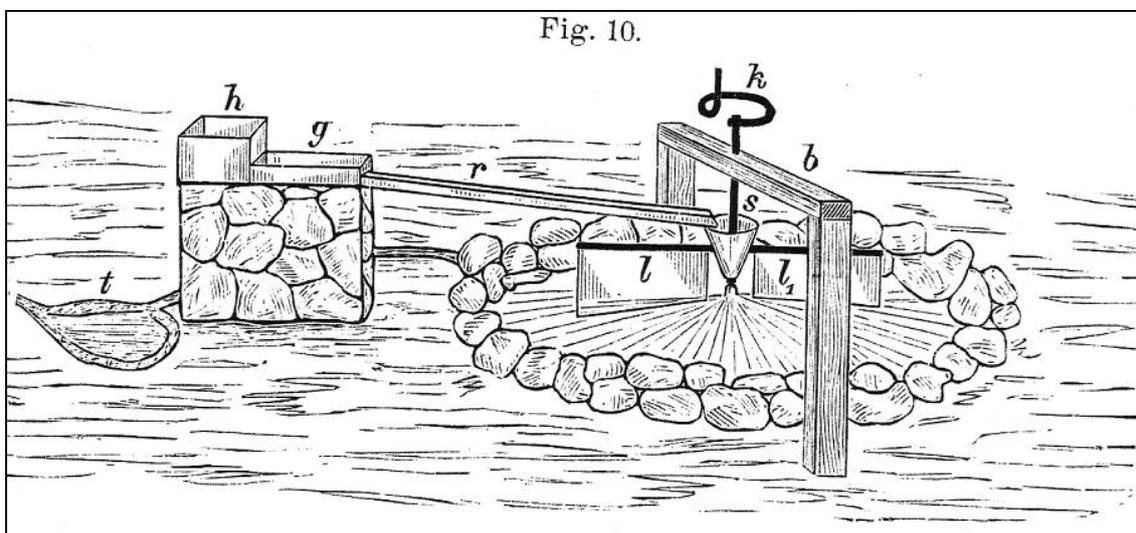


Figura 18: Rumbo del Pinar de Bédar, plataforma de 4 metros de diámetro (O. Pütz, 1909).

Estos *rumbos* eran copias rudimentarias de tecnología de origen inglés, en concreto de la zona minera de estaño de Cornualles, entre ellas encontramos también las cribas inglesas y las mesas de arroyo. Hasta 1844 los polvos se desechaban, pero se comprobó que podían ser utilizadas con beneficio y las fundiciones empezaron a comprarlos tras desarrollar un sistema para aprovechar el mineral que contenían. Estas máquinas de lavado se instalaron inicialmente en la Sierra de Cartagena en 1844, pero dado lo costoso de su instalación se desarrollaron unas versiones más toscas y rudimentarias,

menos efectivas pero mucho más económicas y con la posibilidad de trasladarlas fácilmente en caso necesario. Estos sistemas de lavado rudimentarios se extendieron hacia las cuencas almerienses y adaptándose a las características propias de cada criadero, seguramente siguiendo la emigración de mineros desde Murcia.

HORNOS DE TOSTACIÓN

La calcinación era un procedimiento indispensable antes del tratamiento del mineral en los hornos de cuba. En estos hornos se trataban los minerales de *segunda*, como los minerales oxidados, los pobres en plomo o los que contenían una gran proporción de sílice o iban mezclados con gangas terrosas abundantes; también se trataban en estos hornos las *horruras* o residuos procedentes de los hornos de reverbero. Aunque se conocían usualmente como hornos de *calcinación* se trataba más bien de una *tostación*, que en el caso concreto de la galena busca un efecto desulfurante, oxidante y *silicificante* al transformarlos parcialmente en silicatos.

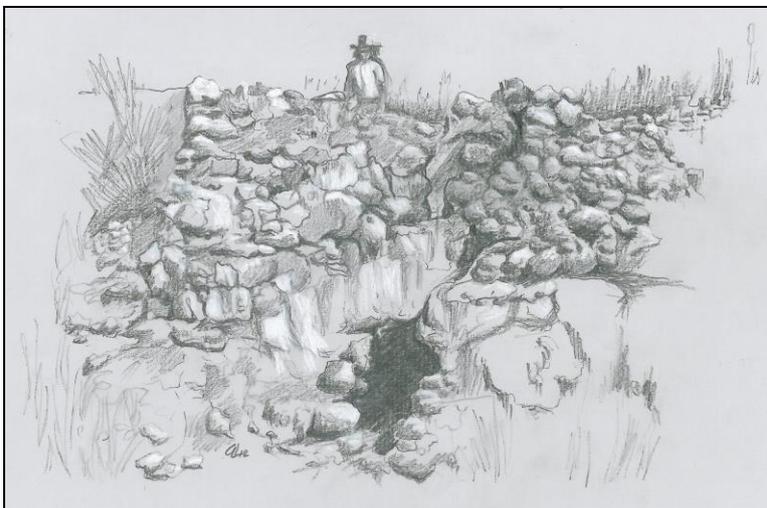


Figura 19 (Izquierda): *Horno de tostación del Pinar de Bédar (dibujo de Gonzalo Leal Echerravía).*

Figura 20 (Derecha): *Horno de tostación nº 1 (La Gamberra, Pinar de Bédar, 2010).*

En este sentido, hemos identificado como hornos de tostación diversas estructuras formadas por tres tabiques de poca altura y de muy diversos tamaños (algunos realmente pequeños), parcialmente excavados en el terreno, que delimitan un espacio prismático. Más clara es la presencia de los restos de cuatro hornos de tostación identificados en el paraje de la Gamberra y otro más en el barranco de las Norias. Aunque no hay datos documentales que indiquen en qué fechas fueron instalados estos hornos, la hipótesis más plausible es que fueran utilizados por los mineros y compañías locales antes de la llegada de la *Compañía de Águilas*, como parte de la preparación previa al transporte del mineral a las fundiciones. Construidos cerca de las minas, en estos hornos se calentaba el mineral a baja temperatura de manera que la combustión lenta convertía el sulfuro de plomo en óxido de plomo, desprendiéndose ácido sulfuroso y formándose una costra blanca de sulfato de plomo. En el proceso se obtenía un producto muy adecuado para ser utilizado como fundente.



Figura 21: Horno de tostación de 5 m de largo, 2 m de ancho y 1,7 m de altura. Está abierto por uno de los lados y utiliza en parte una pared de roca natural. Se observa una rampa de carga. Actualmente desaparecido (2004, mina No ganamos para sustos, Pinar de Bédar).

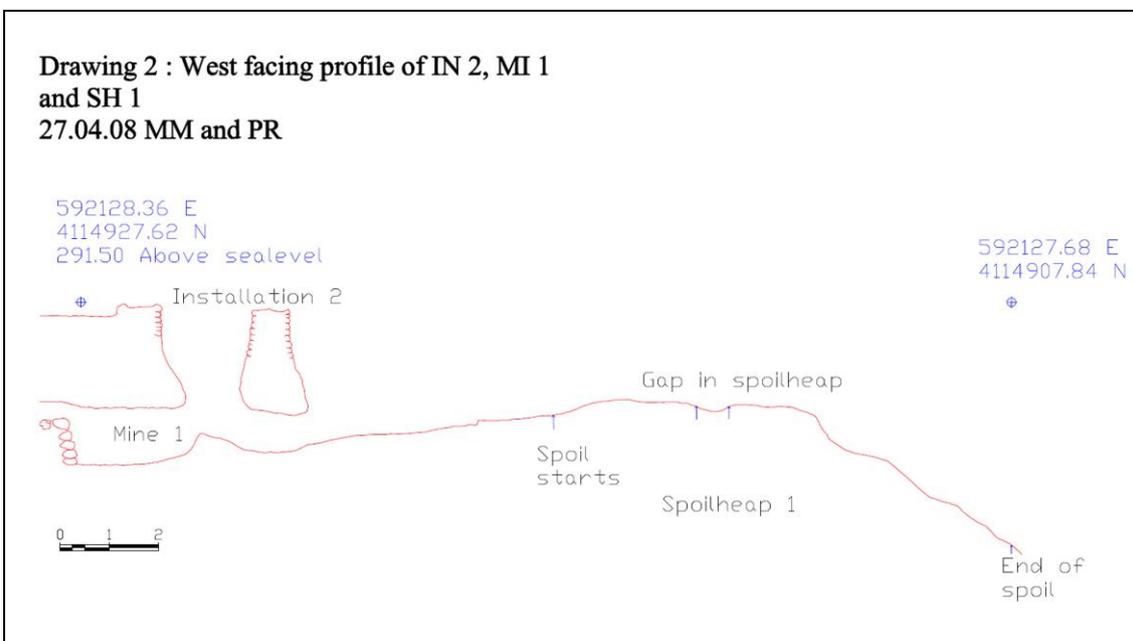


Figura 22: Perfil del horno de calcinación nº 2 de la Gambera (Pinar de Bédar) estudiado por el grupo de arqueólogos dirigido por P. Rondelez. (P. Rondelez, E. Chrobak y M. Milevski, 2008).

Como indica Luis de Escosura, en 1848 se sabe que las fundiciones de la costa utilizaban el mineral de Bédar como fundente en las copelas de producción de plata. La profundidad a la que habían llegado las minas en Almagrera proporcionaba un mineral argentífero con muy poca galena, por lo que tenían que añadirse escorias de plomo, litargirios y otras fuentes de plomo como fundente para la desplatación.

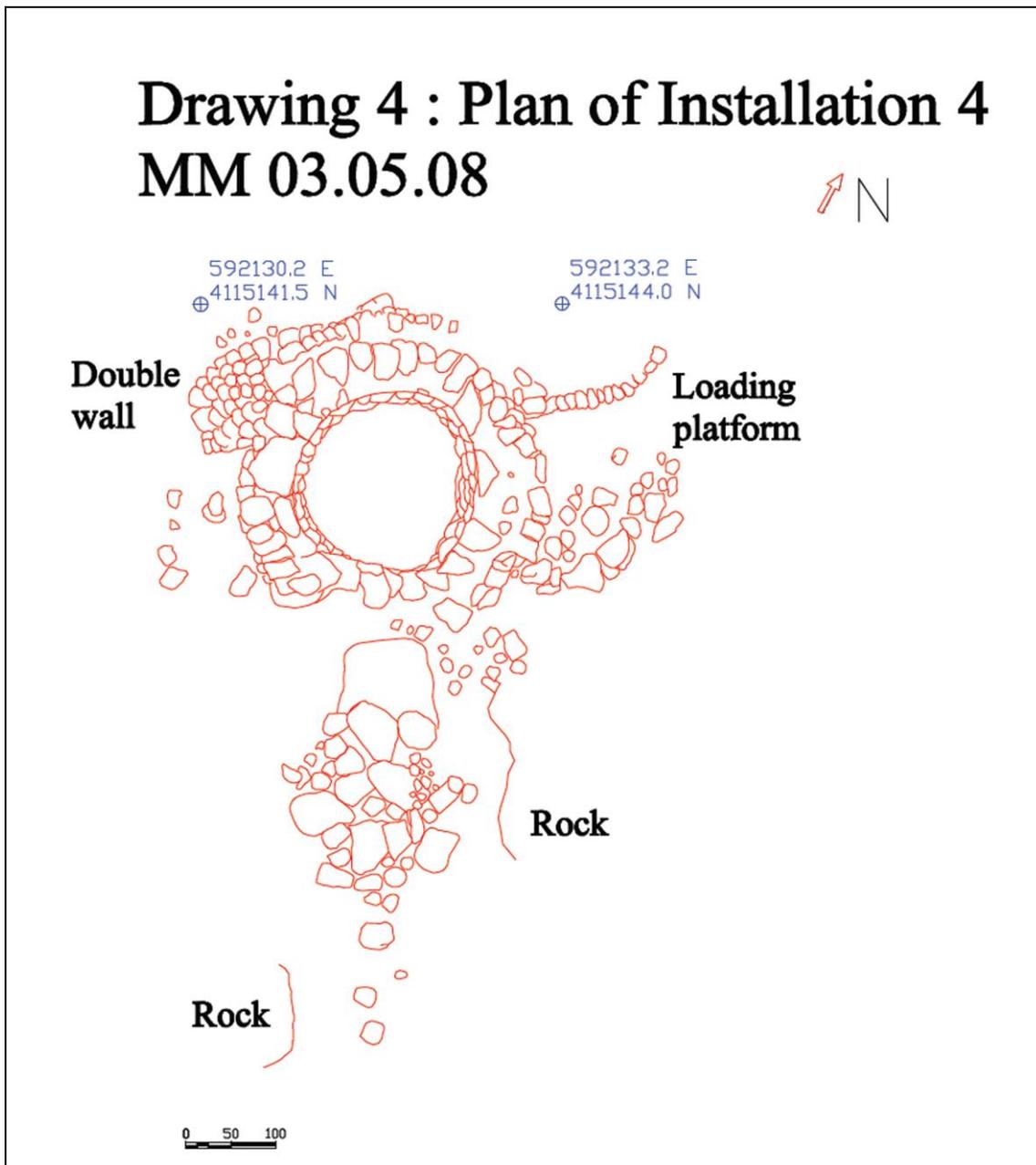


Figura 23: Horno de calcinación nº 4 de La Gambera. (P. Rondelez, E. Chrobak y M. Milevski, 2008).

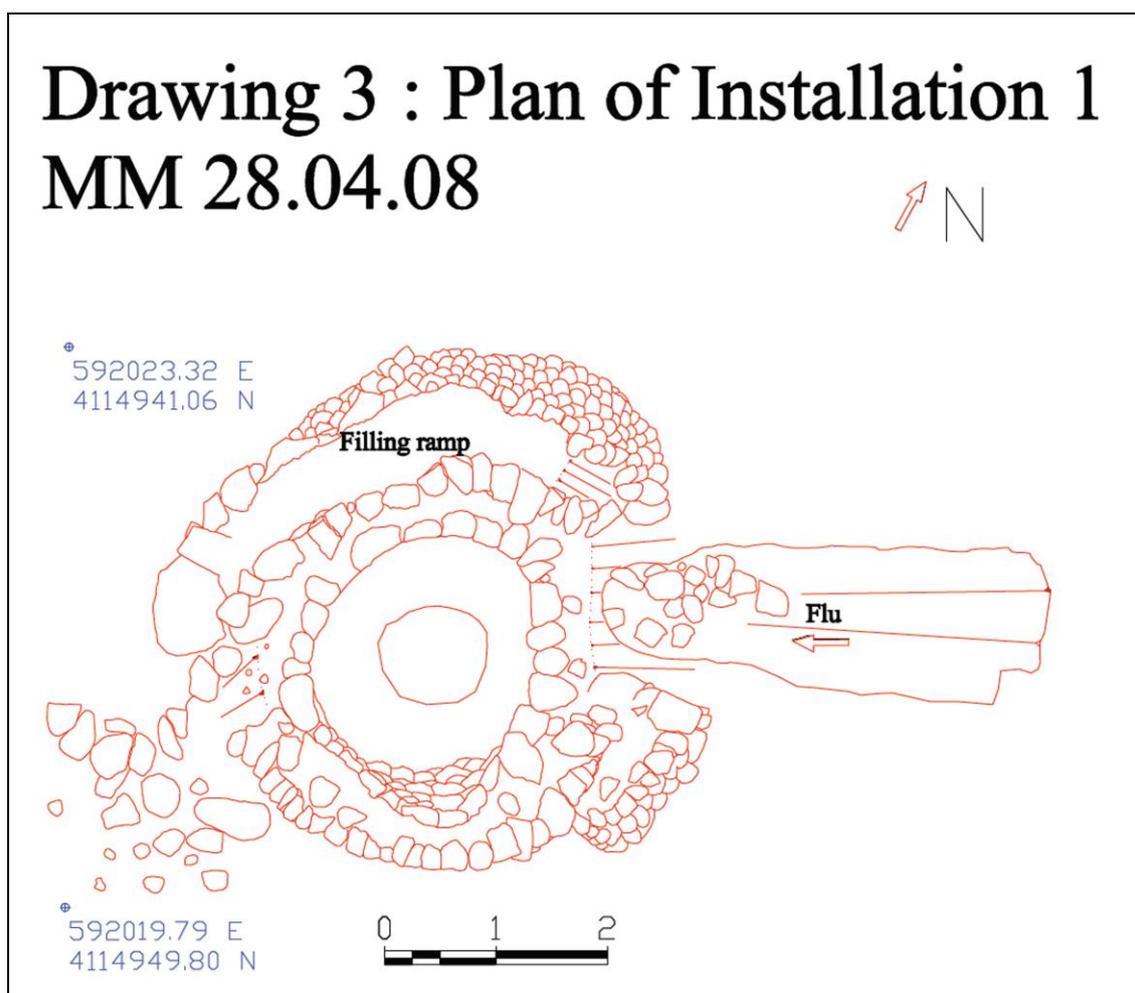


Figura 24: *Horno de calcinación nº 1 de La Gamberra. (P. Rondelez, E. Chrobak y M. Milevski, 2008).*

CONCLUSIONES

A pesar de la escasez de documentos, hemos obtenido datos suficientes para poder esbozar el desarrollo de los procesos de preparación del mineral y metalúrgicos en el Pinar de Bédar desde 1843 hasta 1926, interpretando parte de los restos que todavía hoy se pueden observar.

Las principales vetas de mineral fueron explotadas en época medieval, mediante un sistema planificado de explotación que incluía lavado y fundición. Desde 1843 hasta 1878 la actividad minera estuvo controlada por mineros locales y pequeñas sociedades mineras que mantuvieron un sistema de explotación y preparación del mineral muy precario, inicialmente a garbillo y posteriormente introduciendo el lavado con cribas, dada la gran cantidad de tierras ricas en Pb, para lo cual tenía que traerse el agua desde bastante lejos a lomos de mulas. La construcción de una moderna fundición en 1845, que integraba una planta de tratamiento del mineral, resultó fallida. Al igual que ocurrió con otros establecimientos similares construidos en esa época, fueron víctimas de una mala planificación e incorrecta estimación de los costes de mantenimiento que suponían este tipo de establecimientos.



Figura 25: Restos de un rumbo con una plataforma de 2,5 metros de diámetro (Corta de los Madriles, mina Aprovechado, Pinar de Bédar, 2012).



Figura 26: Restos de un rumbo con una plataforma de 2,5 metros de diámetro, se han coloreado para resaltar la forma (mina Reforma, Pinar de Bédar, 2013).

En 1881 la Compañía de Águilas realizó una gran inversión en estos criaderos. A pesar de la gran cantidad de tierras plomíferas pobres, se pensaba obtener beneficios mediante la mecanización de los procesos de lavado. A pesar de los esfuerzos el margen de beneficio era estrecho y la bajada de los precios del plomo hizo que todo el proyecto fracasara, aunque parte de las instalaciones se pudieron reutilizar para la explotación de las vecinas minas de hierro de Serena, para las que se construyó un cable aéreo para transportar el mineral hasta Garrucha. La Compañía de Águilas arrendó entonces las minas de plomo a pequeños mineros que utilizaron copias rudimentarias de maquinaria industrial. Estos partidarios perduraron hasta 1926, en un lento declive en el que cada vez se utilizaba maquinaria más rudimentaria e ineficiente. Así parece indicarlo el

hallazgo de rumbos de poco más de 1,5 m de plataforma y superficies formadas por piedras planas.



Figura 27: Restos de un rumbo con una plataforma de 1,6 metros de diámetro, se ha coloreado para resaltar la forma (La Gamberra, mina Ello es preciso, Pinar de Bédar, 2009).

Para finalizar, quiero agradecer a Gonzalo Leal Echevarría, ingeniero de minas, por su ayuda con la redacción de los antecedentes históricos. También a Ramón Álvarez Rodríguez, profesor emérito de la Universidad Politécnica de Madrid, por la revisión del texto.

BIBLIOGRAFÍA

DIETRICHSON J.J.O.F. (1884) Blyminerne ved Bédar i Spanien. *Archivo Teknisk Ukeblad Media AS (Oslo, Noruega)*. Tomo V, 138-141.

ESCOSURA, LUIS. (1857) Viaje metalúrgico por el litoral del Mediterráneo. *Revista Minera y Metalúrgica*, tomo VIII, 477-492, 509-525, 541-549, 572-583.

GÓMEZ DE SALAZAR, I. (1873) Minas de Bédar. *La Minería*, Nº 51 de 7 de septiembre, 1.

GONZÁLEZ, T. (1832) *Registro y relación General de minas de la Corona de Castilla*. Madrid, 676.

GRIMA CERVANTES, JUAN. (2000) La herrería de Sorbas. *El Afa, Sociedad de Amigos de Sorbas*, 1, 11-13.

- GUARDIOLA, R. y SIERRA, A. (1925) *Criaderos de hierro de España, tomo V, Hierros de Almería y Granada*. Tomos I y II. Memorias del Instituto Geológico de España, Madrid.
- LACASA, M. (1873) *Memoria de la mina de hierro La Mulata*. Almería, 13-15.
- MENASANCH DE TOBARUELA, M. (2000) *Una aproximación a la minería y la metalurgia andalusí en la depresión de Vera*. Revista Arqueología y Territorio Medieval, nº 7, 59-79.
- OLIVÁN, ALEJANDRO, (1843) Fundiciones de plomo. Revista de España y del Extranjero, tomo VII. 138-159.
- PÉREZ DE PERCEVAL VERDE, M. A. (1984) *Fundidores, mineros y comerciantes. La metalurgia de sierra de Gádor, 1820-1850*. Almería, 219 pp.
- PEÑUELAS, L. (1853) Observaciones sobre el estado de la industria minera en la provincia de Murcia. . *Revista Minera y Metalúrgica*, tomo IV.
- PIÉ Y ALLUÉ, J. (1892) *Sobre los criaderos de hierro y de plomo del Levante de España*. 82 pp.
- PÜTZ, O. (1909) Vorkommen, Gewinnung und Aufbereitung der Blei- und Kupfererze des Pinar de Bédar in Süd-Spanien. *Preus. Zeis.* 675-683.
- PERNOLLET, M. (1849) Notes sur les mines et fonderies du midi de l'Espagne. *Annales des mines*, tomo XVI. 3-65.
- RONDELEZ, P. CHROBAK, E. y MILEVSKI, M. (2008) A Topographical and Archaeological Survey of the Remains of 19th Century Lead Mining and Ore Treatment at La Gamberra (Bedar), Andalusia, Spain. <http://minasdebedar.wordpress.com/publicaciones/>
- RUBIO, C. (1883) Molino Herbele para la trituración de minerales,. *Revista minera y metalúrgica*. Vol. 34, 282-286.
- RUBIO, J.M. (1883) Máquina Kley de desagüe. *Revista Minera y Metalúrgica*, 34 (955), 171-174.
- SÁNCHEZ PICÓN, A. (1981) *La integración de la economía almeriense en el mercado mundial (1778-1936). Cambios económicos y negocios de exportación*. Almería. 573 pp.
- SÁNCHEZ PICÓN, A. (1983) *La minería en el Levante almeriense(1838-1930). Especulación, industrialización y colonización económica*. Almería.
- SÁNCHEZ Y MASSIÁ, M. 1893) *Metalurgia del plomo*. Madrid, 376.
- SOLER, J.A. y HANSEN, L.K. (2013) Ingenieros noruegos en las minas de Almería del siglo XIX. *De Re Metallica*, 20, 65-81.
- SOLER, J.A. y LEAL G. (2012) Sistemas de transporte y almacenamiento de mineral en las minas de Bédar en los siglos XIXXX. XIII *Congreso internacional sobre patrimonio geológico y minero, Manresa*, 181-204.
- SOLER, J.A. y LEAL, G. (2011) Patrimonio arqueológico histórico minero en las rutas turísticas de Bédar. XII *Congreso internacional sobre patrimonio geológico y minero, Boltaña*, 591-618.
- THENARD, L. J. (1830) *Tratado completo de química teórica y práctica*. Nantes, 457-458.

ARCHIVOS

Archivo de Juan Grima Cervantes: Correspondencia personal de Manuel Figuera Vargas, 1888-1900.

Archivo Histórico Nacional, Sección Nobleza: Inventario de material en las minas de Bédar, 1916; C590, D. 282, D. 160; C. 587, A19; C.589, D. 183.

Archivo Municipal de Vera. Diligencia criminal contra los que resulten reos de la muerte de Cristóbal Girona ocurrida en el Pinar de Vedar, año 1850.

Consejo de la minería. *Estadística minera de España*. Dirección General de Agricultura, Industria y Comercio, Ministerio de Fomento.

HASTIAL

An Iberian Mining Heritage Journal

ISSN 2174-2022



www.mti-hastial.blogspot.com

V42014

MTIEDIT